

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ
Инженерный институт

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ПРОЦЕССОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**



Новосибирск 2019

УДК 631.3.004 (075)
ББК 40.72
П 691

Рецензенты:

Академик РАН, д-р техн. наук, профессор, *В.В. Альт* (ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агротехнологий РАН);

Доктор технических наук, профессор *И.Я. Федоренко* (ФГОУ ВО Алтайский ГАУ).

Автор: Блынский Ю.Н., д-р техн. наук, профессор

Блынский Ю.Н. Проектирование производственных процессов в растениеводстве: учебное пособие / Ю.Н. Блынский. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского ГАУ, 2019. – 278 с.

Учебное пособие предназначено для студентов и магистрантов, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия». Представленный материал расположен в последовательности по мере изучения дисциплины.

В учебном пособии отражены современные вопросы проектирования, использования, технического обслуживания и диагностирования машинно-тракторного парка. Даны основные направления проектирования производственных процессов при возделывании сельскохозяйственных культур.

© Новосибирский государственный
ISBN аграрный университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
Раздел 1 Основы проектирования механизированных процессов в растениеводстве	11
Глава 1 Основы машиноиспользования в агропромышленном комплексе	11
1.1 Основные понятия и определения машиноиспользования в растениеводстве.....	11
1.2 Условия и особенности использования машин.....	11
1.3 Общая характеристика производственных процессов.....	13
1.4 Классификация машинно-тракторных агрегатов.....	16
1.5 Энергетические средства сельскохозяйственного производства.....	17
1.6 Эксплуатационные свойства двигателей мобильных машин.....	18
Глава 2 Эксплуатационные свойства рабочих машин	20
2.1 Основные эксплуатационные показатели рабочих машин.....	20
2.2 Тяговое сопротивление рабочих машин.....	21
2.3 Факторы, влияющие на тяговое сопротивление машин.....	23
2.4 Тяговое сопротивление прицепной части агрегата.....	24
2.5 Эксплуатационные свойства сцепок.....	26
2.6 Пути улучшения эксплуатационных свойств рабочих машин.....	26
Глава 3 Динамика машинно-тракторного агрегата	27
3.1 Уравнение движения агрегата.....	27
3.2 Определение касательной силы тяги.....	29
3.3 Определение движущей силы агрегата.....	30
3.4 Силы сопротивления движению агрегата.....	31
3.5 Баланс мощности трактора.....	33
Глава 4 Комплектование машинно-тракторных агрегатов	36
4.1 Требования, предъявляемые к агрегатам.....	36
4.2 Расчет состава агрегата.....	37
4.3 Скоростные режимы работы МТА.....	39
4.4 Сцепные устройства для составления многомашинных агрегатов.....	40
4.5 Технологическая наладка агрегатов и их оценка.....	40
Глава 5 Кинематика машинно-тракторных агрегатов	41
5.1 Кинематические характеристики агрегата и рабочего участка.....	42
5.2 Виды поворотов агрегатов, ширина поворотной полосы.....	45
5.3 Способы движения МТА и их классификация.....	47
5.4 Коэффициент рабочих ходов.....	48
5.5 Выбор ресурсосберегающих способов движения агрегата.....	49
Глава 6 Производительность машинно-тракторного агрегата	51
6.1 Понятие о производительности агрегата.....	51
6.2 Зависимость о производительности от мощности двигателя.....	53
6.3 Баланс времени смены.....	54

6.4	Учет тракторных работ	55
6.5	Пути повышения производительности мта	56
Глава 7	Эксплуатационные затраты при работе агрегатов	57
7.1	Затраты механической энергии	57
7.2	Расчет погектарного расхода топлива	60
7.3	Затраты труда на единицу работы.....	62
7.4.	Затраты денежных средств	63
7.5	Пути снижения эксплуатационных затрат.....	64
Глава 8	Основы проектирования технологических процессов	65
8.1	Общие принципы рационального построения.....	65
	технологических процессов	65
8.2	Характеристика технологических процессов	66
8.3	Технологические карты возделывания.....	67
	сельскохозяйственных культур.....	67
8.4	Операционная технология механизированных работ	67
Раздел 2	Научные основы машиноиспользования в растениеводстве.....	69
Глава 1	Тенденции машинно-технологической модернизации	
сельского хозяйства.....	69
1.1	Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы	69
1.2	Прогноз развития апк на период до 2020 года	70
1.3	Подпрограмма «техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие».....	71
1.4	Характеристика основных мероприятий подпрограммы	72
1.5	Характеристика мер государственного регулирования. Объем финансовых ресурсов, необходимых для реализации подпрограммы...75	75
1.6	Анализ рисков реализации подпрограммы и меры управления рисками	75
1.7	Этапы технологической модернизации сельского хозяйства.....	76
Глава 2	Производительность земледельческих агрегатов и способы ее	
повышения	77
2.1	Структура производственного процесса, выполняемого.....	77
	земледельческими агрегатами	77
2.2	Производительность агрегатов	78
2.3	Удельное сопротивление машин-орудий	80
2.4	Ширина захвата машин-орудий в агрегате.....	80
2.5	Общий порядок комплектования агрегата.....	81
2.6	Степень использования времени смены	82
Глава 3	Прогнозирование производительности агрегатов и резервы ее	
повышения	83
3.1	Общий порядок научного прогнозирования производительности земледельческого агрегата	84
3.2	Влияние почвенно-климатических и организационных условий	

работы агрегатов на производительность	85
3.3 Резервы повышения производительности агрегатов.....	87
3.4 Производительность агрегатов на уборочных работах.....	88
Глава 4 Показатели механизации труда и использования	
земледельческих агрегатов	90
4.1 Повышение уровня механизации и совершенствование	
машиноиспользования.....	90
4.2 Основные показатели уровня механизации сельскохозяйственного	
производства.....	91
4.3 Повышение экономической эффективности производства	
механизированных работ	92
4.4 Производственные условия хозяйств	93
4.5 Использование земледельческих агрегатов	93
4.6 Эффективность использования агрегатов.....	94
4.7 Основной экономический параметр машины	95
4.8 Затраты труда и механической энергии на производство работ	96
Глава 5 Расход и экономия моторного топлива и масел	97
5.1 Величина расхода топлива на основную работу агрегата	97
5.2 Влияние регулировки двигателя на расход топлива.....	98
5.3 Влияние субъективных условий использования агрегатов на	
величину погектарного расхода топлива	99
5.4 Снижение величины погектарного расхода топлива за счет	
субъективных условий использования агрегатов	100
5.5 Влияние объективных условий использования агрегатов	101
на величину расхода топлива.....	101
5.6 Расход смазочных масел.....	102
Глава 6 Обоснование системы профилактических мероприятий	
обслуживания машин	102
6.1 Закономерности развития внутренних возмущений в	
сельскохозяйственных машинах	103
6.2 Срок службы машин.....	104
6.3 Основы формирования системы профилактического технического	
обслуживания	105
6.4 Формирование системы профилактического технического	
обслуживания	106
6.5 Диагностирование машин.....	107
6.6 Управление техническим состоянием машин	107
Глава 7 Интенсификация производства сельскохозяйственных	
культур в сибире.....	108
7.1 Природные условия, определяющие системы обработки почвы...	109
7.2 Технологии и системы обработки почвы.....	110
7.3 Классификация способов обработки почвы	112
7.4 Основные принципы и приемы минимальной и нулевой обработки	
почв	114

7.5 Улучшение структуры парка машин и средств их обслуживания..	115
7.6 Методика разработки и расчета технологических карт	116
Глава 8 Система машин для ресурсосберегающих технологий	118
8.1 общая характеристика системы земледельческих машин	118
8.2 характеристика отечественных тракторов.....	118
8.3 особенности конструкций зарубежных тракторов	119
8.4 технический уровень почвообрабатывающих и посевных машин	120
8.5 перечень машин для ресурсосберегающих технологий	121
Раздел 3 Проектирование технологий производства основных видов продукции растениеводства и их техническое обеспечение	123
Глава 1 Технология внесения удобрений.....	123
1.1 Способы внесения удобрений.....	123
1.2 Технологические схемы внесения удобрений.....	124
1.3 Технология внесения минеральных удобрений.....	124
1.4 Технология внесения органических удобрений.....	127
Глава 2 Технология основной и предпосевной обработки почвы.....	129
2.1 Операционная технология вспашки с оборотом пласта	129
2.2 Технология безотвальной вспашки.....	132
2.3 Технология дискования почвы	132
2.4 Технология предпосевной обработки	133
Глава 3 Технология посева и посадки сельскохозяйственных культур.....	137
3.1 Способы посева сельскохозяйственных культур	137
3.2 Операционная технология посева зерновых культур.....	137
3.3 Операционная технологии посева и посадки пропашных культур	140
Глава 4 Технологии ухода за посевами сельскохозяйственных культур.....	142
4.1 Основные агротехнические приемы при уходе за посевами	142
4.2 Технологии ухода за посевами зерновых культур	143
4.3 Технологии ухода за посевами пропашных культур	145
Глава 5 Технологии уборки сельскохозяйственных культур.....	146
5.1 Технологии уборки зерновых культур	146
5.2 Техническое обеспечение уборки зерновых.....	149
5.3 Технологии уборки картофеля	151
Глава 6 Технологии заготовки кормов.....	153
6.1 Агротехнические требования	153
6.2 Технологии заготовки сочных кормов.....	153
6.3 Технологии заготовки сена	156
Глава 7 Проектирование состава и планирование работы МТП	158
7.1 Факторы, определяющие выбор видов машин	158
7.2 Методы определения рационального состава МТП.....	158
7.3 Определение потребности в тракторах, сельхозмашинах, автомобилях и трудовых ресурсах.....	160
7.4 Пути улучшения эксплуатации МТП.....	162

7.5 Анализ использования МТП по основным показателям эффективности	163
Раздел 4 Проектирование обеспечения работоспособности машин ..	164
Глава 1 Основы технической эксплуатации машин	164
1.1 Структура технической эксплуатации машин	164
1.2 Техническое состояние машин	165
1.3 Факторы, влияющие на техническое состояние машин	166
1.4 Закономерности изменения технического состояния машин	167
1.5 Эксплуатационная технологичность машин	168
Глава 2 Система технического обслуживания машин	169
2.1 Основы системы технического обслуживания и ремонта машин ..	169
2.2 Виды технического обслуживания и их характеристика	171
2.3 Периодичность технического обслуживания машин	173
Глава 3 Содержание и технологии технического обслуживания машин	174
3.1 Основные операции и понятие о технологиях технического обслуживания техники	174
3.2 Содержание технического обслуживания тракторов	175
3.3 Техническое обслуживание мобильных	177
сельскохозяйственных машин	177
3.4 Эффективность соблюдения правил технической эксплуатации машин	178
Глава 4 Основные неисправности машин и их внешние признаки ..	178
4.1 Неисправности двигателя	178
4.2 Неисправности трансмиссии	181
4.3 Неисправности ходовой системы, механизмов управления	182
и тормозов	182
4.4 неисправности тракторных гидросистем	183
4.5 неисправности электрооборудования	183
4.6 неисправности сельскохозяйственных машин	184
Глава 5 Техническое диагностирование машин	184
5.1 Основные понятия и определения	184
5.2 Техническое диагностирование машин	185
5.3 Методы диагностирования машин	186
Глава 6 Технология диагностирования машин	187
6.1 Характеристика технологии диагностирования	187
6.2 Организация диагностирования машин	189
6.2 Диагностирование машин органолептическими методами	190
6.3 Диагностирование машин инструментальными методами	191
6.4 Прогнозирование технического состояния и остаточного ресурса машин по результатам диагностирования	192
Глава 7 Техническое обслуживание автомобилей	193
7.1 Назначение системы технического обслуживания и основные требования к ней	193

7.2	Содержание системы технического обслуживания и ремонта	193
7.3	Фирменные системы технического обслуживания и ремонта	196
7.4	Ресурсное корректирование нормативов технической эксплуатации автомобилей	197
7.5	Практическое применение нормативов при проектировании и организации технического обслуживания и ремонта	199
7.6	Особенности эксплуатации автомобилей при низких температурах	201
Глава 8	Техническое обслуживание современных отечественных комбайнов и тракторов	203
8.1	Краткая техническая характеристика и техническое обслуживание тракторов К-744	203
8.2	Краткая техническая характеристика и техническое обслуживание тракторов VERSATIL	205
8.3	Краткая техническая характеристика и техническое обслуживание комбайнов АКРОС, TORUM	207
8.4	Краткая техническая характеристика и техническое обслуживание комбайнов Дон-680М, РСМ-1401	211
Глава 9	Техническое диагностирование импортных мобильных машин	214
9.1	Особенности эксплуатации импортных мобильных машин в России	214
9.2	Организация технического сервиса	215
9.3	Система электронного диагностирования современных машин	217
9.4	Технические средства диагностирования машин, снабженных бортовой системой диагностирования	220
Глава 10	Техническое обслуживание зарубежной мобильной сельскохозяйственной техники	222
10.1	Техническое обслуживание тракторов John Deere серии 9030	222
10.2	Техническое обслуживание тракторов AXION серии 900	224
10.3	Техническое обслуживание зерноуборочных комбайнов фирмы CLAAS	226
Глава 11	Производственная база технического обслуживания и диагностирования машин	227
11.1	Классификация средств технического обслуживания	227
11.2	Средства технического обслуживания машин	228
11.3	Выбор и обоснование средств то и исполнителей	230
Глава 12	Проектирование технического обслуживания машин	231
12.1	Методы проектирования технического обслуживания машин	231
12.2	Расчет трудоемкости и числа рабочих на техническое обслуживание	232
12.3	Организация технического обслуживания машин	233
Глава 13	Организация и технология хранения машин	235
13.1	Виды и способы хранения машин	235

13.2	Материально-техническая база хранения машин.....	236
13.3	Технологическое и техническое обслуживание машин при хранении.....	239
13.4	Организация и технология работ на машинном дворе	240
Раздел 5 Проектирование работы транспортного парка машин.....		242
Глава 1 Транспорт в агропромышленном комплексе		242
1.1	Значение, проблемы и классификация сельскохозяйственного транспорта.....	242
1.2	Система обозначения автотранспортных средств	243
1.3	Классификация грузов и дорог.....	244
1.4	Транспортный процесс.....	245
1.5	Маршруты движения транспортных средств.....	247
1.6	Организация перевозок	248
Глава 2 Производительность транспортных и погрузочно-разгрузочных устройств		248
2.1	Характеристика и выбор транспортных средств	251
2.3	Расчет потребности в транспортных средствах	253
2.4	Основные показатели использования транспортных средств.....	254
Глава 3 Технологические схемы транспортного обслуживания уборочных машин.....		255
3.1	Технологии транспортного обслуживания уборочных машин	255
3.2	Прямоточные перевозки зерна автомобилями и тракторными поездами.....	256
3.3	Перевозки зерна оборотными прицепами и оборотными поездами.....	257
3.4	Перевозки зерна с использованием большегрузных прицепов перегружателей	258
3.5	Транспортное обслуживание кормоуборочных комбайнов.....	261
3.6	Проектирование уборочного процесса	262
3.7	Проектирование транспортного обслуживания комбайнов	263
Глава 4 Обеспечение машин эксплуатационными материалами.....		265
4.1	Классификация эксплуатационных материалов и организация их поставки потребителям	265
4.2	Обеспечение машин топливом и смазочными материалами.....	266
4.3	Организация заправки машин	267
4.4	Определение потребности в нефтепродуктах	269
4.5	Потери нефтепродуктов и пути сокращения потерь	270
Глава 5 Инженерно-техническая служба по эксплуатации машин....		272
5.1	Задачи и структура инженерно-технической службы	272
5.2	Порядок ввода машин в эксплуатацию	273
5.3	Списание сельскохозяйственной техники	274
5.4	Государственный надзор за техническим состоянием машин	274
Список литературы.....		277

ВВЕДЕНИЕ

Основная задача сельскохозяйственного производства – обеспечить население высококачественными продуктами питания, а перерабатывающую промышленность – соответствующими видами сырья. Важной составной частью материальной базы для успешного решения актуальной задачи являются машинно-тракторные агрегаты (МТА) и весь машинно-тракторный парк (МТП) хозяйств, включая фермерские хозяйства, ассоциации, акционерные общества и т.д. От эффективности использования как отдельных агрегатов, так и всего машинно-тракторного парка непосредственно зависят количество и качество производимой сельскохозяйственной продукции, затраты соответствующих ресурсов и, в конечном итоге, экономическое благополучие всего предприятия.

Дисциплина «Проектирование производственных процессов в растениеводстве» формирует у студентов фундамент основ проектирования производственных процессов в агропромышленном комплексе.

Цель изучения дисциплины – научить будущих магистров основам проектирования сельскохозяйственных процессов, правилам производства механизированных работ при возделывании основных сельскохозяйственных культур, особенностям использования маши; приемам планирования и расчета технического обслуживания парков машин, методикам расчета потребности в эксплуатационных материалах; методам расчета состава и планирования работы машинно-тракторного парка.

Главная **задача дисциплины** - научить будущих магистров приемам проектирования и построения технологических процессов при производстве сельскохозяйственных культур; современным методам и средствам диагностирования и технического обслуживания машин в условиях многоуровневого хозяйствования и различных форм собственности.

Указанные методы включают решение всего комплекса следующих взаимосвязанных задач: обоснование оптимального состава и режимов работы МТА; выбор ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур; разработка научно обоснованных правил выполнения механизированных работ; обоснование ресурсосберегающих методов и средств технического обслуживания МТП.

РАЗДЕЛ 1 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Глава 1 Основы машиноиспользования в агропромышленном комплексе

1.1 Основные понятия и определения машиноиспользования в растениеводстве

МТП – это совокупность мобильных машин предприятия вместе с энергетическими средствами и вспомогательными устройствами.

МТА – сочетание рабочих машин с источником энергии, передаточными и вспомогательными устройствами.

Сельскохозяйственная работа – сочетание основной и вспомогательной операций, в результате выполнения которых достигается получение сельскохозяйственной продукции.

Основная операция сельскохозяйственной работы – совокупность действий, направленных на изменение положения, состояния или свойств, обрабатываемого материала, или среды.

Вспомогательная операция сельскохозяйственной работы – совокупность действий, имеющих целью обеспечить выполнение основной операции.

Технология – это совокупность операций о способах, закономерностях и средствах выполнения работ или процессов.

Производственный сельскохозяйственный процесс – это совокупность биологических процессов и сельскохозяйственных работ, выполненных в определенной последовательности с целью получения сельскохозяйственной продукции.

Транспортный процесс – это операции, представляющие перемещение груза из грузообразующей точки в грузопоглащающую без изменения его свойств. Транспортные операции тесно связаны с основными технологическими операциями.

Система машин – представляет собой комплекс взаимосвязанных по технологическим процессам и производительности технических средств, обеспечивающих максимально возможный уровень механизации работ в растениеводстве. Система машин включает частные системы машин для различных почвенно-климатических зон; для возделывания отдельных культур; для механизации сложных технологических процессов. Составными элементами системы машин являются отдельные машины, МТА и технологические комплексы.

1.2 Условия и особенности использования машин в сельском хозяйстве

Сельскохозяйственное производство значительно отличается от производства продукции в условиях промышленных предприятий. Механиза-

ция сельского хозяйства эффективна тогда, когда машины по своим технико-экономическим показателям отвечают условиям использования. Использование машин в сельском хозяйстве имеет свои особенности.

Во-первых, производство сельскохозяйственных культур связано с обеспечением их питательными веществами, находящимися в почве или вносимыми через почву. Для выращивания культур необходима солнечная энергия, равномерно освещающая площадь, и так же, как и питательные вещества, не может быть сосредоточена в определенных, ограниченных пунктах. В силу этого сельскохозяйственное производство рассредоточено на больших земельных площадях.

Во-вторых, выращивание сельскохозяйственных культур связано с выполнением значительного количества производственных процессов: обработка почвы, посев и уход за растениями, уборка урожая и т.д. Выполнение этих производственных процессов возможно только с перемещением сельскохозяйственных машин по полям для подведения их к обрабатываемым материалам.

В-третьих, выполнение производственных процессов в сельском хозяйстве во времени не может быть производственным. Они должны выполняться в строго определенные, агротехнические сроки, которые зависят от места расположения сельскохозяйственного предприятия, времени года, почвенно-химических, климатических и других условий.

В-четвертых, при выполнении производственных процессов машины имеют дело с живой природой, состояние которой непрерывно изменяется, подчиняясь биологическим закономерностям.

Территория Российской Федерации, на которой возделываются сельскохозяйственные культуры, разделена на десять почвенно-климатических зон. Они характеризуются размерами полевых участков, длиной гонов, сопротивлением почв, сроками проведения работ, технологией возделывания и видами культуры. В связи со значительными почвенно-климатическими различиями отдельных зон выделены подзоны, они более точно отражают природные условия входящих в них административных областей (табл. 1.1).

Таблица 1.1 Краткая характеристика почвенно-климатических зон России

Район	Номер зоны	Удельное сопротивление почвы (стерня), МПа	Средняя длина гона, м
Центрально-Черноземный	4	0,055	800-1000
Поволжский	5 – 1	0,053	600-1000 более 1000
	5 – 2	0,054	
Уральский	7 – 1	0,052	300-800 1000-1200
	7 – 2	0,055	
Западно-Сибирский	8 – 1	0,059	300-600 1000 и более
	8 – 2	0,057	
Восточно-Сибирский	9 – 1	0,056	600-1000 –
	9 – 2	0,068	

Взаимосвязанность работы разнотипных машин и агрегатов при выполнении полевых работ, сроки использования техники различны и составляют: для тракторов 1300 ... 1500 часов; для комбайнов – 350 ... 600 часов. Машинно-тракторные агрегаты перемещаются на большие расстояния, расходуя значительное количество энергии.

Все это существенно отличает сельскохозяйственное производство от других отраслей и создает своеобразные условия применения машин в сельском хозяйстве.

1.3 Общая характеристика производственных процессов в сельском хозяйстве

При возделывании сельскохозяйственных культур в определенной технологической последовательности и в определенные агротехнические сроки выполняют ряд производственных процессов.

Все производственные процессы можно разделить на следующие виды: *технологические; транспортные; вспомогательные.*

Технологический процесс определяется материалом, в котором он осуществляется; рабочими или исполнительными органами машин, воздействующими на материал, энергией, подводимой к рабочим органам, которая может быть превращена в работу по преодолению сил сопротивления обрабатываемой среды.

Технологический процесс есть совокупность воздействий, направленных на обработку или переработку материала с помощью рабочих органов машин с целью изменения его свойств или состояния.

Технологический процесс характеризуется следующими основными показателями: *качественными, энергетическими и экономическими* (рис. 1.1).

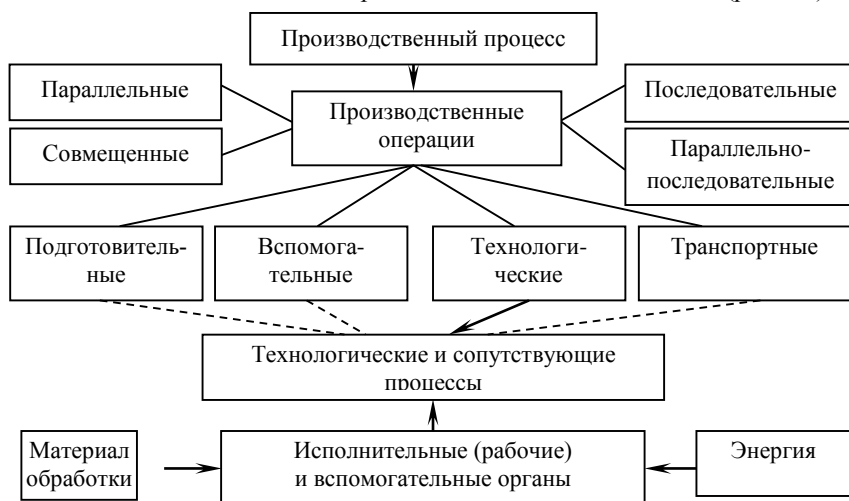


Рис. 1.1. Схема производственного процесса

Качественные показатели устанавливаются на основе агротехнических требований. Например, глубина обработки почвы, норма высева семян, высота среза растений и др. При этом на каждый норматив устанавливаются допустимые отклонения.

Энергетические показатели характеризуются затратами механической энергии на выполнение процесса.

Экономические показатели оценивают производительность МТА и затраты ресурсов на выполнение процесса.

Производственные процессы, выполняемые в сельском хозяйстве, подразделяются на тяговые (мобильные) и стационарные (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Схема процессов сельскохозяйственного производства

Мобильные процессы выполняются с постоянным перемещением машин по полю с помощью различных тяговых средств.

Стационарные процессы выполняются на заранее отведенных для этого местах (токах, силосных траншеях, башнях и т.д.) или в помещениях без постоянного перемещения машин по полю.

Мобильные процессы, в зависимости от назначения, подразделяются на следующие группы:

Внесение удобрений включает работы по внесению минеральных и органических удобрений и мероприятий по химической мелиорации почв, имеющих целью насытить их кальцием (известкование, гипсование и др.).

Основная обработка почвы заключается в создании условий, благоприятных для произрастания сельскохозяйственных культур. К основной обработке почвы относятся: вспашка отвальная, безотвальная, плоскорезная обработка, дискование и др. (рис. 1.3).

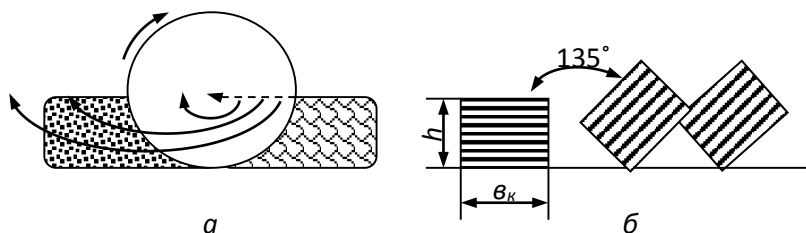


Рис. 1.3. Технологические процессы при дисковании и вспашке почвы:
а – дискование; б – вспашка

Предпосевная обработка включает операции, связанные с выполнением культивации, лущения, боронования, прикатывания, шлифования. В этой группе процессов глубина обработки почвы является особенно существенной.

Посев и посадка сельскохозяйственных культур представляют собой мобильные процессы, которые могут быть подразделены на посев семян, посадку корнеплодов, посадку рассады и др.

Уход за растениями включает большое количество операций по сплошной и междурядной обработке и подкормке сельскохозяйственных культур, по борьбе с сорняками, насекомыми – вредителями, болезнями и т.д.

Уборка урожая возделываемых культур включает: кошение трав на сено, их сушку, сгребание и прессование; раздельное и прямое комбайнирование зерновых культур; тербление льна, уборку силосных культур и закладку силоса; уборку картофеля и других культур. При выполнении этих процессов основная задача состоит в том, чтобы собрать весь биологический урожай без потерь и в возможно короткие сроки.

Транспортные работы связаны с транспортировкой различных грузов (например, продуктов урожая), а также самих машин, которые необходимы при выполнении любого мобильного сельскохозяйственного процесса.

Особое значение, для эффективного функционирования таких систем, имеет оптимальное соотношение числа разнотипных агрегатов, а также вместимостей соответствующих технологических ёмкостей.

Разработка методов комплексного решения подобных задач является одним из актуальных направлений курса эксплуатации машинно-тракторного парка в последующем.

Сельскохозяйственные производственные процессы характеризуются активным взаимодействием больших масс техники и людей на окружающую среду (почву, воду, атмосферу, растения и др.).

В связи с этим решение любых технических задач – от создания машин и агрегатов до их производственной эксплуатации должно тесно увязываться с требованиями охраны окружающей среды.

1.4 Классификация машинно-тракторных агрегатов

Механизированные процессы в сельскохозяйственном производстве выполняются машинными агрегатами, которые подразделяются на простые, комплексные и комбайновые. Простой агрегат включает однородные машины-орудия и выполняет одну операцию. Например, пахотный агрегат, посевной агрегат, культиваторный агрегат и т.д. Комплексный агрегат состоит из разнородных машин-орудий и одновременно выполняет две или более различных операций (вспашка с боронованием, культивация с боронованием и др.). Комбайновый агрегат представляет собой конструктивное объединение нескольких разнородных машин-орудий в одну комбинированную и выполняет несколько операций.

Таблица 1.2 Классификация машинно-тракторных агрегатов

Классификационный признак	Тип агрегата	Назначение
Назначение	Общего назначения	Пахотные, посевные, культиваторные и др.
	Для внесения органико-минеральных удобрений	Внесение органических, минеральных удобрений и т.д.
	Для сева и посадки с.-х. культур	Сев зерновых и др., посадка картофеля и др.
	Пропашной	Междурядная обработка, посев кукурузы и др.
	Уборочный	Уборка зерновых, кукурузы и других культур
	Перерабатывающий	Обработка зерна и др.
	Транспортный	Транспортировка с.-х. культур
Количество одновременно выполняемых операций	Простой	Выполнение одной технологической операции
	Комплексный	Выполнение нескольких технологических операций (вспашка + боронование и др.)
Характер выполнения операций	Мобильный, стационарный, стационарно-передвижной	
Способ соединения	Прицепной	Посевной, Т-150К + 2 Обь-4-3Т
	Навесной	Пахотный, Т-402 + ПЛН-5-35
	Полунавесной	Пахотный, Т-402 + ПЛП-6-35
	Самоходный	Комбайновые, АКРОС-550 Дон-680М
Характер использования энергии	Тяговый	К-744Р1+АПК-7,2
	Тягово-приводной	МТЗ-80 + ПРФ-750
	Приводной	
Размещение машин относительно источника энергии	Симметричный	МТЗ-80 + ОП-2000
	Асимметричный	К-744Р1+ПЛН-8-40

В зависимости от способов передачи энергии к рабочим машинам агрегаты бывают с последовательной, параллельной и со смешанной передачей энергии.

По количеству используемых источников энергии различают агрегаты с одним, двумя и более источниками энергии.

Машинно-тракторные агрегаты **классифицируют** по следующим признакам:

- по принципу соединения рабочих машин с трактором – *прицепные, навесные, полунавесные*;

- по количеству машин в агрегате – *одномашинные, многомашинные*;

- по составу рабочих машин и количеству одновременно выполняемых операций – *однородный, комплексный, комбайновый*;

- по виду выполняемых работ – *пахотный, посевной, уборочный, транспортный*;

- по способу привода рабочих органов сельскохозяйственных машин – *с приводом от ВОМ трактора, с приводом от опорно-ходовых колес сельскохозяйственной машины, с приводом от собственного двигателя*;

- по расположению сельскохозяйственных машин относительно трактора – *с задним расположением, с передним расположением, с боковым расположением, с комбинированным расположением*;

- по расположению рабочих органов машин относительно продольной оси трактора – *симметричное, асимметричное*;

- по наличию технологической ёмкости для (собираемого) распределяемого материала – *с ёмкостью, без ёмкости*.

Полевые агрегаты типа самоходных зерноуборочных, кормоуборочных комбайнов называют *самоходными машинами*.

1.5 Энергетические средства сельскохозяйственного производства

Основными энергетическими средствами сельскохозяйственного производства являются механические двигатели тракторов, комбайнов, автомобилей, мобильных модулей и др. Основные энергетические средства в сельском хозяйстве – это тракторы. Современные сельскохозяйственные тракторы классифицируют по внешнему виду, назначению, конструкции ходовой части и остова, по номинальному тяговому усилию (тяговому классу). По внешнему виду различают тракторы и самоходные шасси, по назначению – тракторы общего назначения, универсально-пропашные, специальные, малогабаритные и мотоблоки.

Тракторы общего назначения предназначены для выполнения основных сельскохозяйственных работ, общих при возделывании большинства культур (вспашка, боронование, культивация, посев и т.д.).

Тракторы универсально-пропашные используются для возделывания пропашных культур (посев и обработка междурядий), а также для транспортных работ и тех, которые выполняются тракторами общего назначения.

Тракторы специального назначения предназначены для выполнения работ в определенных условиях или для возделывания одной культуры, подразделяются на овощеводческие, садоводческие, свекловодческие, рисо-водческие, горные, болотоходные и др.

Малогабаритные тракторы и мотоблоки предназначены для выполнения работ на малоконтурных участках, делянках, террасах в подсобных, крестьянских и коммунальных хозяйствах.

По конструкции ходовой части различают *колесные* и *гусеничные* тракторы. В колесной формуле (4×2, 4×4 и т.д.) первая цифра соответствует общему числу колес, а вторая – числу ведущих.

По типу остова тракторы подразделяются на: *рамные, полурамные* и *безрамные*.

Трактор относят к тому или иному тяговому классу в соответствии со значением его номинального тягового усилия (табл. 1.3).

Таблица 1.3 Тяговые классы тракторов

Тяговый класс, т	0,2	0,6	0,9	1,4	2	3	4	5	6	8
Номинальное тяговое усилие, кН	2	6	9	14	20	30	40	50	60	80
Диапазон тягового усилия, кН	0,8-5,4	5,4-8,1	8,1-12,6	12,6-18	18-27	27-36	36-45	45-54	54-72	72-108

Будем рассматривать только основные эксплуатационные показатели энергетических средств. К таким показателям относятся: высокое качество выполняемого технологического процесса; минимальный расход ресурсов; высокая производительность и надежность в составе агрегата.

Номинальное тяговое усилие – это усилие, которое трактор развивает на стерне (чернозем или суглинок) нормальной плотности и влажности. Буксование колесных тракторов (4×2) допускается при этом не более 17-18%, а гусеничных – 5%.

1.6 Эксплуатационные свойства двигателей мобильных машин

Цель изучения эксплуатационных свойств двигателя – обоснование рационального режима его загрузки с учетом характера изменения сил сопротивления рабочих машин в составе агрегата.

На всех основных мобильных энергетических средствах сельскохозяйственного назначения устанавливают дизельные двигатели с всережимным регулятором, поэтому методы анализа их эксплуатационных свойств будут общими. Указанный анализ целесообразно проводить на базе регуляторной характеристики двигателя, которая в зависимости от решаемых задач может быть построена в виде функции частоты враще-

ния коленчатого вала n_δ . Основные эксплуатационные качества двигателей внутреннего сгорания устанавливаемых на тракторах: динамические и экономические.

К *динамическим* относятся: максимальная эффективная мощность двигателя, N_e , кВт; максимальный крутящий момент, M_δ , кНм; крутящий момент при максимальной мощности, M_e , кНм; число оборотов коленчатого вала при максимальной мощности, n , об/мин; коэффициент приспособляемости двигателя, $K_{пр}$.

К *экономическим* следует отнести удельный расход топлива при максимальной мощности, g_e , г/кВтч и часовой расход топлива при номинальной нагрузке, G_m , кг/ч.

Все указанные показатели связаны между собой соотношениями следующего вида:

$$N_e = M_\delta \cdot n_\delta, \tag{1.1}$$

$$g_e = G_T / N_e, \tag{1.2}$$

Наиболее часто при эксплуатационных расчетах используют характеристики, построенные в функции n (см. рис. 1.4). Основные эксплуатационные характеристики двигателя: номинальные мощность двигателя N_e , крутящий момент M_e и частота вращения вала n_n ; максимальные крутящий момент M_δ при минимальной частоте вращения коленчатого вала $n_{пр}$, обороты холостого хода $n_{хх}$.

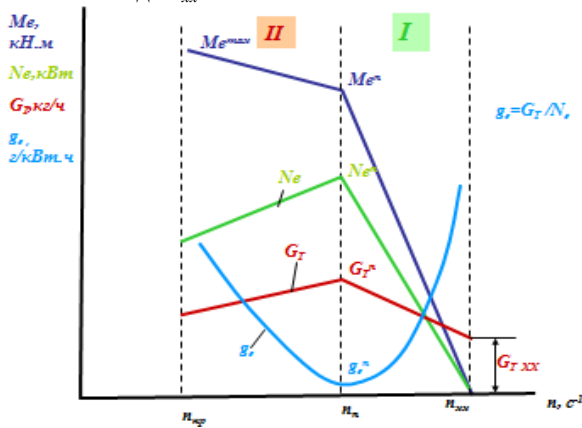


Рис. 1.4. Регуляторная характеристика двигателя в функции n .

Ветви характеристики (см. рис. 1.4) на участке от $n_{хх}$ до n_n называются *регуляторными*, а на участке от n_n до $n_{пр}$ – *перегрузочными* или *корректорными*. Важнейшей оценочной характеристикой полноты реализации энергетических возможностей двигателя в процессе его эксплуатации является степень использования мощности:

$$K_u = N_i / N_H. \tag{1.3}$$

где N_i – мощность, соответствующая заданной нагрузке.

Однако такой средний режим нагрузки двигателя при выполнении полевых работ неприемлем из-за изменчивого характера действующих сил сопротивления. Чем больше коэффициент вариации сил сопротивления, тем меньше должны быть значения K_u и K_m , чтобы запас мощности двигателя был достаточен для преодоления временных перегрузок. При недостаточном запасе мощности двигатель может заглохнуть или оператор вынужден перейти на пониженную передачу, что приводит к снижению производительности МТА.

Способность двигателя преодолевать кратковременные перегрузки в значительной степени зависит от характера изменения корректорной ветви крутящего момента. Перегрузочную способность при этом оценивают коэффициентами приспособляемости двигателя по крутящему моменту (k_m) и по частоте вращения (k_n):

$$k_m = M_i / M_e; k_n = n_n / n_{np}, \quad (1.4)$$

Для обычных тракторных дизелей: $k_m = 1,1 \dots 1,2$; $k_n = 1,3 \dots 1,6$. Преимущества двигателя с более высокими значениями k_m и k_n выражаются в том, что значительная часть временных перегрузок в процессе работы агрегата преодолевается без переключения передач.

Глава 2 Эксплуатационные свойства рабочих машин

2.1 Основные эксплуатационные показатели рабочих машин

Все основные эксплуатационные показатели мобильных машин делят на следующие группы: технологические показатели; энергетические показатели; экономические показатели; экологические показатели; эргономические показатели; показатели надежности.

Технологические показатели характеризуют качество выполнения машиной технологического процесса в соответствии с агротехническими требованиями (глубина обработки, гребнистость, глубина заделки семян, норма высева, ширина защитной зоны, потери урожая и т.п.).

Энергетические показатели характеризуют удельный расход энергии в расчете на единицу объема выполняемой работы, зависящей от сил сопротивления, создаваемых обрабатываемой средой на рабочих органах машин. Экономия энергии и топлива являются одним из важнейших направлений ресурсосбережения. Поэтому режимы работы МТА должны отвечать указанным требованиям.

Экономические показатели выражаются производительностью и эксплуатационными затратами в процессе работы машин в составе агрегатов. Выбираемые режимы работы машин должны обеспечивать высокую производительность при наименьших затратах ресурсов.

Экологические показатели характеризуют воздействие машин на окружающую среду (почву, воздух, растительный и животный мир, воду). Показатели данной группы особо актуальны во всем мире.

Эргономические показатели определяют приспособленность машин к биологическим, физиологическим и другим особенностям человека. Режимы работы машин должны выбираться таким образом, чтобы создавались оптимальные условия для длительной высокопроизводительной работы механизаторов и других специалистов в системе *человек-машина*.

Показатели надежности характеризуют способность машины выполнять заданные функции в заданных условиях и в течение требуемого промежутка времени. Уровень надежности машин закладывается в процессе её проектирования и производства. Однако на показатели надежности машины существенно влияют также режимы её эксплуатации. Соответственно одной из важнейших задач обоснования эксплуатационных режимов работы машин является обеспечение их высокой надёжности.

Разработка методов обеспечения высокого уровня рассмотренных эксплуатационных показателей работы машин и агрегатов является одним из главных направлений курса «Проектирования производственных процессов в АПК». Эта проблема достаточно сложная и многоплановая и методы её решения будут излагаться в последующем.

В пределах данного раздела будем рассматривать энергетические показатели сельскохозяйственных машин как составных элементов МТА.

2.2 Тяговое сопротивление рабочих машин

Под тяговым сопротивлением рабочей машины подразумевается суммарная сила сопротивления, возникающая при перемещении её по полю. По значению эта сила равна тяговому усилию, которое необходимо приложить со стороны трактора или другой мобильной энергомашины.

Основная задача при изучении данного энергетического показателя заключается в определении влияния основных факторов на тяговое сопротивление машин с целью последующего обоснования энергосберегающих режимов работы.

Общее тяговое сопротивление складывается из сил сопротивления перемещению машины по полю в составе агрегата и сил взаимодействия рабочих органов с обрабатываемой средой. Численное значение тягового сопротивления машины зависит от множества факторов, основными из которых являются физико-механические свойства обрабатываемых материалов (влажность, плотность почвы, твердость и др.). Значительное влияние на тяговое сопротивление машины также оказывают конструктивные особенности рабочих органов и всей машины, ширина захвата, глубина обработки почвы, рабочая скорость, уровень технического обслуживания и др. Поэтому при практических расчетах тяговое сопротивление машин определяют по упрощенным формулам.

Сопротивление рабочих машин, возникающее при их передвижении в результате взаимодействия внешних факторов (силы тяги, вращающего момента, массы машины и др.) с обрабатываемой средой, материалом, называется тяговым. МТА может совершать работу лишь в том случае, если трактор преодолевает сопротивление прицепной части агрегата.

Тяговое сопротивление машин – орудий может быть подразделено на рабочее и холостое.

Рабочим тяговым сопротивлением называется такое сопротивление, которое оказывает машина или орудие при передвижении ее в рабочем состоянии (с включенными рабочими органами).

Холостым тяговым сопротивлением называется сопротивление передвижению машин или орудия в транспортном положении (с выключенными рабочими органами).

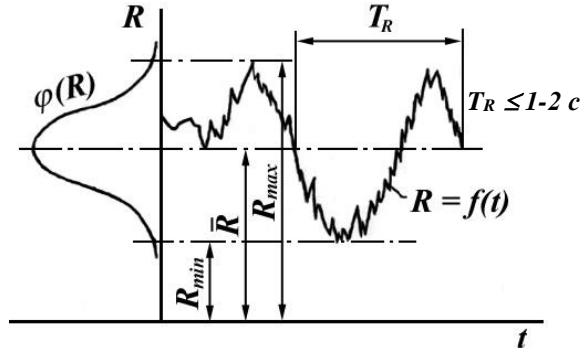


Рис. 1.5. Изменения тягового сопротивления машин в процессе работы

Наиболее полной характеристикой в данном случае является плотность распределения $\varphi(R)$, которая с достаточной точностью описывается нормальным законом. При практических расчетах в качестве важнейших числовых характеристик используют: R_{min} , R_{max} , \bar{R} – соответственно минимальное, максимальное и среднее значение сопротивления; D_R – дисперсия; σ_R – среднеквадратическое отклонение; V_R – коэффициент вариации.

Все перечисленные числовые характеристики определяются по формулам теории вероятностей.

Величина холостого тягового сопротивления машины зависит от массы, типа и конструкции ходового аппарата и условий движения:

$$R_X = G_M \cdot f_M, \quad (1.5)$$

где G_M – эксплуатационная масса машины, Н;

f_M – коэффициент сопротивления перекачиванию.

Для комплектования МТА наибольшее значение имеет рабочее сопротивление, $R = k \cdot b$, соотношение которого с тяговым усилием трактора определяет число машин в агрегате, $R = k \cdot b$.

Для оценки энергоёмкости технологических процессов тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин удобно относить на единицу ширины захвата.

В этом случае получим выражения для определения удельного сопротивления машин:

$$k = R/b, \quad (1.6)$$

и для пахотного агрегата:

$$k_0 = R_{nl} / (h \cdot B_{nl}), \quad (1.7)$$

где b – ширина захвата машины, м;

B_{nl} – ширина захвата плуга, м;

h – глубина вспашки, м.

2.3 Факторы, влияющие на тяговое сопротивление машин

Тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин зависит от множества факторов, которые условно можно разделить на четыре группы: конструктивные; почвенно-климатические; технологические и эксплуатационные.

Главное влияние на величину тяговых сопротивлений оказывает технологический процесс основных операций, заключающихся в подрезании, обороте пласта, рыхлении, резании и т.д., а также при выполнении вспомогательных операций: в доставке орудий к обрабатываемой среде и др.

Конструктивные факторы, влияющие на удельное сопротивление машин: ширина захвата, геометрические формы рабочих органов, масса, тип и их число; материал и технология изготовления рабочих органов; вес машины, наличие вспомогательных устройств; тип и устройство ходового аппарата.

Почвенно-климатические: состояние обрабатываемой среды, состояние поверхности поля, физико-механические свойства обрабатываемого материала – влажность, твердость, плотность и т.д.

В практике эксплуатации МТА принято считать почвы: легкими при $k_0 < 30$ кН/м²; средними – $k_0 = 30...50$ кН/м²; тяжелыми – $k_0 = 50...85$ кН/м²; весьма тяжелые – $k_0 > 85$ кН/м².

Важнейшее значение для почвообрабатывающих машин имеет плотность и твердость почвы, увеличение которых вызывает рост тягового сопротивления. Увеличение влажности почвы до оптимального значения (21...22 %) вызывает уменьшение тягового сопротивления вследствие снижения твердости (рис.1.6). При дальнейшем росте влажности тяговое сопротивление увеличивается из-за залипания рабочих органов машин.

Прирост тягового сопротивления машин приводит к росту затрат энергии и к перерасходу ресурсов.

Технологические факторы определяются выбранной технологией выполнения работ при возделывании сельскохозяйственных культур: классическая технология с оборотом пласта при вспашке; минимальная обработка; нулевая технология (No Till).

Эксплуатационные оказывают наибольшее влияние на удельное сопротивление машины: степень изношенности рабочих органов, качество регулировок, качество смазки узлов и агрегатов машины.

Эксплуатационные режимы работы: рабочая скорость движения, глубина обработки, степень использования пропускной способности и др.



Рис.1.6 Характер изменения удельного сопротивления плуга в зависимости от влажности почвы

2.4 Тяговое сопротивление прицепной части агрегата

Общее сопротивление прицепной части МТА будем рассматривать при движении на подъем, т.е. при самых трудных условиях работы, при этом на величину сопротивления существенно влияет скорость движения агрегата (рис.1.7).

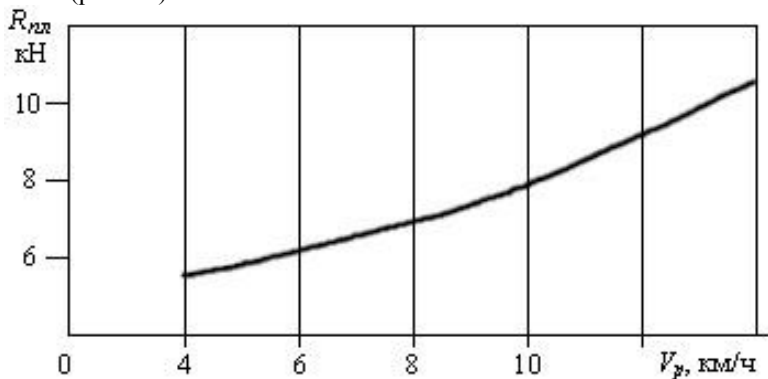


Рис. 1.7 Изменение тягового сопротивления плуга в зависимости от скорости движения

Таким образом, для практических расчетов необходимо по значениям k и k_o , полученным экспериментальным путем при $V_p = 5$ км/ч, получать значения k_v и k_{ov} при V_p по следующим зависимостям:

$$k_v = k \cdot [1 + a_k \cdot (V_p - V_0)] \quad (1.8)$$

$$k_{ov} = k_o \cdot [1 + 0.006 \cdot (V_p - V_0)], \quad (1.9)$$

где a_k – коэффициент, учитывающий приращение k в зависимости от скорости движения.

Рассмотрим работу агрегата на местности с подъемом (рис. 1.8).

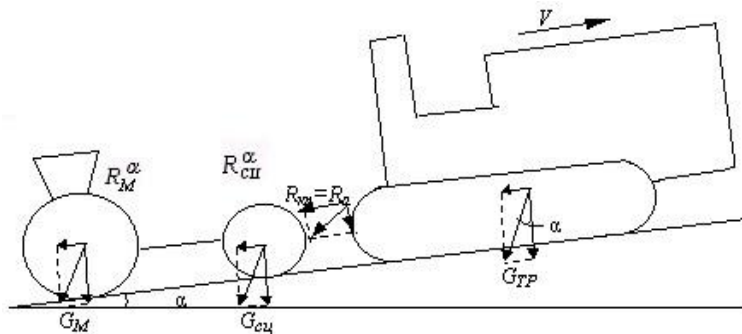


Рис. 1.8. Схема сил, действующих на агрегат при его движении на подъем

С учетом сил, действующих на агрегат, составим уравнение тягового сопротивления прицепной части агрегата:

$$R_a = R \pm R_a + R_{сц}, \quad (1.10)$$

где R – тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин, Н;

R_a – сопротивление машин при движении на подъем, Н;

$R_{сц}$ – сопротивление на перемещение сцепки, Н.

Сопротивление рабочих машин агрегата будет равно:

$$R = k \cdot b_m \cdot n, \quad (1.11)$$

Сопротивление машин при движении на подъем можно определить по следующему выражению:

$$R_a = \pm G_m \cdot n \cdot i, \quad (1.12)$$

где i – величина уклона в сотых долях.

При перемещении многомашинного МТА сопротивление сцепки будет равно:

$$R_{сц} = G_{сц} \cdot (f_{сц} \pm i), \quad (1.13)$$

где $f_{сц}$ – коэффициент сопротивления на перемещение сцепки;

$G_{сц}$ – вес сцепки, кг.

С учетом уравнений (1.11...1.13) можно записать уравнение для определения сопротивления прицепной части агрегата:

$$R_a = (k \cdot b_m \pm G_m \cdot i) \cdot n + G_{сц} \cdot (f_{сц} \pm i), \quad (1.14)$$

Приведенные выше уравнения для определения тягового сопротивления агрегата даны для установившегося движения, когда $V_p = const$ и $dv/dt = 0$.

Для пахотного агрегата сопротивление можно определить по следующей формуле:

$$R_{нл} = k_{ov} \cdot B_{нл} \cdot h + G_{нл} \cdot (\lambda f + i), \quad (1.15)$$

где λ – коэффициент учитывающий дозагрузку трактора при работе с навесными машинами.

2.5 Эксплуатационные свойства сцепок

Сцепка в составе МТА является вспомогательным устройством и предназначена для соединения нескольких машин с трактором. Сцепка должна обеспечивать высокое качество выполнения технологического процесса, рациональную загрузку двигателя трактора, высокую маневренность МТА, удобство его комплектования.

В зависимости от способа присоединения к энергомашине различают прицепные, навесные и полунавесные сцепки. Классифицируют их также по несколько другим признакам, отражающим конструктивные особенности и возможные варианты присоединения к ним рабочих машин.

Основные эксплуатационные свойства сцепок – *фронт сцепки, кинематическая длина и тяговое сопротивление*.

Фронт сцепки представляет собой наибольшее возможное расстояние между крайними точками, к которым можно присоединить рабочие машины.

$$\Phi_{сц} = (n_m - 1) \cdot b_m, \quad (1.16)$$

По значению фронта сцепки определяют возможное число присоединяемых машин.

Кинематическая длина сцепки равна расстоянию между точками присоединения сцепки к трактору и последнего ряда рабочих машин к самой сцепки по ходу агрегата. От фронта и кинематической длины сцепки зависит радиус поворота агрегата и ширина поворотной полосы.

2.6 Пути улучшения эксплуатационных свойств рабочих машин

Эксплуатационные свойства рабочих машин могут быть улучшены в результате целенаправленного воздействия на конструктивные, природно-климатические, технологические и эксплуатационные факторы. Наиболее перспективным направлением считает создание рабочих органов с оптимальными геометрическими формами, отвечающих требованиям высококачественной работы и минимального расхода ресурсов.

Перспективным направлением улучшения эксплуатационных свойств машин может быть также изменение производственных условий работы: выравнивание полей; улучшение структуры почвы; придание полям правильной прямоугольной формы (если это возможно); обработка почвы в состоянии физической спелости.

Из эксплуатационных мероприятий наиболее существенное влияние оказывают: своевременное техническое обслуживание МТА; правильная настройка и регулировка рабочих органов машин в агрегате; выбор оптимальных рабочих скоростей применительно к конкретным условиям работы. Наибольший эффект достигается при комплексном воздействии на группу факторов.

Глава 3 Динамика машинно-тракторного агрегата

3.1 Уравнение движения агрегата

Машинно-тракторный агрегат в динамическом отношении представляет собой систему твердых тел, связанных как жесткими, так и упругими связками. При работе МТА вся система этих тел совершает поступательное движение, а некоторые из них – вращательное.

Тракторный двигатель, преобразуя энергию топлива в механическую, реализует её в виде крутящего момента, M_e . Через трансмиссию весь этот момент передается ведущему аппарату трактора, где он реализуется созданием движущей агрегат силы, $P_{\partial в}$ (внешней по отношению к агрегату). Сила $P_{\partial в}$ сообщает трактору и рабочим машинам ускорение при трогании с места и при изменении скорости движения, а также преодолевает сопротивление машин-орудий при установившемся движении (т.е. при постоянной скорости движения, $(v_p = const)$) (рис. 1.9).

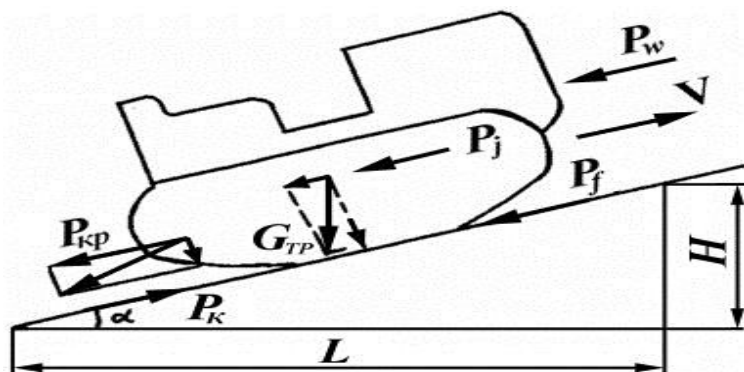


Рис. 1.9. Схема сил, действующих на трактор при движении на подъем

Движение и работа агрегата происходят в результате взаимодействия сил, действующих на агрегат. Движущую силу агрегата создает его энергетическая часть – трактор.

Силы сопротивления слагаются из усилий, возникающих при полезной работе сельскохозяйственных машин.

На МТА действуют следующие силы: движущая сила $P_{\partial в}$, приложенная к трактору и вызывающая движение агрегата; силы сопротивления: движению прицепной части агрегата, $P_{кр}$; движению трактора, возникающие в связи с деформацией почвы ходовым аппаратом P_f , из-за преодоления подъема P_{α} и сопротивления воздушной среды P_w ; силы массы трактора $G_{тр}$ и прицепных машин; силы реакции почвы, возникающие под действием сил тяжести и действующие на ходовой аппарат трактора и рабочих машин; силы реакции между отдельными машинами агрегата, действующие в сцепных устройствах.

Соотношение между силами, действующими на агрегат, и скоростью его движения может быть выражено уравнением:

$$dv/dt = (P_{\partial} - \sum P_c) / m_1 + m_2, \quad (1.17)$$

где m_1 – приведенная масса к поступательно движущимся частям тракторного агрегата масса трактора, включая двигатель;

m_2 – приведенная масса сельскохозяйственных машин агрегата.

Уравнение (1.17) называется уравнением движения агрегата.

Тяговый баланс трактора. Применение уравнения движения агрегата возможно в следующих двух случаях.

Первый случай – движение с постоянной скоростью, $V_p = \text{const}$, т.е. когда агрегат работает при установившемся режиме $dv/dt = 0$. Уравнение (1.17) в этом случае примет вид:

$$\begin{aligned} P_{\partial} - \sum P_c &= 0 \text{ или} \\ P_{\partial} &= \sum P_c, \end{aligned} \quad (1.18)$$

т.е. движущая сила в этом случае будет равна сумме сил сопротивлений, а движение агрегата – равномерное.

Силы сопротивления прямолинейному движению трактора при установившейся работе следующие: сопротивление качению, P_f ; сопротивление подъема, P_{α} ; сопротивление воздуха, P_w .

Следовательно:

$$P_c = P_f + P_{\alpha} + P_w + P_{кр}. \quad (1.19)$$

Подставляя (1.19) в формулу (1.18) и пренебрегая сопротивлением воздуха P_w при $V_p \leq 30$ км/ч, получим:

$$P_{\partial} = P_{кр} + P_f + P_{\alpha}. \quad (1.20)$$

Уравнение (1.20) представляет тяговый баланс МТА при равномерном движении.

Второй случай – движение неравномерное, $V_p \neq \text{const}$. Тогда получим: $dv/dt = \pm j$, где j – ускорение поступательного движения трактора.

Из уравнения (1.18) получаем:

$$P_{\partial} = P_{кр} + P_f + P_{\alpha} + (m_1 + m_2) \cdot j. \quad (1.21)$$

Уравнение (1.21) представляет тяговый баланс агрегата при неустановившемся движении.

В силу неравномерности тяговых сопротивлений агрегата за счет неоднородности почвы, неравномерности работы ходового аппарата и других факторов знак ускорения j будет меняться.

Таким образом, благодаря наличию сил $(m_1 + m_2) j$ между P_{∂} и постоянно изменяющимися в процессе работы агрегата силами сопротивления происходит саморегулирование.

Саморегулирование происходит только в том случае, когда временное увеличение сопротивления МТА преодолевается за счет запаса кинетической энергии вращающихся и поступательно движущихся масс агрегата.

В случае значительных временных перегрузок саморегулирование нарушается, и временные сопротивления преодолеваются путем использования запаса крутящего момента двигателя, если и этого недостаточно, то переходят на низшую передачу.

3.2 Определение касательной силы тяги

Касательная сила возникает в результате работы двигателя трактора, крутящий момент M_e которого через трансмиссию передаётся на ходовой аппарат. Для изучения касательной силы тяги примем: обод колеса гладкий и жесткий, как и поверхность, по которой осуществляется движение.

Крутящий момент M_k , приложенный к ведущему колесу, представим парой сил P_k из которых одна сила приложена к центру колеса, а вторая к ободу.

Рассмотрим схематически действие крутящего момента на ведущее колесо. Примем обод колеса гладким и жестким, причем колесо перемещается по жесткой поверхности. Для перемещения агрегата необходимо наличие внешней силы, которая возникает при взаимодействии ходового аппарата с почвой, в результате которого на ведущее колесо будет действовать реакция почвы.

На ведущее колесо радиуса r_k (рис. 1.10), действует крутящий момент M_k , приложенный к его оси, а также массы G_{TP} , вертикальная реакция почвы R и горизонтальная реакция почвы F .

Крутящий момент M_k можно представить парой горизонтальных сил P_k с плечом r_k , из которых одна приложена к центру колеса, а другая у обода. Касательная сила равна по величине сумме всех горизонтальных сил сопротивления и выражается уравнением:

$$P_k = M_k / r_k . \quad (1.22)$$

Действуя на почву, касательная сила вызывает равную ей, но противоположно направленную силу – реакцию почвы F , действующую, в свою очередь, на колесо.

В результате этого касательная сила P_k взаимно уравновешивается равной ей горизонтальной реакцией почвы F и не оказывает влияние на агрегат. Сила же P_k , приложенная к центру ведущего колеса, вызовет перемещение агрегата и, следовательно, будет являться движущей силой.

Движущей силой агрегата является направленная вперед внешняя сила, создаваемая двигателем трактора при наличии горизонтальной реакции почвы, равной сумме сопротивлений всех внешних сил, действующих на агрегат в направлении его движения.

Согласно уравнению (1.22), формулу для вычисления крутящего момента на ведущей оси определим по выражению:

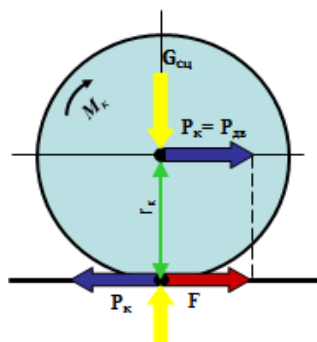


Рис. 1.10. Схема сил, действующих на ведущее колесо трактора

$$M_{\kappa} = M_{\partial} \cdot i_{TP} \cdot \eta_{TP} = (0.159 \cdot N_e \cdot i_{TP} \cdot \eta_{TP}) / n_{\partial}, \text{ Н/м} \quad (1.23)$$

Подставляя формулу (1.23) в (1.22), получим расчетную формулу для касательной силы тяги:

$$P_{\kappa} = (0.159 \cdot N_e \cdot i_{TP} \cdot \eta_{TP}) / n_{\partial} \cdot r_{\kappa}, \text{ Н} \quad (1.24)$$

где n_{∂} – число оборотов вала двигателя, с^{-1} ; r_{κ} – радиус начальной окружности ведущего колеса трактора, м.

При тяговых расчетах r_{κ} можно вычислить по формуле:

$$r_{\kappa} = r_0 + \lambda_n \cdot h, \text{ м} \quad (1.25)$$

где r_0 – радиус обода колеса, м;

h – высота шины, м;

λ_n – коэффициент, учитывающий усадку шины, $\lambda_n = 0,9 \dots 0,95$.

3.3 Определение движущей силы агрегата

Движущая сила $P_{\text{дв}}$ – это основная сила, которая перемещает агрегат. Величина этой силы ограничивается, с одной стороны, силой сцепления трактора с почвой F , а с другой – касательной силой P_{κ} , развиваемой двигателем. Теперь перейдем к определению значений движущей силы агрегата.

По величине реакции почвы на ходовой аппарат судят о силе сцепления его с почвой. Горизонтальную реакцию почвы F , соответствующую наибольшему допустимому буксованию (для гусеничных машин $\delta \leq 8\%$, для колесных $\delta \leq 15\%$), называют максимальной силой сцепления F , её величина зависит от плотности почвы μ и она будет равна:

$$F = G_{\text{сц}} \cdot \mu, \text{ Н} \quad (1.26)$$

где $G_{\text{сц}}$ – сцепная масса трактора, Н;

μ – коэффициент сцепления аппарата с почвой, определяется экспериментальным путем.

Для гусеничных тракторов и полноприводных колесных (4х4) сцепная масса равна:

$$G_{\text{сц}} = G_{\text{мп}}, \text{ Н} \quad (1.27)$$

Для колесных тракторов с одной ведущей осью сцепная масса определяется по формуле:

$$G_{\text{сц}} = 0,67 \cdot G_{\text{мп}}, \text{ Н} \quad (1.28)$$

Очевидно, P_{κ} не зависит от состояния поля и имеет вид прямой, параллельной оси абсцисс. Максимальная сила сцепления F , зависящая от состояния почвы и свойств ходового аппарата, будет изменяться пропорционально состоянию поля.

Таким образом, наибольшая величина движущей силы, перемещающей агрегат, ограничивается с одной стороны величиной касательной силы тяги P_{κ} при $P_{\kappa} < F$, в этом случае движущая сила агрегата будет равна касательной силе тяги $P_{\text{дв}} = P_{\kappa}$ и движители трактора будут работать в условиях достаточного сцепления (рис. 1.10).

С другой стороны движущая сила агрегата будет ограничиваться силой максимального сцепления F , при $P_k > F$, $P_d = F$ и движители трактора будут работать в условиях недостаточного сцепления с почвой (рис. 1.11).

Для определения численных значений движущей силы агрегата P_d , изобразим на графике (рис. 1.12) зависимость сил P_k , F от состояния поля.

Движущая сила представлена вертикальными ординатами. Предельную ее величину на слабых почвах ограничивает сила сцепления F , а на плотных – наибольшая касательная сила тяги P_k .

На слабых почвах, когда $P_k \geq F$ движущая сила агрегата равна силе максимального сцепления, т.е., $P_{дв} = F$, таким образом при работе агрегата на слабых почвах целесообразно увеличивать сцепной вес трактора за счет включения второго ведущего моста, использования гусеничных тракторов, применения навесных машин, использования противовесов.

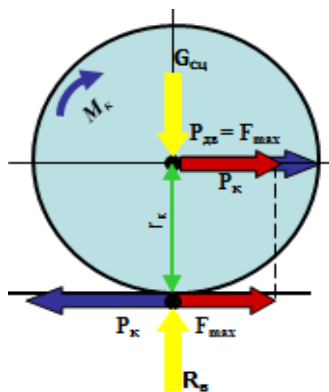


Рис.1.11 Схема образования движущей силы при недостаточном сцеплении движителя трактора с почвой

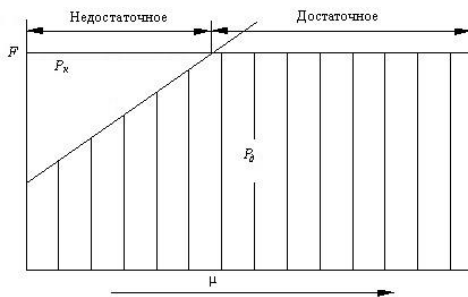


Рис.1.12. График зависимости величины движущей силы агрегата от состояния почвы

3.4 Силы сопротивления движению агрегата

Величину сопротивления передвижению трактора найдем, разложив силу массы трактора при движении на подъем (см. рис. 1.9). Получим следующие составляющие:

$$P_{\alpha} = G_{TP} \sin \alpha \approx G_{TP} \cdot i, \text{ Н} \quad (1.29)$$

$$P_f = G_{TP} \cos \alpha \cdot f \approx G_{TP} \cdot f, \text{ Нй} \quad (1.30)$$

где f – коэффициент сопротивления качению, определяется экспериментально.

Сила P_{α} представляет собой сопротивление движению на подъем. Сила P_f прижимает трактор к поверхности поля и будет вызывать сопротивление качению трактора.

Значение крюковой силы тяги можно определить из уравнения тягового баланса трактора (1.20) или при условии устойчивого сцепления $P_k < F$, $P_{кр}$ будет равно:

$$P_{кр} = \frac{0,159 \cdot i_{ТП} \cdot \eta_{ТП} - G_{ТП}(f \pm i)}{n_{\partial} \cdot r_k}, \text{ Н} \quad (1.31)$$

В случае недостаточного сцепления при $P_k > F$ крюковая сила тяги равна:

$$P_{кр} = \mu \cdot G_{сц} - G_{ТП} \cdot (f \pm i), \text{ Н} \quad (1.32)$$

Анализ вышеприведенных зависимостей и факторов, оказывающих влияние на сцепные свойства ходового аппарата с почвой показывает, что тяговые показатели тракторов можно улучшить за счет: увеличения сцепной массы; рационального распределения массы по осям; увеличения опорной поверхности ходового аппарата; блокирования дифференциала ведущих колес; использования полноприводных (4x4) машин; применения агрегатов с активными рабочими органами; оптимизации давления в шинах.

Тяговые свойства тракторов определяют по экспериментальным тяговым характеристикам.

На рис.1.13 приведен график тягового баланса трактора в зависимости от коэффициента сцепления ходового аппарата с почвой.

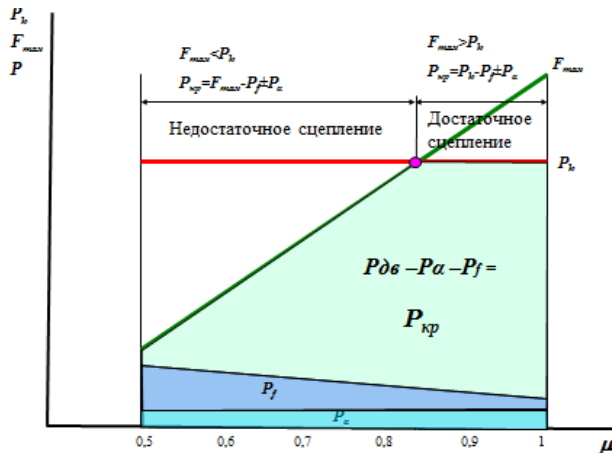


Рис.1.13 График тягового баланса трактора

Величину силы сопротивления подъему учитываю в практических расчетах, предполагая, что агрегат всегда движется на подъем, т.е. преследуя максимальные значения усилия.

Анализ графика показывает, что силы P_k и P_a не зависят от состояния поля прямые параллельны оси μ , остальные силы зависят от состояния поля и с ростом μ сила P_f снижается, движущая сила агрегата растет и ограничивается силами F и P_k .

3.5 Баланс мощности трактора

Энергетические свойства трактора зависят от энергетических свойств двигателя и потерь в процессе передачи энергии от двигателя к трансмиссии при образовании движущей силы и силы тяги.

При использовании трактора на выполнении механизированных работ не вся эффективная мощность двигателя расходуется на полезную работу: значительная её часть идет на преодоление различных сопротивлений.

При равномерном движении, когда $v=const$ имеют место такие потери мощности: механические потери на трение в трансмиссии трактора, N_{mp} ; потери на буксование ведущих колес и гусениц, N_b ; потери на самопередвижение трактора, N_f ; потери на преодоление подъема, N_a .

Остальная часть эффективной мощности используется на полезную работу, $N_{кр}$ или $N_{кр} + N_{вом}$.

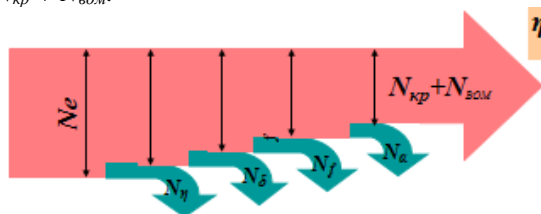


Рис.1.14 Схема баланса мощности трактора

$$\eta = \frac{N_{кр} + N_{вом}}{N_e}, \quad (1.33)$$

$$\eta = \frac{N_{кр}}{N_e}. \quad (1.34)$$

Потери мощности в трансмиссии трактора возникают в результате трения между зубьями шестерен и в подшипниках, N_{mp} . Часть энергии теряется на перемешивание масел в картерах, а также на трение в механизмах ходового аппарата трактора.

Потери мощности на буксование трактора возникают как следствие воздействия шин или звеньев гусениц на почву. При этом происходят почвенные сдвиги, сопровождающиеся буксованием и уменьшением поступательной скорости движения трактора.

Мощность, затрачиваемая на самопередвижение трактора, N_f расходуется на: образование колеи ходовым аппаратом; преодоление трения в подшипниках передних колес колесного или в гусеницах гусеничного

трактора; преодоление ударов, возникающих в результате тряски трактора.

Во время движения трактора на подъём часть эффективной мощности идет на его преодоление, N_{α} .

Полезная мощность $N_{кр}$ зависит от условий работы и изменяется в значительных пределах. Общую оценку эффективности использования трактора оценивают коэффициентом полезного действия трактора, формула (1.34) и коэффициентом использования мощности двигателя, формула (1.33).

Распределение эффективной мощности двигателя по отдельным видам сопротивлений называется балансом мощности трактора, который выражается уравнением:

$$N_e = N_{\eta} + N_{\delta} + V_f \pm N_{\alpha} \pm N_j + N_{\sigma} + N_{кр} + N_{вом}. \quad (1.35)$$

При равномерном движении трактора ($N_j = 0$), уравнение баланса мощности имеет следующий вид:

$$N_e = N_{\eta} + N_{\delta} + V_f \pm N_{\alpha} + N_{кр} + N_{вом}. \quad (1.36)$$

Затраты мощности на преодоление сопротивления воздуха (N_{α}) не учитываются при скорости движения до 30 км/ч. Из уравнения (1.34) можно определить $N_{кр}$:

$$N_{кр} = N_e - (N_{\eta} + N_{\delta} + V_f \pm N_{\alpha} + N_{вом}). \quad (1.37)$$

В трансмиссии трактора мощность (N_{η}) расходуется на преодоление трения между зубьями шестерен и в подшипниках, между звездочкой и гусеничной цепью и т.д.

Количественное значение N_{η} можно определить по уравнению:

$$N_{\eta} = N_e \cdot (1 - \eta_{ТР}), \quad (1.38)$$

где $\eta_{ТР}$ – механический коэффициент полезного действия (кпд) трансмиссии, $\eta_{ТР} = 0,88 \dots 0,92$.

Мощность ($N_{вом}$) расходуется на привод рабочих органов машинорудий через вал отбора мощности и равна:

$$N_{вом} = N_o \cdot \eta_{вом}, \quad (1.39)$$

где N_o – мощность, передаваемая на привод сельскохозяйственной машины от вала отбора мощности, кВт;

$\eta_{вом}$ – КПД, учитывающий механические потери в передаче от коленчатого вала двигателя к валу отбора мощности.

Мощность, расходуемая на самопередвижение (N_f), зависит от его эксплуатационной массы, типа и состояния почвы, скорости движения, типа ходового аппарата. Она может быть определена по формуле:

$$N_f = \frac{G_{ТР} \cdot f \cdot V_p}{3,6} = \frac{P_f \cdot V_p}{3,6}, \text{ кВт} \quad (1.40)$$

где $G_{ТР}$ – эксплуатационная масса трактора, Н;

f – коэффициент сопротивления перекачиванию трактора;

V_p – рабочая скорость движения, км/ч;

P_f – сила, затрачиваемая на передвижение трактора, Н.

Мощность, затрачиваемая на буксование (N_δ), зависит от физико-механических свойств почвы, конструкции ходового аппарата трактора и нагрузки на его крюке. Она может быть выражена уравнением:

$$N_\delta = N_\delta \cdot \eta_{TP} \cdot \delta, \text{ кВт} \quad (1.41)$$

где δ – коэффициент буксования.

Мощность (N_α), расходуемая на преодоление подъема, зависит от величины уклона i , массы трактора G_{TP} , скорости V_p и определяется по формуле:

$$N_\alpha = \frac{G_{TP} \cdot i \cdot V_p}{3,6} = \frac{P_\alpha \cdot V_p}{3,6}, \text{ кВт} \quad (1.42)$$

где P_α – сила сопротивления подъему, Н.

Тяговая, или крюковая мощность трактора ($N_{кр}$) может быть определена из уравнения (1.36) или по выражению

$$N_{кр} = P_{кр} \cdot V_p / 3,6, \text{ кВт} \quad (1.43)$$

где $P_{кр}$ – тяговое усилие трактора, Н.

Слагаемые баланса мощности N_{TP} , N_f , N_δ , N_α не участвуют в технологическом процессе, потери их необратимы, поэтому целесообразно находить снижения этих составляющих.

Способы использования мощности трактора. Мощность трактора используют для следующих целей: для тяги навесных и прицепных сельскохозяйственных машин-орудий; для тяги рабочих машин с одновременными затратами части мощности, передаваемой через вал отбора мощности, на привод рабочих органов этих машин.

При использовании тягово-приводного агрегата мощность, развиваемая двигателем трактора, распределяется по двум направлениям: через вал отбора мощности к рабочим органам машины и через ходовой аппарат на перемещение агрегата.

В этом случае наибольшая часть эффективной мощности двигателя $N_{вом}$, которая может быть использована на приведение рабочих органов в движение, равна:

$$N_{вом} = N_e - N_{TE}, \text{ кВт} \quad (1.44)$$

где N_T – эффективная мощность, реализуемая через ходовой аппарат трактора.

Величина N_T равна:

$$N_T = \frac{(R + P_f \pm P_\alpha) \cdot V_p}{3,6 \cdot \eta_{TP} \cdot \eta_\delta}, \text{ кВт}, \quad (1.45)$$

где η_δ – КПД, учитывающий потери на буксование.

Тогда необходимая мощность, передаваемая через ВОМ, будет равна

$$N_{ВОМ} = N_e \cdot \eta_{ВОМ} - \frac{(R + P_f \pm P_\alpha) \cdot V_p \cdot \eta_{ВОМ}}{3,6 \cdot \eta_{TP} \cdot \eta_\delta}, \text{ кВт} \quad (1.46)$$

О полноте использования трактора можно судить по коэффициенту его полезного действия, который равен отношению мощности, использованной на полезную работу, к соответствующей эффективной мощности двигателя:

$$\eta = \frac{N_{KP}}{N_e}. \quad (1.47)$$

Для тягово-приводного агрегата КПД равен:

$$\eta = \frac{N_{TE} + N_{BOM}}{N_e}. \quad (1.48)$$

Тяговые свойства тракторов определяют проведением тяговых испытаний, по результатам которых строят тяговые характеристики. Тяговой характеристикой трактора называется график, представляющий собой взаимосвязь ряда параметров, характеризующих работу трактора от холостого хода до полной остановки. Данные для построения характеристик получают экспериментальным путем на каждой передаче трактора.

Глава 4 Комплектование машинно-тракторных агрегатов

4.1 Требования, предъявляемые к агрегатам

Эффективность функционирования системы механизации полевых сельскохозяйственных работ в значительной степени определяется уровнем использования МТА. Под комплектованием МТА подразумевается научно обоснованный процесс выбора состава агрегата и рабочей скорости в соответствии с предъявленными требованиями.

При комплектовании МТА должны учитываться следующие важнейшие требования: высокое качество выполнения технологического процесса; максимальная производительность агрегата при минимальных удельных затратах ресурсов (трудовых, топливно-энергетических, финансовых, материальных) в расчете на единицу работы или урожая; наименьшее отрицательное воздействие на окружающую среду; обеспечение условий для высокопроизводительного труда человека на агрегате без ущерба здоровью; надежность работы.

Удовлетворение всех указанных потребностей возможно только при комплексном решении задач комплектования МТА как на стадии конструирования, так и непосредственно при эксплуатации в хозяйствах.

Практически мобильные энергетические средства и рабочие машины должны проектироваться одновременно в составе основных вариантов агрегатов и целых технологических комплексов применительно к наиболее вероятным природно-производственным условиям. Только использование такого системного подхода позволит получить положительный результат.

Основные задачи комплектования агрегатов, на базе имеющейся в хозяйствах техники сводятся к выбору состава и скоростного режима и могут быть решены на двух уровнях.

На первом уровне в зависимости от природно-производственных условий выполнения операции (длина гона, размер поля, удельное сопротивление и др.) выбирают трактор, соответствующий требованиям ресурсосбережения, высокой производительности, экологическим требованиям.

На втором уровне для выбранного трактора по соответствующему критерию ресурсосбережения рассчитывают оптимальные значения рабочей скорости и ширины захвата агрегата с последующим выбором числа машин и сцепки. Для тракторных транспортных агрегатов вместо ширины захвата определяют массу перевозимого груза и число прицепов.

4.2 Расчет состава агрегата

При заданной мощности трактора для определения количества рабочих машин используют опытный или расчетный методы. В первом случае на основании данных заводов-изготовителей составляют агрегат, а затем проверяют в работе по скоростному режиму, степени использования мощности двигателя, производительности и расходу топлива. Следует отметить, что этот метод требует высокой квалификации исполнителей и при этом трудно получить рациональное решение.

Существует *несколько методов* расчета состава агрегата и показателей их работы: графический, графоаналитический, аналитический. При графическом методе все необходимые параметры агрегата получают со специально построенных для этого графиков; при графоаналитическом – по графику и расчетным функциям; аналитическом – по расчетным зависимостям.

Графические и графоаналитические методы могут охватывать все возможные случаи расчетов агрегатов и в схеме построения подобны. Эти способы хорошо подходят для неоднократных расчетов. Для графических построений применяют, прежде всего, функциональные зависимости, а также опытные данные. Функциональные зависимости представляют собой основу графических и графоаналитических методов.

В эксплуатационной практике широко применяют аналитический метод определения состава агрегата. В основе расчета количественного состава машин в агрегате лежит рациональное соотношение параметров, характеризующих тяговые свойства энергетических средств и сопротивление рабочих машин в заданных условиях использования.

Исходные данные: марка трактора и сельскохозяйственной машины, технологическая операция, удельное сопротивление, глубина обработки, способ движения МТА, размеры участка и уклон поля.

Определяем диапазон рабочих скоростей движения для заданной технологической операции. Затем для выбранного диапазона рабочих скоростей по тяговой характеристике определяем передачи трактора, обеспечивающие заданный скоростной режим МТА.

Состав агрегата рассчитывают в такой последовательности:

1. Определить диапазон рабочих скоростей движения МТА.

2. Выбрать передачи трактора, обеспечивающие скоростной режим, V_p .

3. Для выбранных передач по тяговым характеристикам трактора с учетом условий работы агрегата определяются значения номинальных тяговых усилий, $P_{кр}$.

4. Определить прирост удельного сопротивления в зависимости от скорости движения МТА, для пахотных агрегатов k_{ov} и для всех остальных k :

$$k_v = k \cdot [1 + 0,03(V_p - V_0)], \quad (1.49)$$

$$k_{ov} = k_o \cdot [1 + 0,06(V_p - V_0)].$$

5. Определить ширину захвата для прицепного МТА:

$$B_a = P_{кр} / [k_v + g_m \cdot i + g_{cu} \cdot (f + i)], \quad (1.50)$$

6. Для навесного МТА:

$$B_{ан} = P_{кр} / [k_v + g_m \cdot (\lambda \cdot f + i)], \quad (1.51)$$

7. Для пахотного МТА:

$$B_{нл} = P_{кр} / [k_{нл} + g_{нл} \cdot (\lambda \cdot f + i)], \quad (1.52)$$

где $k_{нл} = k_{ov} h$, кН/м.

8. Определить число машин в агрегате:

$$m = B_a / b_m \quad (1.53)$$

9. Для пахотного необходимо определить число корпусов плуга:

$$m_{кр} = B_{нл} / b_k \quad (1.54)$$

10. Определить конструктивную ширину захвата агрегата:

$$B_k = m \cdot b_m; \quad B_{нл} = m_{кр} \cdot b_{кр} \quad (1.55)$$

11. Для многомашинных агрегатов необходимо определить фронт сцепки:

$$\Phi_{cu} = b_m \cdot (m - 1) + 0,5 \dots 0,75 \text{ м} \quad (1.56)$$

12. Определить тяговое сопротивление агрегата:

- для прицепного

$$R_a = B_k k_v + G_m \cdot m \cdot i + G_{cu} (f + i) \quad (1.57)$$

- для навесного

$$R_{ан} = B_{ан} k_v + G_m \cdot (\lambda \cdot f + i) \quad (1.58)$$

- для пахотного

$$R_{нл} = B_{нл} k_v + G_{нл} \cdot (\lambda \cdot f + i) \quad (1.59)$$

13. Определить коэффициент использования тягового усилия трактора:

$$\eta_u = R_a / P_{кр} \quad (1.60)$$

Для соответствующего технологического процесса выбираем ту передачу трактора, на которой достигается наибольшее допустимое значе-

ние коэффициента использования тягового усилия (табл. 1.4).

Таблица 1.4 Допустимые значения коэффициента использования тягового усилия на основных видах работ

Операция	Класс трактора, т				
	0,9	1,4	3,0	4,0	5,0
1. Вспашка легких и средних почв	0,90	0,90	0,93	0,94	0,92
2. Вспашка тяжелых почв	-	-	0,90	0,90	0,88
3. Вспашка уплотненных, пересохших почв	-	-	0,80	0,80	0,78
4. Культивация сплошная	0,78	0,80	0,92	0,93	0,92
5. Боронование	0,84	0,85	0,93	0,95	0,94
6. Плоскорезная обработка	-	-	0,90	0,92	0,90
7. Лушение	0,92	0,92	0,94	0,96	0,94
8. Посев зерновых	0,93	0,94	0,95	0,96	0,95

4.3 Скоростные режимы работы МТА

Необходимо отметить, что агротехнические требования к скоростным режимам работы агрегатов, выполняющих технологические операции, весьма разнообразны. Чтобы их выдержать в современных условиях, необходимо совершенствовать не только геометрические параметры рабочих органов машин, но и разрабатывать принципиально новые конструктивные решения и более совершенные технологические процессы.

Теоретическая поступательная скорость МТА – это скорость, которую развивал бы трактор при номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя (n_k) и номинальной нагрузке при полном отсутствии буксования. Её величина зависит от передаточного числа трансмиссии (i_{mp}) и радиуса ведущего колеса (r_k).

В процессе выполнения технологической операции, трактор в составе МТА работая под нагрузкой, перемещается по полю с пробуксовыванием движителей, величина которого зависит от механического состава почвы, её влажности и тягового усилия. Разность между теоретической скоростью и теряемой при буксовании представляет собой рабочую скорость движения МТА.

Теоретическую скорость движения машинно-тракторного агрегата можно определить по формуле:

$$V_m = 22,6 \cdot r_k \cdot n_k / i_{mp}, \text{ км/ч} \quad (1.61)$$

Тогда рабочая скорость движения МТА будет равна

$$V_p = V_m \cdot (1 - \delta), \text{ км/ч} \quad (1.62)$$

Среднетехническая скорость движения МТА определяется из выражения

$$V_{mex} = \sum S/T_p \quad (1.63)$$

Эксплуатационную скорость движения МТА можно определить по формуле:

$$V_o = \sum S/T_{cm} \quad (1.64)$$

Для практических расчетов используется значение рабочей скорости движения.

4.4 Сцепные устройства для составления многомашинных агрегатов

При составлении многомашинных агрегатов с энергонасыщенными тракторами возникает необходимость в использовании промежуточных вспомогательных сцепных устройств – сцепок (рис. 1.15). Сцепка передает движущее усилие, развиваемое трактором, прицепным машинам.

Каждая сцепка должна удовлетворять следующим требованиям: соответствовать агротехническим требованиям; обеспечивать полное использование захвата сельскохозяйственных машин; позволять присоединять количество машин, обеспечивающих полное использование тяговой мощности трактора.

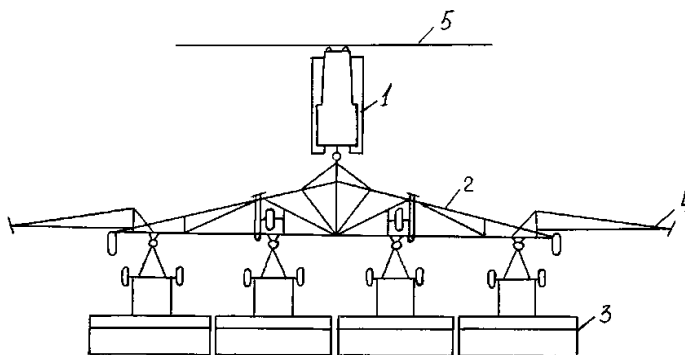


Рис. 1.15. Схема четырехсечелочного посевного агрегата
Т-4А + СП-16А + 4СЗП-3,6:

1 – трактор, 2 – сцепка, 3 – сеялка, 4 – маркер, 5 – следоуказатель

По своему устройству сцепки подразделяются на следующие типы: универсальные, предназначенные для соединения различных симметричных машин; специальные, предназначенные для соединения определенного типа несимметричных машин.

По способу соединения с трактором или машиной сцепки могут быть прицепные, навесные и полунавесные.

Сцепка при своем перемещении создает сопротивление, которое определяется по формуле (1.13), в свою очередь, ширина сцепки характеризуется фронтом, который определяется по выражению (1.55).

4.5 Технологическая наладка агрегатов и их оценка

Технологическая наладка включает комплекс регулировочно-наладочных операций (установка рабочих органов на заданную глубину обработ-

ки, нормы высева семян и удобрений, высоты среза, полнота обмолота зерна и др.) в соответствии с агротехническими требованиями.

Для технологической наладки машин на машинном дворе в каждой бригаде необходимо иметь регулировочную площадку размером 6×6 м или 12×6 м. Площадки должны иметь твердое покрытие, монорельс с талью грузоподъемностью 3-5 т. Размещать площадку необходимо вблизи от мастерской ПТО.

Регулировочную площадку укомплектовывают необходимым набором подкладок для установки рабочих органов на заданную глубину обработки почвы, разметочных досок, шаблонов для проверки правильности формы и размеров лемехов и культиваторных лап, металлических линейек различной длины, рулеток, шнуров и др.

Основные положения технологической наладки агрегатов будут рассмотрены в разделе проектирование технологических процессов при производстве продукции растениеводства.

Глава 5 Кинематика машинно-тракторных агрегатов

МТА в процессе работы перемещаются по полю, проходя за смену значительные расстояния, измеряемые многими десятками километров. Пройденный агрегатом путь состоит из рабочих ходов и холостых поворотов с выключенными рабочими органами. При этом необходимо учитывать, чтобы холостой путь агрегата и время смены, затрачиваемое на его преодоление, а также непроизводительный расход топлива были минимальными.

Успешное решение такой актуальной задачи зависит от конструктивных особенностей МТА, его маневренности, выбранного способа движения и соответствующей подготовки полей.

Под способом движения МТА понимается – *закономерность циклично повторяющихся элементов движения МТА*. Эта закономерность определяется его геометрическими характеристиками, т.е. формой траектории; радиусом поворота и его видом и др.

Подготовка полей в зависимости от выбранного способа движения предусматривает комплекс операций по разбивке поля на загоны требуемого размера, обеспечивающие высокое качество технологического процесса и высокую производительность при наименьших затратах ресурсов.

Таким образом, основной задачей кинематики агрегатов является обоснование методов выбора эффективных способов движения МТА и подготовки полей с учетом следующих основных требований: высокое качество выполняемой работы; высокая производительность при наименьших затратах топлива и других ресурсов на единицу выполняемой работы; обеспечение безопасных условий работы для механизаторов; наименьшее отрицательное воздействие на окружающую среду.

От уровня выполнения указанных требований зависит реализация потенциальных возможностей МТА.

При успешном решении задач кинематики агрегатов мы сможем получить эффект ресурсосбережения, заложенный при комплектовании МТА и при выборе способа его движения. В противном случае преимущества рационального комплектования МТА могут не обеспечить высокую производительность и минимальные затраты ресурсов.

5.1 Кинематические характеристики агрегата и рабочего участка

Основные кинематические характеристики агрегата. Под кинематикой агрегата понимают его движение при выполнении сельскохозяйственных работ.

Кинематические характеристики МТА зависят от конструктивных особенностей трактора, сцепки и рабочих машин. К ним относятся: кинематический центр агрегата; кинематическая длина; длина выезда МТА; кинематическая ширина; радиус поворота и центр поворота; ширина колеи и продольная база трактора (рис.1.16).

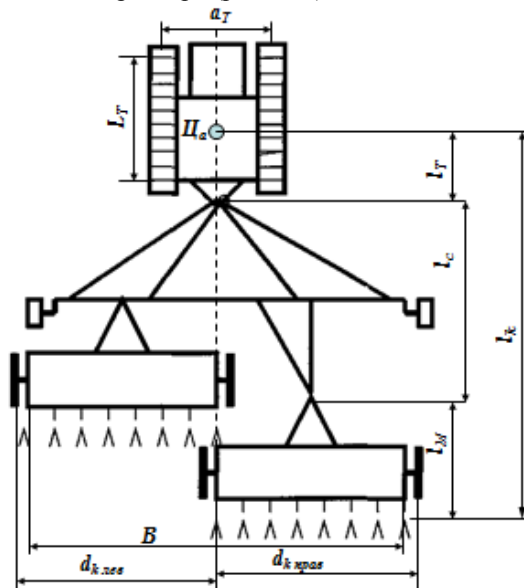


Рис. 1.16 Кинематические характеристики агрегата

Под кинематическим центром агрегата (Π_a) подразумевается условная геометрическая точка на плоскости движения, траектория которой при расчетах принимается для определения кинематики всех других его точек.

Расположение центра агрегата зависит от типа трактора (рис.1.17). Для агрегатов, составляемых на базе колесных тракторов с одной веду-

щей осью (2x4), точка Π_a определяется как проекция середины задней ведущей оси трактора на плоскость движения.

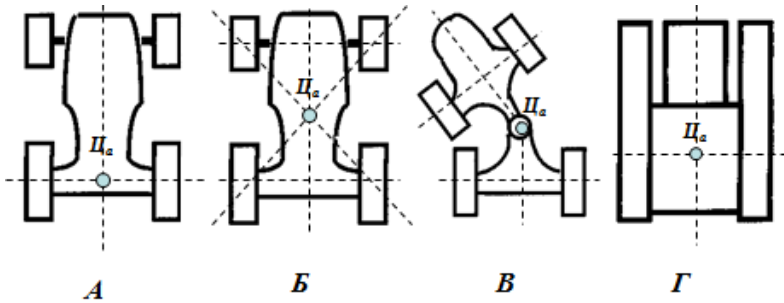


Рис.1.17 Расположение кинематического центра агрегата

У агрегата с трактором, имеющим две ведущие оси (4x4), за Π_a принимается проекция на плоскость движения точки пересечения диагоналей, проходящих через точки контакта колес с поверхностью поля.

У МТА с трактором, имеющим шарнирно-сочленённую раму, за центр агрегата принимается проекция на плоскость движения центра шарнира.

Для МТА с гусеничным трактором Π_a соответствует проекции на плоскость движения точки пересечения диагоналей, проведённых через наружные края гусениц.

При решении задач кинематики траектория Π_a условно принимается как траектория всего агрегата.

Кинематической длиной агрегата называется проекция расстояния между центром агрегата и линией, перпендикулярной продольной оси трактора и проходящей через наиболее удаленные по ходу МТА точки рабочих органов машин при прямолинейном движении.

$$l = l_T + l_{cy} + l_M \quad (1.65)$$

Длина выезда агрегата e определяется как расстояние, на которое перемещается Π_a от контрольной линии по ходу МТА перед началом и в конце поворота. Такое перемещение МТА необходимо для вывода рабочих органов последнего ряда машин на контрольную линию.

$$e = (0,25 \dots 0,75) l_K \quad (1.66)$$

Кинематическая ширина агрегата d_k равна расстоянию между проекциями на плоскость движения продольной оси трактора и параллельной ей линии, проходящей через наиболее удаленную точку МТА.

Радиус поворота агрегата R определяется как расстояние от центра агрегата до центра поворота (рис.1.18). При повороте МТА центр агрегата перемещается не по окружности, а по дуге более сложной формы. При эксплуатационных расчетах принимают среднее значение радиуса поворота с учетом возможной поправки на скорость движения МТА.

Часть загона, временно выделяемая для поворотов агрегата, называется *поворотной полосой*, а линия между поворотной полосой и остальной частью загона, на которой производится включение и выключение рабочих органов СХМ – *контрольной линией*.

5.2 Виды поворотов агрегатов, ширина поворотной полосы

Основными видами поворотов, которые применяются при работе МТА, являются повороты на 90° и на 180° .

Повороты на 90° совершаются как при холостых заездах с выключенными орудиями, так и при выполнении рабочих ходов способом движения вкруговую. О длине пути на поворотах судят по траектории центра агрегата.

Повороты на 180° выполняются главным образом при холостых заездах на концах загонов во время работы агрегата гоновыми и диагональными способами движения.

В зависимости от расстояния между рабочими ходами агрегата заезды при поворотах бывают петлевые и беспетлевые. Петлевые повороты по своей форме могут быть грушевидные, восьмеркообразные и грибовидные (рис.1.20).

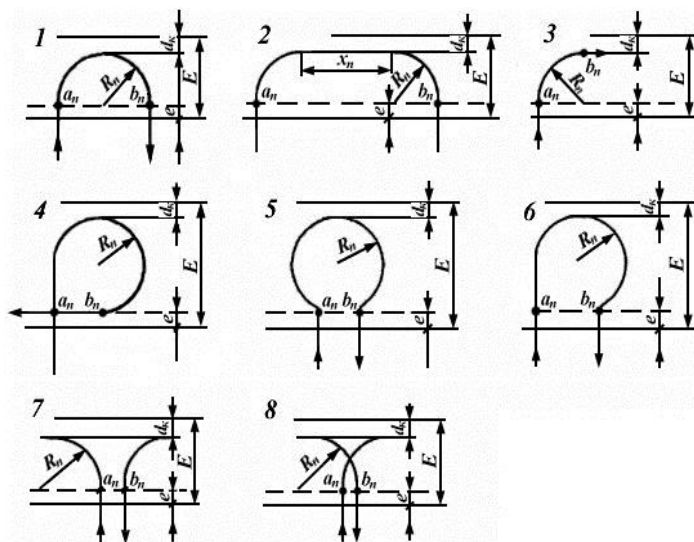


Рис. 1.20. Основные виды поворотов МТА:

1 – беспетлевые – круговой; 2 – с прямолинейным участком; 3 – угловой; 4 – петлевые – закрытая петля; 5 – грушевидный; 6 – односторонний; 7 – грибовидный с открытой петлей; 8 – грибовидный с закрытой петлей

Важнейшие кинематические характеристики всех поворотов: длина L_n , радиус R_n , требуемая ширина поворотной полосы E . Обычно под R_n и E

подразумевают их минимально возможные значения. Длина поворота зависит от радиуса поворота, $L_n = f(R_n)$, ширина поворотной полосы E – от радиуса поворота, кинематической ширины d_k и длины выезда агрегата e , $E = f(R_n, d_k, e)$. Формулы для расчета L_n и E приведены в табл. 1.5

Обобщенные зависимости определения длины поворота L_n и ширины поворотной полосы можно записать в виде:

$$L_n = k_n R_n + 2e \quad (1.67)$$

$$E = k_e R_n + d_k + e \quad (1.68)$$

где k_n и k_e – поправочные коэффициенты.

Таблица 1.5 Зависимости для определения длины пути МТА при повороте и ширины поворотной полосы

Вид поворота	L_n	E
Круговой	$(3,2-4,0) R_n + 2e$	$1,1R_n + d_k + e$
Круговой с прямолинейным участком	$(1,4-2,0) R_n + X_n + 2e$	$1,1R_n + d_k + e$
Угловой (на 90°), открытая петля	$(1,6-1,8) R_n + 2e$	$1,1R_n + d_k + e$
Угловой, закрытая петля	$(5,0-6,5) R_n + 2e$	$2R_n + d_k + e$
Петлевой грушевидный	$(6,6-8,0) R_n + 2e$	$2,8R_n + d_k + e$
Петлевой односторонний	$(6,0-7,5) R_n + 2e$	$2,6R_n + d_k + e$
Грибовидный с открытой петлей	$(4,1-5,0) R_n + 2e$	$1,1R_n + d_k + e$
Грибовидный с закрытой петлей	$(5,0-5,5) R_n + 2e$	$1,1R_n + d_k + e$

Радиус поворота R_n зависит от ширины захвата B_k и скорости V_x на повороте. При $V_x \leq 1,4$ м/с принимают:

$$R_n = K_R \cdot B_k, \text{ м} \quad (1.69)$$

Средние значения K_R для основных типов МТА приведены в табл. 1.6.

Таблица 1.6 Усредненные значения коэффициента K_R для навесных (Н) и прицепных (П) МТА

Типы МТА	K_R			
	$V_x = 5 \text{ км/ч}$		$V_x = 7 \text{ км/ч}$	
	Н	П	Н	П
1. Пахотные	3,00	4,50	1,05	1,15
2. Для предпосевной обработки почвы	0,90	1,40	1,06	1,12
3. Посевные и посадочные (одно- и двухмашинные)	1,10	1,60	1,08	1,32
4. Посевные (трех- и пятидесятичные)	0,90	1,30	1,08	1,32
5. Косилочные	0,90	1,20	1,09	1,30
6. Жатвенные	0,90	1,40	1,09	1,90

Приведенные результаты позволяют определить все необходимые кинематические показатели при выполнении полевых работ.

5.3 Способы движения МТА и их классификация

Способы движения агрегатов классифицируют по следующим основным признакам: по характеру разбивки поля на загоны; по числу одновременно обрабатываемых загонов; по направлению рабочих ходов; по виду поворотов (табл. 1.7).

По характеру разбивки поля на загоны различают загонные и беззагонные способы движения. В зависимости от числа одновременно обрабатываемых загонов возможны одно – и многозагонные способы.

Все способы движения МТА по направлению рабочих ходов делят на три группы: гоновые, круговые, диагональные. При гоновых способах движения агрегат совершает рабочие ходы параллельно одной или двум сторонам загона с холостыми поворотами на обеих его концах.

Таблица 1.7 Классификация видов движения МТА

Класс	Наименование	Характеристика
По организации территории	Загонный	Рабочий участок разбивается на загоны
	Беззагонный	Участок не разбивается на загоны
По направлению рабочих ходов	Гоновый	Рабочие ходы выполняются вдоль стороны загона
	Диагональный	Рабочие ходы выполняются под углом к стороне поля
	Круговой	Рабочие ходы выполняются как вдоль, так и поперек поля

При круговых способах движения МТА рабочие ходы совершают вдоль всех четырех сторон загона без выключения рабочих органов. Различают круговые способы движения от периферии к центру и наоборот от центра к периферии.

При диагональных способах движения рабочие ходы агрегаты совершают под острым или тупым углом к сторонам загона. При этом обработка загона может начинаться как от угла, так и от диагонали поочередно с одной и другой стороны.

На основе различных сочетаний гоновых способов движения могут быть получены комбинированные.

По виду поворота МТА все способы движения делят на петлевые и беспетлевые. Способ считается петлевой, если в процессе работы на загоне МТА совершает хотя бы один петлевой поворот, в противном случае – беспетлевой.

Основные способы движения приведены на рис.1.21. Выбор того или иного способа движения зависит от вида выполняемой работы и предъявляемых агротехнических требований, а также от конструктивных особенностей агрегата и некоторых других факторов.

Например, челночный способ (см. рис. 1.21 а) движения наиболее рационально применять при использовании многомашиных агрегатов на выполнении следующих операций: боронование, посев, прикатывание, культивация, вспашка оборотными плугами и др.

Способы движения всвал и вразвал (см. рис. 1.21 б, в), а также их чередование (см. рис.1.21 г) применяют на вспашке, глубоком рыхлении, плоскорезной обработке, культивации и др. Основные преимущества чередования способов в свал и в развал состоят в уменьшении почти в 2 раза числа свальных гребней и развальных борозд по сравнению с раздельной их реализацией.

Различные варианты беспетлевого комбинированного способа движения эффективны на вспашке, глубоком рыхлении, плоскорезной обработке и в других случаях, когда длина гона незначительна.

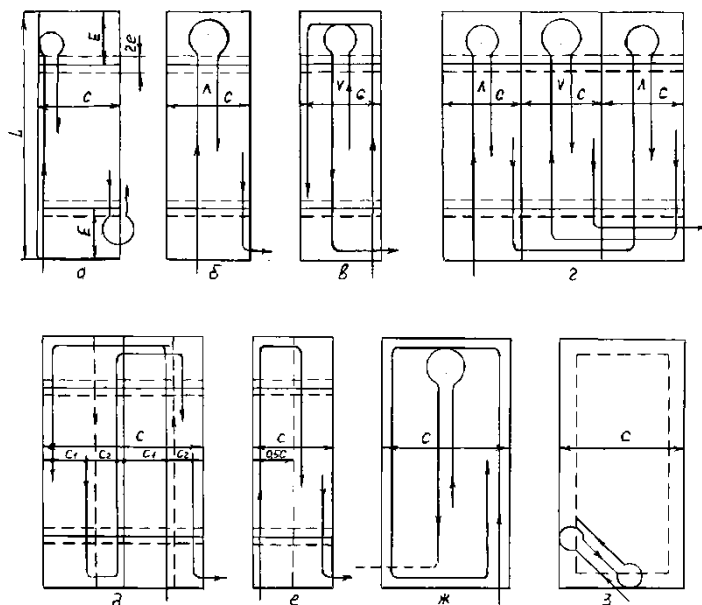


Рис. 1.21 Основные способы движения МТА:

а – челночный; б – всвал; в – вразвал; г – петлевой с чередованием загонов; д – беспетлевой комбинированный; е – перекрытием; ж – круговой; з – диагональный

Диагональные способы движения (см рис.1.21 з) представляют собой разновидность челночного и чаще всего применяются на операциях поверхностной обработки почвы; бороновании, культивация, дискование когда необходимо движение МТА под углом к направлению предшествующей обработки.

5.4 Коэффициент рабочих ходов

При выборе способа движения МТА учитывают агротехнические требования на выполнение технологической операции. Способы движения МТА удобно оценивать коэффициентом рабочих ходов, который зависит от длины рабочих ходов, т.е длины загона. На полях с короткими гонами це-

лесообразно применять агрегаты с меньшей шириной захвата, используя навесные машины, а в случае длинных гонов необходимо использовать широкозахватные агрегаты.

Коэффициент рабочих ходов, представляет собой отношение длины рабочих ходов к соответствующему полному пути движения агрегата:

$$\varphi = S / (S_p + S_x), \quad (1.70)$$

где S_p – длина рабочего пути агрегата, м;

S_x – длина холостого пути агрегата, м.

Или, выражая в уравнении (1.70) длину пути $S_p = n \cdot L_p$ и $S_x = n \cdot L_n$, получим:

$$\varphi = L_p / (L_p + L_n), \quad (1.71)$$

где n – число проходов агрегата.

При прочих одинаковых условиях предпочтение отдается способу движения, обеспечивающему наименьшие потери времени смены, топлива и других ресурсов на холостые ходы агрегатов.

5.5 Выбор ресурсосберегающих способов движения агрегата

Ресурсосберегающий способ движения МТА выбирают в процессе количественного сравнения рассмотренных выше основных показателей холостого хода агрегата. Сравнительный анализ возможных способов движения выполняют по экстремальным значениям показателей, рассматриваемых в качестве критериев оптимальности.

При этом в качестве основных критериев приняты следующие:

– *Минимум холостого пути МТА:*

$$S_x = n_3 \cdot (S_\delta + S_n) + S_g + S_{nn} \rightarrow \min \quad (1.72)$$

где n_3 – число обработанных загонов;

S_δ – холостой путь при переездах с одного загона на другой, м;

S_δ и S_n – суммарная длина беспетлевых и петлевых поворотов МТА на одном загоне, м;

S_g – суммарный холостой путь при дополнительных заездах для выравнивания дефектных борозд, м;

S_{nn} – суммарный холостой путь МТА при обработке поворотных полос.

– *Минимум суммарных потерь времени смены, связанных с холостым ходом агрегата:*

$$T_{xc} = T_x + n_3 \cdot T_{cc}, \rightarrow \min \quad (1.73)$$

где T_{cc} – потери времени на выполнение вспомогательных операций при обработке одного загона, ч:

$$T_{cc} = t_{p2} + t_{nn} + t_{zc} + t_{cc};$$

t_{p2} – время на разметку загона, ч;

t_{nn} – время настройки агрегата при выполнении первого прохода, ч;

t_{zc} – время переезда МТА на соседний загон, ч;

t_{cc} – другие элементы вспомогательного времени, ч.

Минимум расхода топлива, связанного с холостым ходом МТА:

$$\Theta_{хв} = T_x G_{ТХ} + G_{ТО} \cdot \mu_{ох} \cdot n_3 \cdot T_{вс}, \rightarrow \min \quad (1.74)$$

где $G_{ТХ}$ – расход топлива двигателем при холостом ходе МТА, кг/ч;

$G_{ТО}$ – расход топлива двигателем на остановках, связанных с выполнением вспомогательных операций, кг/ч;

$\mu_{ох}$ – доля времени $T_{вс}$, в течение которого двигатель работает.

Задача заключается в определении оптимальной ширины загона $C_{опт}$ удовлетворяющей критериям (1.70), (1.71) и (1.72), и в последующем выборе соответствующего способа движения агрегата.

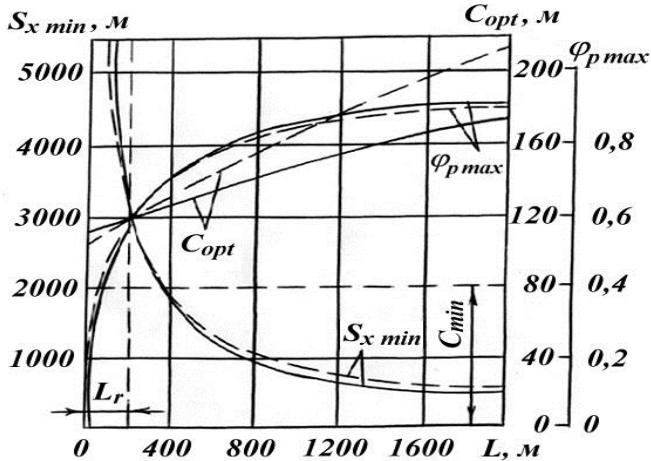


Рис. 1.22. Зависимости основных показателей холостого хода пахотного агрегата Т-150К + ПЛП-6-35 от длины гона:

— чередование способов движения всвал и вразвал; - - - беспетлевой комбинированный способ движения

На рис.1.22 по данным профессора А.А. Зангиева, представлены общие закономерности влияния длины гона L и ширины захвата МТА B_k на $C_{опт}$, φ , и S_x , а также влияние ширины загона C и B_k на φ и S_x при чередовании способов всвал и вразвал.

Анализ зависимостей показывает, что положительное влияние длины гона на S_x и φ наиболее существенно до значений $L = 800-1000$ м, после чего оно уменьшается и уже не имеет практического значения.

Наибольшее влияние на показатели S_x и φ оказывает ширина загона, которая имеет оптимальное решение.

Сравнительный анализ основных показателей использования на вспашке беспетлевого комбинированного способа движения и чередования способов всвал и вразвал указывает, что при длине гона $L_c \leq 200$ м целесообразно использовать комбинированный способ. При этом φ больше на 6%, а S_x меньше на 13%.

Глава 6 Производительность машинно-тракторного агрегата

6.1 Понятие о производительности агрегата

Производительность МТА определяется объемом выполненной им работы требуемого качества за определенный промежуток времени. Объем работы в зависимости от типа агрегата можно определить по величине обработанной площади (га), по количеству обрабатываемого материала (m) и т.д.

В зависимости от принятого промежутка времени чаще всего определяют часовую и сменную производительность МТА. Объем работы, выполненной агрегатом за несколько часов, условно называют наработкой. Соответственно объем работы, выполненной в течение нормативной рабочей смены (7 ч), называют сменной наработкой. По сменной наработке можно определить также дневную, сезонную и годовую.

Производительность – один из важнейших технико-экономических показателей использования МТА, от которого в значительной степени зависит эффективность сельскохозяйственного производства. Отличительная особенность сельскохозяйственного производства заключается в том, что каждую операцию по возделыванию той или иной культуры следует выполнять в строго определенные почвенно-климатическими условиями оптимальные календарные сроки. Отклонение от этих сроков неизбежно ведет как к количественным, так и к качественным потерям урожая. Указанными особенностями и обуславливается актуальность высокопроизводительного использования МТА.

Производительность МТА зависит от множества факторов, определяемых как параметрами и режимами работы самого агрегата (N_e , B_K , V_p и др.), так и природно-производственными условиями (размером полей, длиной гона, рельефом, типом почвы, урожайностью, уровнем организации труда и т.п.). Соответственно основная задача изучения данного вопроса заключается в обосновании эффективных научных методов высокопроизводительного использования МТА при возможно меньших затратах ресурсов.

Основная задача расчета заключается не только в определении численного значения производительности агрегата, но и в установлении количественных соотношений между производительностью и параметрами МТА.

В зависимости от применяемого метода расчета различают теоретическую, техническую и фактическую производительности агрегата.

Теоретическая производительность W агрегата на полевых работах за один час работы представляет площадь прямоугольника, одна сторона которого равна ширине захвата B_K , а другая – длине пути в метрах, пройденного агрегатом при теоретической скорости движения V_T в течение одного часа (рис. 1.23):

$$W_{\text{т}} = B_K \cdot V_T, \text{ м}^2/\text{с}. \quad (1.75)$$

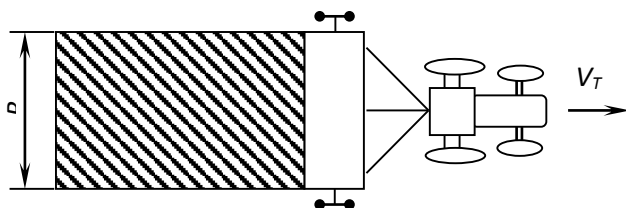


Рис. 1.23. Схема определения производительности МТА

Выражая скорость движения в км/ч, получим производительность в га/ч:

$$W_q = B_K \cdot V_T \cdot 1000/10^4 = 0,1 \cdot B_K \cdot V_T, \text{ га/ч} \quad (1.76)$$

В формуле (1.74) учитываются лишь конструктивные или теоретические значения ширины захвата, скорости движения, времени и не отражены изменения этих величин, возникающие при работе МТА. Действительный захват прицепных машин, с которыми работает агрегат, называется рабочим захватом B_p . Для оценки использования захвата служит коэффициент β_B , представляющий отношение действительной ширины захвата к конструктивной, т.е.:

$$\beta_B = B_p / B_K \quad (1.77)$$

Отклонение ширины захвата от ее конструктивной величины может происходить по следующим причинам: неточность ведения агрегата (квалификация оператора) вызывающая перекрытие предыдущего прохода; неправильная регулировка или прицепка машин в многомашинном агрегате; неполное использование ширины захвата в некоторых случаях может определяться условиями работы, например, на уборке высокоурожайных силосных культур и др. Коэффициент использования ширины захвата для различных агрегатов изменяется в пределах, $\beta_B = 0,93 \dots 1$.

Рабочая скорость движения МТА отличается от теоретической из-за буксования ходового аппарата трактора; изменения числа оборотов двигателя, вызываемого колебаниями нагрузки на крюке, в связи с изменением сопротивления обрабатываемого материала; криволинейности хода агрегата.

Влияние этих причин оценивается коэффициентом скорости ε , равным:

$$\varepsilon = V_p / V_T \quad (1.78)$$

Работа агрегата в течение смены сопровождается некоторыми потерями на холостые повороты, заезды и на остановки по разного рода причинам.

Влияние этих факторов оценивается коэффициентом использования времени смены:

$$\tau = T_p / T_{CM} \quad (1.79)$$

где T_p – чистое время работы МТА, ч.

Если в формуле (1.74) ширину захвата, скорость движения и время работы выразить в значениях, соответствующих техническим возможностям агрегата, получим сменную техническую производительность МТА:

$$W_{CM} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \text{ га/см} \quad (1.80)$$

Часовая техническая производительность будет равна:

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/ч} \quad (1.81)$$

Если принять, что D_p – продолжительность сезона в рабочих днях, то тогда сезонная производительность МТА будет равна:

$$W_{CM} = W_u \cdot T_\delta \cdot D_p, \text{ га/сезон} \quad (1.82)$$

где T_δ – время работы МТА в течение суток, ч.

Величина сезонной производительности МТА находит применение в расчетах по определению необходимого числа агрегатов для выполнения заданного объема работ, а также при комплектовании МТП хозяйств.

6.2 Зависимость производительности от мощности двигателя

Производительность агрегата можно выразить через крюковую мощность трактора, удельное сопротивление, КПД трактора, эффективную мощность двигателя и коэффициент использования времени смены. Взаимосвязь этих параметров выразим аналитически.

Для эксплуатационных расчетов с точностью до 0,95 можно принять, что $P_{кр} \approx R_a$, тогда $R_a = K \cdot B_K$ и из формулы (1.43) $R_a = 3,6 N_{KP} / V_p$.

Приравняв правые части уравнений, получим:

$$K \cdot B_K = 3,6 \cdot N_{KP} / V_p, \quad (1.83)$$

подставляя в (1.81) вместо B_K значение B_p / β_B и проводя преобразования, получим:

$$KB_p V_p = 3,6 N_{KP} \cdot \beta_B \text{ или } B_p V_p = 3,6 N_{KP} \cdot \beta_B / K. \quad (1.84)$$

Выражая из (1.84) $B_p V_p$, получим:

$$B_p V_p = W_{CM} / 0,1 \cdot T_p. \quad (1.85)$$

Приравняв правые части уравнений (1.84 и 1.85), получим:

$$W_{CM} / 0,1 \cdot T_p = 3,6 \cdot N_{KP} \beta_B / K$$

и, проведя несложные преобразования будем иметь:

$$W_{CM} = 3,6 \cdot N_{KP} \beta_B \cdot T_p / K, \text{ га/см} \quad (1.86)$$

Известно, что

$$\eta_T = N_{KP} / Ne \text{ и } N_{KP} = Ne \cdot \eta_T,$$

подставляя это выражение в (1.86), получим:

$$W_{CM} = 3,6 \cdot Ne \cdot \eta_T \beta_B \cdot T_p / K, \text{ га/см} \quad (1.87)$$

Таким образом, производительность агрегата прямо пропорционально зависит от эффективной мощности двигателя и крюковой мощности трактора и обратно пропорционально – от величины удельного сопротивления машин.

В формулах (1.86) и (1.87) наиболее наглядно отражается зависимость производительности агрегата от основных его энергетических параметров, определяемых конструкцией машин и условиями работы. Поэтому технические возможности агрегата удобно определять через мощность двигателя трактора. Необходимо иметь в виду, что при увеличении мощности двигателя на 100% производительность агрегата возрастает только на 36%.

6.3 Баланс времени смены

Баланс времени смены характеризует распределение общего времени смены по отдельным составляющим. Необходимость такого распределения вытекает из принятого в сельском хозяйстве поэлементного метода нормирования труда, при котором весь процесс труда расчленяется на простейшие составные элементы с последующим изучением каждого отдельного элемента. Поэтому баланс времени смены будем рассматривать с позиции более глубокого выявления влияния параметров МТА и природно-производственных факторов на коэффициент использования времени смены и производительность агрегата. Таким образом, в балансе времени смены будем учитывать те основные элементы, которые существенно влияют на техническую производительность МТА.

В соответствии с этим баланс времени смены при работе МТА можно представить в виде схемы (рис. 1.24).

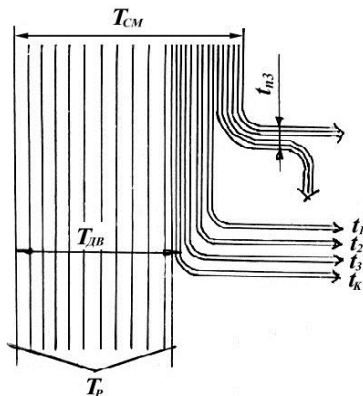


Рис. 2.24 Схема баланса времени смены МТА

Время смены в общем виде можно представить в виде суммы:

$$T_{см} = T_p + t_x + t_{пз} + t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ ч} \quad (1.88)$$

где T_p – время работы агрегата, ч;

t_x – время, затраченное на холостые повороты и заезды при работе агрегата, ч;

$t_{пз}$ – время, затраченное на выполнение подготовительно-заключительных операций, ч;

t_1 – время остановок на технологическое обслуживание агрегата, ч;

t_2 – время на техническое обслуживание агрегата, ч;
 t_3 – потери времени на устранение технических и технологических отказов, ч;

t_4 – время простоя на отдых и личные надобности операторов. ч.

Для аналитического выражения баланса времени смены установим следующие обозначения коэффициентов:

$\tau = T_p / T_{см}$ – общий коэффициент использования времени смены;

$\tau_{огв} = T_p / (T_p + t_X)$ – коэффициент использования времени движения;

$\tau_1 = (T_{см} - t_1) / T_{см}$ – частный коэффициент использования времени смены, учитывающий остановки по технологическим причинам;

$\tau_2 = (T_{см} - t_2) / T_{см}$ – частный коэффициент использования времени смены, учитывающий остановки для проведения ТО.

$\tau_3 = (T_{см} - t_3) / T_{см}$ – частный коэффициент использования времени смены, учитывающий остановки на устранение технических и технологических отказов;

$\tau_4 = (T_{см} - t_4) / T_{см}$ – частный коэффициент использования времени смены, учитывающий простои по различным причинам.

Установим связь между общим и частным коэффициентами времени смены:

$$\tau = \tau_{огв} \cdot (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 - 3), \quad (1.89)$$

или в общем виде уравнение (1.89) можно записать:

$$\tau = \tau_{огв} \left[\sum_1^n \tau_n - (n-1) \right]. \quad (1.90)$$

Уравнение (1.90), представленное в общем виде, может служить для анализа баланса времени по хронометражным данным исследований работы МТА. Числовые значения коэффициента τ на основных операциях изменяются в пределах от 0,6...0,9.

6.4 Учет тракторных работ

В качестве единицы измерения выработки тракторных агрегатов принят условный эталонный гектар, представляющий собой объем работ и энергозатраты, соответствующие вспашке одного гектара в следующих, принимаемых за эталонные, условиях: удельное сопротивление 50 кН/м², скорость движения 5 км, на глубину вспашки 0,20-0,22 м, стерня озимых зерновых (на среднем суглинке), влажность почвы 20-22%, склон до 1°, поле прямолинейной конфигурации при длине гона 800 м, высота над уровнем моря до 200 м, каменистость и препятствия отсутствуют. Сменная и часовая наработка тракторов в условных эталонных гектарах приведена в таблице 1.8.

Таблица 1.8 Эталонная наработка для тракторов в уэга

Марка трактора	Часовая эталонная наработка, $W_{чэ}$	Сменная эталонная наработка, $W_{смэ}$
Т-402	1,45	10,15
МТЗ-80	0,70	4,90
МТЗ-82	0,73	5,11
Т-150К	1,65	11,5
К-700А	2,2	15,4
К-701	2,7	18,9

Объем тракторных работ в физических га переводят в условные эталонные по числу выполненных нормо-смен в соответствии с формулой:

$$\Omega_{у.э.} = K_{НС} W_{смэ}, \text{ у.э.га,} \quad (1.91)$$

а число нормо-смен $K_{НС}$ определяют следующим образом:

$$K_{НС} = \Omega / W_{см}, \quad (1.92)$$

где Ω – объем тракторных работ в физических га;

$W_{см}$ – сменная норма выработки агрегата в физических га.

Общий объем работы, выполненной трактором данной марки на различных операциях за определенный период, равен

$$\Omega_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n_p} K_{НСi} \cdot W_{смэ}, \text{ у.э. га,} \quad (1.93)$$

где n_p – число видов работ;

$K_{НСi}$ – число выполненных сменных норм на i -й работе.

6.5 Пути повышения производительности МТА

Наибольшего эффекта повышения производительности агрегатов можно добиться только при комплексном учете всех основных действующих факторов. Прежде всего, уже на стадии конструирования должны быть заложены прогрессивные принципы высокопроизводительной работы агрегатов: выбраны оптимальные параметры, обеспечена высокая надежность машин; созданы благоприятные условия работы для обслуживающего персонала и др.

Последующая группа мероприятий связана с обеспечением практической реализации потенциальных возможностей агрегатов непосредственно в производственных условиях: оптимальное комплектование агрегатов; обеспечение быстрой доставки агрегатов и операторов к месту работы и обратно; правильная настройка рабочих органов машин; выбор оптимальных способов движения агрегатов; соответствующая подготовка полей; высокий уровень технического, технологического и других форм обслуживания в процессе работы агрегатов; применение прогрессивных организационных форм групповой работы агрегатов.

Анализ зависимостей показывает, что с ростом V_p и N_e значение τ уменьшается, а при увеличении L величина τ растет.

Закономерности изменения τ от длины гона L_T , скорости движения, V_p , мощности двигателя N_e приведены на рис. 1.25.

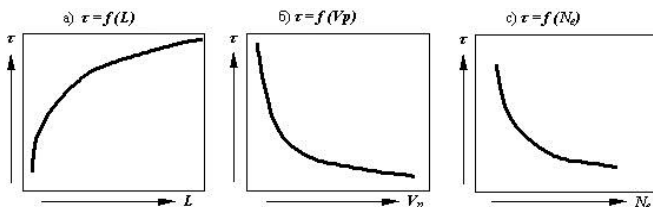


Рис. 1.25. Зависимость коэффициента использования времени смены τ от L_m (а), V_p (б) и N_e (в)

Основные направления повышения производительности МТА: уменьшение непроизводительных потерь времени смены за счет повышения маневренности и надежности агрегатов, улучшения технического, технологического обслуживания, повышения коэффициента использования времени смены τ .

Глава 7 Эксплуатационные затраты при работе агрегатов

Для эффективного функционирования МТА и других типов сельскохозяйственных агрегатов необходимы определенные затраты различных видов ресурсов, называемые эксплуатационными. К ним относятся расходы топлива, смазочных материалов и энергии, затраты труда, затраты материальных и финансовых ресурсов.

Основными оценочными показателями ресурсосбережения агрегатов являются удельные эксплуатационные затраты в расчете на единицу объема выполненной работы или на единицу конечной продукции.

Таким образом, важно обеспечить функционирование агрегатов с наименьшими в заданных условиях удельными эксплуатационными затратами соответствующих ресурсов. С этой целью необходимо установить соответствующие количественные соотношения между эксплуатационными затратами, параметрами агрегатов и природно-производственными факторами.

Удельные эксплуатационные затраты ресурсов в расчете на единицу объема выполненных работ в обобщенной форме определяются делением расхода ресурсов на W_v .

7.1 Затраты механической энергии

Энергозатраты не являются эквивалентом материальных или денежных затрат. В то же время они определяют основные показатели эффективности использования МТА, производительность и расход топлива которых напрямую (расход топлива) или косвенно (производительность) связаны с материальными, денежными и трудовыми затратами.

Знание объективных факторов и их взаимосвязей в формировании затрат производства позволяет целенаправленно решать вопросы рацио-

нального выбора режимов работы отдельных МТА, обоснования структуры МТП, технологии механизированных работ, поиска новых и развития известных направлений системы обеспечения работоспособности техники.

Для сравнения различных агрегатов, технологий в качестве оценочного показателя используют удельные энергозатраты – количество энергии, расходуемой на единицу площади, кДж/га. Расчет удельных энергозатрат вначале выполним для каждого элемента в отдельности.

Энергозатраты на привод рабочих органов. В общем виде величина удельных энергозатрат для рассматриваемого случая определяется как произведение удельных энергозатрат на 1 кг обрабатываемого материала и на количество продукта, получаемого с 1 га или вносимого на 1 га:

$$A_{ВОМ} = a \cdot U, \text{ кДж/га}, \quad (1.94)$$

где a – удельные энергозатраты на обработку 1 кг материала, кДж/кг;

U – урожайность или норма внесения материала, кг/га.

В ряде случаев, значение a неизвестно и расчет ведется при заданных величинах мощности на привод рабочих органов и пропускной способности или часовой производительности машины.

Пусть известны мощность на привод рабочих органов $N_{ВОМ}$ и пропускная способность рабочей машины q_c . Вывод формулы для определения величины a базируется на определении количества энергии \mathcal{E} , передаваемой рабочей машине в течение часа, и количество обработанного материала Q за это время:

$$\mathcal{E} = 3600N_{ВОМ}, \quad \mathcal{E} = 3600q_c, \text{ кДж/ч} \quad (1.95)$$

где $N_{ВОМ}$ – мощность на привод рабочих органов от вала отбора мощности трактора, кВт;

q_c – пропускная способность рабочей машины, кг/с.

Отношение количества израсходованной энергии к количеству обработанного материала и есть величина удельных энергозатрат a на обработку материала. С учетом этого величина удельных энергозатрат на привод рабочих органов от вала отбора мощности можно записать в виде:

$$A_{ВОМ} = N_{ВОМ} \cdot U / q_c, \text{ кДж/га}. \quad (1.96)$$

В случае, если вместо пропускной способности известна часовая производительность машины, формулу (1/96) можно записать в виде:

$$A_{ВОМ} = N_{ВОМ} \cdot U / W_q, \text{ кДж/га} \quad (1.97)$$

где W_q – часовая производительность рабочей машины, т/час.

Энергозатраты на преодоление сил взаимодействия рабочих органов с почвой. В общем случае работа есть произведение силы, действующей в направлении движения на пройденный путь. Применительно к нашему случаю в качестве сил сопротивления выступает сопротивление прицепной части агрегата. Рабочая длина (пройденный путь) при обработке 1 га площади будет равна $L_p = 10^4 / B_p$. С учетом изложенного величина удельных энергозатрат на преодоление сил взаимодействия рабочих

органов с почвой определим следующим образом:

$$A_k = R_a \cdot L_p = k \cdot B_p \cdot 10^4 / B_p \text{ или } A_k = 10^4 \cdot k, \text{ кДж/га} \quad (1.98)$$

где k – коэффициент удельного сопротивления, кН/м.

Энергозатраты на преодоление сил сопротивления передвижению трактора и на подъем при рабочем ходе агрегата. Расчет энергозатрат аналогичен предыдущему:

$$A_{fi} = G_{TP} \cdot (f + i) \cdot 10^4 \cdot B_p, \text{ кДж/га} \quad (1.99)$$

где f – коэффициент сопротивления передвижению трактора;

i – величина уклона;

G_{TP} – эксплуатационная масса трактора, кН;

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м.

Энергозатраты на преодоление сил сопротивления перемещению агрегата при выполнении поворотов. Аналогично предыдущему определим энергозатраты на преодоление сил сопротивления перемещению агрегата при выворонении поворотов:

$$A_\varphi = G_{МТА} \cdot f \cdot L_{ПОВ}, \text{ кДж/га} \quad (1.100)$$

где $G_{МТА}$ – эксплуатационная масса агрегата, включающая массу трактора, сцепки и сельхозмашин, кН;

f – коэффициент сопротивления перемещению агрегата при повороте;

$L_{ПОВ}$ – длина поворотов агрегата на 1 га обрабатываемой площади, м.

Длина поворотов агрегата и рабочая длина гона связаны зависимостью:

$$L = L_p \cdot (1 - \varphi) / \varphi, \text{ м} \quad (1.101)$$

С учетом этого формула для определения энергозатрат на повороте будет иметь следующий вид:

$$A_\varphi = G_{МТА} \cdot f \cdot 10^4 \cdot (1 - \varphi) / \varphi / B_p, \text{ кДж/га} \quad (1.102)$$

Общее выражение для расчета удельных энергозатрат технологического процесса можно записать в виде:

$$A_\Sigma = \sum A_i = A_{ВОМ} + A_k + A_{fi} + A_\varphi, \text{ кДж/га} \quad (1.103)$$

Очевидно, что для различных видов МТА в расчет будет входить различное число слагаемых уравнения (1.101). Запишем выражения для определения суммарных энергозатрат по некоторым, наиболее часто применяемым агрегатам:

– тягово-приводной агрегат, сочетающий активные и пассивные рабочие органы (посадочные и уборочные машины и т.д.):

$$A_\Sigma = \frac{N_{ВОМ} \cdot U}{q_c} + 10^4 \left(k + \frac{G_{TP}(f+i)}{B_p} + G_{МТА} \cdot f \cdot \frac{(1-\varphi)/\varphi}{B_p} \right), \text{ кДж/га} \quad (1.104)$$

– тягово-приводной агрегат с активными рабочими органами (например, прицепной кормоуборочный комбайн) $A_k = 0$ в этом случае получим:

$$A_{\Sigma} = \frac{N \cdot U}{q} + 10^4 \left(\frac{G_{TP}(f+i)}{B_p} + G_{MTA} \cdot f \cdot \frac{(1-\varphi)}{\varphi} \right) \text{кДж/га}; \quad (1.105)$$

– тяговый агрегат (пахотный, посевной и др.), когда $A_{BOM} = 0$, суммарные энергозатраты выразим следующим образом:

$$A_{\Sigma} = 10^4 \left(k + \frac{G_{TP}(f+i)}{B_p} + G_{MTA} \cdot f \cdot \frac{1-\varphi}{\varphi} \right), \text{кДж/га}; \quad (1.106)$$

– стационарный агрегат (загрузчик сеялок и др.) когда $A_k = 0$; $A_{fi} = 0$; $A\varphi = 0$,

$$A_{\Sigma} = \frac{N_{BOM} \cdot U}{q_c}, \text{кДж/га}. \quad (1.107)$$

Пути снижения удельных энергозатрат технологического процесса. Анализ уравнения (7.11) показывает, что на величину энергозатрат оказывают влияние следующие факторы: мощность на привод рабочих органов, коэффициент удельного сопротивления, ширина захвата агрегата и коэффициент рабочих ходов. Исходя из этого комплекс мер, направленных на снижение энергозатрат, включает следующие основные положения:

1. Четкое соблюдение агротехнических требований по влажности обрабатываемого материала, как правило, оптимальная влажность зерновых при уборке или почвы при сплошной обработке гарантирует не только хорошее качество работ, но и минимальные затраты энергии.

2. Своевременный контроль состояния и обеспечение работоспособности рабочих органов сельхозмашин. Несоблюдение правил рационального комплектования и использования МТА ведет к увеличению тягового сопротивления на 6-8%, а для энергоемких процессов – до 20%. При равных значениях степени загрузки двигателя на различных передачах предпочтение следует отдавать передачам, удовлетворяющим агротехническим требованиям по минимально допустимой рабочей скорости. В этом случае снижаются коэффициент удельного сопротивления и количество рабочих проходов агрегата. Так, например, вспашка пятикорпусным плугом в сравнении с четырехкорпусным снижает энергозатраты на 5%.

3. Соблюдение правил технологической подготовки полей к работе МТА: выбор рациональных способов движения и видов поворотов МТА, обоснование рациональных размеров загонов и их разметка.

7.2 Расчет погектарного расхода топлива

Расход топлива относится к затратным показателям, формирующим себестоимость продукции. Фактическое значение расхода топлива определяется двумя составляющими: при выполнении основной операции и при остановках.

Значение погектарного расхода топлива определяется по формуле:

$$Q = G_{cm} / W_{cm}, \text{кг/га}$$

или

$$G_{CM} = G_T T_P + G_{TX} T_{TX} + G_{TO} T_O, \text{ кг} \quad (1.108)$$

где G_{CM} – расход топлива за смену, кг;

G_T, G_{TX}, G_{TO} – часовой расход топлива двигателем соответственно при рабочем и холостом ходах агрегата, а также при холостой работе двигателя на остановках, кг/ч;

T_P, T_X, T_O – продолжительности работы двигателя на указанных режимах, ч.

Тогда выражение (1.108) можно записать в следующем виде:

$$Q = (G_T T_P + G_{TX} T_{TX} + G_{TO} T_O) / W_{CM}, \text{ кг/га} \quad (1.109)$$

С учетом энергозатрат значение погектарного расхода топлива можно определить по формуле:

$$Q = 2,7 \cdot 10^4 mg_e \cdot A \sum / \eta_{TP} \cdot \eta_6 + G_o \sum \lambda_i \cdot t_i, \quad \text{кг/га} \quad (1.110)$$

где m – коэффициент, учитывающий степень загрузки двигателя при выполнении технологического процесса;

g_e – фактический удельный эффективный расход топлива на номинальном режиме работы двигателя, г/кВт·ч;

η_{TP} – КПД трансмиссии и ходового аппарата трактора;

η_6 – КПД трактора по буксованию;

G_o – расход топлива при работе двигателя на остановках, кг/ч;

λ_i – интенсивность потока заявок на обслуживание, 1/га;

t_i – среднее время удовлетворения одной заявки, ч.

Рассмотрим основные пути снижения расхода топлива. Из формул (1.109) и (1.110) следует, что расход топлива зависит от сменной производительности агрегата, энергозатрат технологического процесса, степени загрузки двигателя, удельного эффективного расхода топлива двигателем, КПД трансмиссии и буксования.

В результате исследований установлено, что основными из перечисленных факторов являются величина энергозатрат, степень загрузки двигателя и удельный эффективный расход топлива.

Пути снижения энергозатрат рассмотрены выше. Влияние остальных факторов проследим на основе анализа регуляторного участка скоростной характеристики двигателя (рис. 7.1).

При нагрузке двигателя на 75% превышение удельного эффективного расхода топлива в сравнении оптимальной нагрузкой составит более 6%.

Изменение технического состояния двигателя увеличивает значение удельного эффективного расхода топлива в сравнении с номинальным. В условиях использования техники в хозяйствах величина отклонения колеблется от 10 до 20%, определяя тем самым перерасход топлива при выполнении технологических процессов.

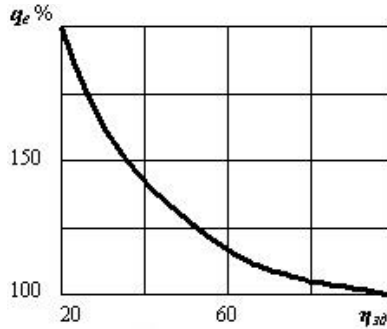


Рис. 1.26. Изменение удельного эффективного расхода топлива в зависимости от степени загрузки двигателя

Таким образом, основными направлениями снижения расхода топлива при выполнении механизированных работ являются: снижение энергозатрат технологического процесса; рациональное комплектование МТА, обеспечивающее работу двигателя в режиме оптимальных эксплуатационных нагрузок; своевременный контроль технического состояния и качественное обслуживание систем двигателя.

7.3 Затраты труда на единицу работы

Затраты труда на единицу выполняемой работы характеризуют уровень механизации и автоматизации производственных процессов, эффективность использования техники. В качестве единиц измерений используют затраты труда (чел-ч) на единицу обрабатываемой площади (чел-ч/га) или на единицу производимой продукции (чел-ч/т). Затраты труда на единицу обрабатываемой площади могут оцениваться такими показателями: затраты труда на выполнение технологического процесса и затраты труда на производство данной культуры.

Затраты труда на выполнение технологического процесса равны:

$$H_{ТП} = T_{см} (m_o + m_г) / W_{см} \text{ или} \\ H_{ТП} = (m_o + m_г) / W_ч, \text{ ч.-час/га,} \quad (1.111)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, ч;

$m_o, m_г$ – количество соответственно основных и вспомогательных рабочих;

$W_{см}$ – сменная производительность агрегата, га/см;

$W_ч$ – техническая часовая производительность агрегата, га/ч.

Затраты труда на производство данной культуры:

$$H_K = \sum H_{mn}, \text{ чел.-ч./га} \quad (1.112)$$

Затраты труда на производство 1 т продукции равны

$$H_T = \sum H_{mn} / U, \text{ чел.-ч/т,} \quad (1.113)$$

где U – урожайность культуры, т/га.

Анализ приведенных выше формул показывает, что снижения затрат труда можно достигнуть за счет сокращения числа исполнителей при использовании средств автоматизации вспомогательных операций и контроля технологического процесса, а также путем повышения производительности МТА.

7.4. Затраты денежных средств

Затраты денежных средств на единицу обработанной площади или полученного продукта являются универсальными показателями, с помощью которых осуществляются не только выбор рационального режима данного агрегата, но и обоснование наиболее выгодного агрегата из множества возможных. Различают прямые и приведенные эксплуатационные затраты денежных средств.

Эксплуатационные затраты денежных средств S_O включают следующие составляющие: амортизационные отчисления, S_a , руб/га; затраты на ремонт и техническое обслуживание, S_{pmo} , руб/га; затраты на топливо и смазочные материалы, S_{mcm} , руб/га и затраты на заработную плату операторам, S_{zn} , руб/га. Таким образом, формулу для определения прямых эксплуатационных затрат можно записать в следующем виде:

$$S_O = S_a + S_{pmo} + S_{mcm} + S_{zn}, \text{ руб/га}, \quad (1.114)$$

или

$$S_a = \frac{B(a_a + a_{pmo})}{100 \cdot T_T \cdot W_T} + C_K \cdot \Theta + \frac{\sum f_i \cdot m_i}{W_T}, \text{ руб/га}, \quad (1.115)$$

где B – балансовая стоимость машины, руб.;

a_a, a_{pmo} – нормативы отчислений соответственно на амортизацию и ремонт и техническое обслуживание, %;

T_T – годовая загрузка машины, ч;

C_K – комплексная цена топлива, руб/кг;

f_i – часовая тарифная ставка оператора, руб/ч;

m_i – число операторов, обслуживающих агрегат.

Комплексная цена топлива включает цену 1 кг дизельного топлива и дополнительно долевые цены соответствующих смазочных материалов и определяется по формуле:

$$C_K = C_T + 0,01 \left(\sum C_i \lambda_i \right), \text{ руб/кг} \quad (1.116)$$

где C_T – цена дизельного топлива, руб/кг;

C_i – цена моторного, трансмиссионного и т.д. масел;

i – количество видов смазочных материалов, применяемых на машине;

λ_i – расход смазочных материалов, %.

Приведенные затраты денежных средств S_{IP} в дополнение к прямым затратам включают капиталовложения, связанные с приобретением машин:

$$C_{IP} = S_O + E_H K_Y, \text{ руб/га}, \quad (1.117)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K_Y – удельные капитальные вложения, связанные с приобретением техники, руб/га.

Таким образом, из множества параметров агрегата (мощность, ширина захвата, скорость движения, масса и т.д.) эксплуатационными условно считаются те, от которых в наибольшей степени зависят его основные технико-экономические показатели работы: производительность, энергозатраты, расход топлива, затраты денежных средств и др.

Под режимом работы подразумевается совокупность правил управления агрегатом с целью улучшения его эксплуатационных показателей. Рациональными называют такие параметры и режимы работы агрегатов, при которых выбранный эксплуатационный показатель (критерий) достигает максимума (например, производительность) или минимума (например, энергозатраты). Конечная цель комплексной оценки рациональных эксплуатационных параметров и режимов работы сельскохозяйственных агрегатов – обеспечение наименьшего расхода используемых ресурсов на единицу объема выполненной работы при высокой производительности и требуемом качестве технологического процесса. Более общей задачей является получение конечной продукции с наименьшими затратами ресурсов.

7.5 Пути снижения эксплуатационных затрат

Поскольку удельные эксплуатационные затраты в расчете на единицу объема выполненной работы определяются делением затрат в единицу времени на производительность агрегата, то одним из направлений уменьшения затрат при прочих одинаковых условиях является увеличение производительности.

Другое важное направление уменьшения эксплуатационных затрат – выбор оптимальных параметров и режимов работы агрегатов. При этом следует использовать микропроцессорные устройства.

Помимо общих направлений существуют частные методы уменьшения затрат, вытекающие из полученных в данной лекции закономерностей. Так, для уменьшения расхода топлива необходимо обеспечить оптимальную загрузку двигателя; уменьшение тягового сопротивления машин; увеличение тягового к.п.д. трактора; уменьшение потерь времени на холостые ходы агрегата. Важным резервом уменьшения трудозатрат является уменьшение численности вспомогательных рабочих на агрегатах путем механизации и автоматизации вспомогательных операций, связанных с загрузкой семян и удобрений, сортировкой урожая и т.д.

Эксплуатационные затраты можно существенно снизить за счет увеличения годовой загрузки тракторов и других энергомашин, роста урожайности сельскохозяйственных культур и ряда других организационных мероприятий. Важно подчеркнуть, что любые недостатки в организации труда механизаторов отрицательно сказываются на эксплуатационных затратах при работе агрегатов.

Глава 8 Основы проектирования технологических процессов

Технология – это закономерность выполнения операций, процессов, работ.

Технологический процесс включает всю совокупность целесообразных операций в требуемой последовательности и взаимосвязи, выполняемых с помощью машин при определенных режимах работы в агротехнические сроки с целью получения конечной продукции заданного качества.

Сельскохозяйственные технологические процессы содержатся в технологических картах возделывания различных культур в каждом предприятии. В этих картах в календарной последовательности формулируют весь комплекс работ по возделыванию каждой культуры от подготовки почвы до уборки урожая и осенней обработки поля.

В технологических картах указывают основные агротехнические требования, составы агрегатов и их основные технико-экономические показатели.

Рассмотрим в основном общие задачи проектирования технологических производственных процессов для производства продукции растениеводства. Это, как правило, обоснование следующих показателей: технологических допусков на качество выполнения работ; сроков начала, продолжительности и темпов выполнения операций; структуры и состава технологических комплексов, а также системы их эксплуатационного обслуживания; требований к надежности и безотказности работы технологических комплексов.

Производственный сельскохозяйственный процесс можно представить в виде:

$$P_{cx} = n_k F_g C_{cy}, \quad (1.118)$$

где P_{cx} – производственная программа;

n_k – количество необходимых комплектов машин для производства продукции;

F_g – площадь занятая под культурой, га;

C_{cy} – коэффициент цикличности:

$$C_{cy} = f \cdot (t_{cy} \cdot D_k), \quad (1.119)$$

где t_{cy} – длительность производственного цикла, дней;

D_k – количество календарных дней.

8.1 Общие принципы рационального построения технологических процессов

К ним относят: непрерывность работы или движения обрабатываемого материала; согласованность операций во времени и пространстве; наиболее полная загрузка всех звеньев технологического процесса; наименьший материало- и машинограуоборот.

Непрерывность – непрерывная занятость МТА на одной и той же операции, а также непрерывное движение обрабатываемого материала. Процесс строится без промежуточных накопителей и перегрузочных операций. В полевых сельскохозяйственных процессах непрерывность носит пульсирующий характер, при котором материал от одной машины к другой движется определенными дозами.

Согласованность операций во времени предполагает выполнение каждой операции в строго определенное время, с соблюдением необходимых интервалов между ними, а *согласованность в пространстве* – выполнение операций на заданном поле.

Полная загрузка всех звеньев технологического процесса, должна обеспечивать максимальную производительность всех машин.

Наименьший материало- и машиногрузооборот – при сборочных и распределительных процессах происходит перемещение машин и материала по полю, необходимо строить процесс таким образом, чтобы грузооборот был минимальным.

8.2 Характеристика технологических процессов

Технологические процессы бывают: монотонные; непрерывно-пульсирующие; непрерывно-поточные; последовательные.

Монотонный процесс – предусматривает непрерывное движение обрабатываемого материала, во всех звеньях процесса, количество материала остается постоянным в любой момент времени.

Непрерывно-пульсирующий процесс – обрабатываемый материал в пределах группы машин, осуществляющих технологические операции движется непрерывно отдельными партиями или пульсациями.

Непрерывно-поточный процесс – расчленяется на отдельные группы машин, обрабатываемый материал движется непрерывно, отдельными порциями, а между отдельными группами непрерывность нарушается, что приводит к промежуточному складированию продукта.

Последовательный процесс – одна операция отделена от другой во времени, обрабатываемый материал движется с перерывами.

Принципы рационального проектирования вытекают из особенностей сельскохозяйственного производства: сезонный характер работ и ограниченные сроки их выполнения; изменчивость погодных и других факторов; взаимосвязанная работа большого числа разнотипных агрегатов и др.

Основная задача проектирования с учетом указанных особенностей – выполнение производственных процессов в установленные сроки с требуемым качеством при высокой производительности всех агрегатов и наименьшими эксплуатационными затратами ресурсов.

Одним из важнейших принципов выполнения указанных требований, обеспечение поточной работы всех агрегатов технологического комплекса в соответствии с равенством:

$$\sum W_n = n_k W_k T_{cm} = n_{mc} W_{mc} T_{cm} = \dots n_n W_n T_n, \quad (1.120)$$

$$n_{mc} = n_k W_k / W_{mc}. \quad (1.121)$$

Отличительная особенность поточной работы агрегатов в соответствии с этим равенством состоит в возможности накопления определенного количества обрабатываемого материала в технологических компенсаторах типа большегрузных бункеров-накопителей.

8.3 Технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур

Технологические карты – это плановый расчет, где в четкой последовательности определен порядок, объем и сроки проведения работ, которые необходимо выполнить с целью получения заданного количества и качества продукции.

Технологические карты на возделывание и уборку сельскохозяйственных культур разрабатываются с целью планирования работ, определения потребности в технике, трудовых ресурсах, а также для определения необходимого количества ГСМ.

При разработке технологических карт соблюдают агротехнические, технические, организационные и экономические требования.

Агротехнические требования разрабатываются агрономами предприятия с целью обоснования прогрессивных приемов обработки почвы, внесения удобрений, сева, ухода за посевами, уборки, осуществления контроля за качеством выполнения работ. Технические и организационные требования разрабатывает и выполняет инженер-эксплуатационник. Направлены они на рациональный выбор тракторов и машин-орудий, комплектование составов агрегатов, организации взаимодействия технологических комплексов машин.

Технологические карты на возделывание сельскохозяйственных культур разрабатываются по установленным формам. В общей части карты указывают наименование культуры, площадь посева, урожайность основной культуры. Затем в соответствии с методическими требованиями заполняются отдельные графы карты.

8.4 Операционная технология механизированных работ

Наряду с технологией возделывания сельскохозяйственных культур имеет место операционная технология механизированных работ, в которой излагаются научные методы выполнения каждой операции технологической карты.

Включает: агротехнические требования; выбор и подготовку агрегата к работе; подготовку поля к работе агрегата; работу агрегата в загоне; контроль качества работы.

Агротехнические требования предъявляются к каждой технологической операции, которые должны быть выполнены при её проведении. Эти

требования формулируются в виде технологических показателей и нормативов, которые подразделяются на временные, количественные и качественные. К временным показателям относятся календарные сроки выполнения технологических операций, продолжительность работы в течение суток. Количественные – полнота сбора урожая, нормы высева семян, удобрений и др., а качественные – изменения в материалах подвергающихся воздействию рабочих органов машин (полнота заделки растительных остатков, оборот пласта, степень крошения и др.). Данные показатели взаимосвязаны. При их установлении общим определяющим принципом должно быть получение максимального количества продукции высокого качества. Нарушение агротехнических требований приводит к снижению сбора урожая и ухудшению качества продукции.

Выбор и подготовка агрегата к работе, прежде всего, это выбор трактора или другого энергетического средства, комплектование агрегата, составление в натуре, технологическая настройка и основные регулировки.

Подготовка поля к работе агрегата включает выбор способа движения, разбивка поля на загоны, отбивка поворотных полос, провешивание линии первого прохода.

Работа агрегата на загоне – движение в соответствии с выбранным способом, уточнение технологических настроек и регулировок.

Контроль качества проводится в соответствии с агротехническими требованиями на выполнение данной технологической операции.

РАЗДЕЛ 2 НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Глава 1 Тенденции машинно-технологической модернизации сельского хозяйства

1.1 Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы

Цели Государственной программы:

- обеспечение продовольственной независимости страны в параметрах, заданных Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации;
- повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках на основе инновационного развития АПК;
- обеспечение финансовой устойчивости товаропроизводителей АПК;
- воспроизводство и повышение эффективности использования в сельском хозяйстве земельных и других ресурсов, экологизация производства;
- устойчивое развитие сельских территорий.

Задачи Государственной программы:

- стимулирование роста производства основных видов сельскохозяйственной продукции;
- осуществление противоэпизоотических мероприятий в отношении карантинных и особо опасных животных;
- поддержка развития инфраструктуры агропродовольственного рынка;
- повышение эффективности регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия;
- поддержка малых форм хозяйствования;
- обеспечение функций управления в сфере реализации Государственной программы, совершенствование системы информационного обеспечения АПК;
- научное обеспечение реализации мероприятий государственной программы;
- повышение уровня рентабельности в сельском хозяйстве для обеспечения его устойчивого развития;
- стимулирование инновационной деятельности и инновационного развития агропромышленного комплекса;
- создание условий для сохранения и восстановления плодородия почв, стимулирование эффективного использования земель сельскохозяйственного назначения;
- развитие мелиорации сельскохозяйственных земель;
- диверсификация сельской экономики, повышение занятости, уровня и качества жизни сельского населения.

Объемы бюджетных ассигнований Государственной программы:

Объем бюджетных ассигнований на реализацию Государственной программы из средств федерального бюджета составляет 2 489 130 113,39 тыс. руб. (в текущих ценах), в т.ч. Минсельхоз России - 2 310 268 258,70 тыс. руб., Россельхозакадемия - 84 973 243,30 тыс. руб., Россельхознадзор - 93 888 611,39 тыс. руб.

Ожидаемые результаты реализации Государственной программы:

-повышение удельного веса отечественных продовольственных товаров в общих их ресурсах к 2020 г. до: зерно – 99,8%, сахар – 91,2%, растительное масло – 82,8%, картофель – 99,7%, мясо и мясопродукты – 88,9%, молоко и молокопродукты – 85,3%;

-увеличение производства продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий (в сопоставимых ценах) в 2020 г. по отношению к 2010 г. – на 39%, пищевых продуктов, включая напитки, и табака – на 60%;

-обеспечение среднегодового темпа прироста объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства в размере 8,8%;

-техническое перевооружение, реконструкция и ввод новых орошаемых и осушенных земель – 10,3 млн. га;

-рост производительности труда к 2020 г. по отношению к ее уровню в 2009 г. на 70%;

-повышение уровня рентабельности сельскохозяйственных организаций до 23%.

1.2 Прогноз развития АПК на период до 2020 года

Динамика развития АПК на период до 2020 г. будет формироваться под воздействием разнонаправленных факторов. С одной стороны, скажутся меры, которые были приняты в последние годы по повышению устойчивости агропромышленного производства, с другой – сохраняется сложная макроэкономическая обстановка в связи с последствиями кризиса, что усиливает вероятность проявления рисков для устойчивого и динамичного развития аграрного сектора экономики.

В качестве значимых тенденций в прогнозном периоде будут такие как:

- увеличение инвестиций на повышение плодородия и развития мелиорации сельскохозяйственных земель, стимулирование улучшения использования земельных угодий;

- преодоление стагнации в подотрасли скотоводства, создание условий для наращивания производства и импортозамещения мяса крупного рогатого скота и молочных продуктов;

- ускорение обновления технической базы агропромышленного производства на базе восстановления и развития отечественного сельскохозяйственного машиностроения;

- экологизация и биологизация агропромышленного производства на основе применения новых технологий в растениеводстве, животноводстве, пищевой промышленности в целях сохранения природного потенциала и повышения безопасности пищевых продуктов.

1.3 Подпрограмма «Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие»

Цели подпрограммы:

- повышение эффективности и конкурентоспособности продукции сельскохозяйственных товаропроизводителей за счет технической и технологической модернизации производства;
- создание благоприятной экономической среды, способствующей инновационному развитию и привлечению инвестиций в отрасль.

Задачи подпрограммы:

- стимулирование приобретения сельскохозяйственными товаропроизводителями высокотехнологичных машин и оборудования;
- снижение энергоемкости производства продукции сельского хозяйства за счет модернизации систем энергообеспечения села с широким использованием средств малой энергетики, возобновляемых и местных энергоресурсов;
- техническая и технологическая модернизация машиноиспытательных станций;
- обеспечение сельскохозяйственных товаропроизводителей и сельского населения консультационными услугами по освоению инноваций, передового опыта и прогрессивным методам хозяйствования;
- повышение инновационной активности сельскохозяйственных товаропроизводителей и расширение масштабов развития сельского хозяйства на инновационной основе.

Объем бюджетных ассигнований подпрограммы:

- объем бюджетных ассигнований на реализацию Государственной программы из средств федерального бюджета составляет 121 567 195,07 тыс. руб. (в текущих ценах).

Ожидаемые результаты реализации подпрограммы:

1. Приобретение сельскохозяйственными организациями новой техники, в том числе 172,2 тыс.шт. тракторов, 68,8 тыс.шт. зерноуборочных комбайнов, 17,2 тыс.шт. кормоуборочных комбайнов и 56,2 тыс.шт. грузовых автомобилей;
2. Увеличение объемов испытаний сельскохозяйственной техники и оборудования на ФГБУ МИС до 925;
3. Доведение доли энергетических ресурсов, производимых сельскохозяйственными организациями с использованием возобновляемых источников энергии до 4,5 %;
4. Увеличение количества региональных организаций (центров) сельскохозяйственного консультирования до 80;
5. Увеличение количества инновационных центров (лабораторий) до 195;
6. Рост удельного веса организаций, осуществляющих технологические инновации в сельском хозяйстве до 10%;
7. Рост удельного веса организаций, осуществляющих технологические инновации в производстве пищевых продуктов, включая напитки, и табака до 14 %.

1.4 Характеристика основных мероприятий подпрограммы

Основное мероприятие 1 «Обновление парка сельскохозяйственной техники».

Целью осуществления мероприятия является обновление парка сельскохозяйственной техники, используемой в сельском хозяйстве.

Для достижения поставленной цели необходимо решить задачу по стимулированию приобретения сельскохозяйственными товаропроизводителями высокотехнологичных машин для растениеводства, животноводства и кормопроизводства.

В целях осуществления мероприятия за счет средств федерального бюджета предусматривается предоставление субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на возмещение:

- части затрат на уплату процентов по инвестиционным кредитам, полученным сельскохозяйственными товаропроизводителями в российских кредитных организациях, и займам, полученным в сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативах, на приобретение сельскохозяйственной техники в размере 80% ставки рефинансирования Центрального банка Российской Федерации, действующей на дату заключения договора кредита, но не более фактических затрат на уплату процентов по кредиту. При этом, учитывая приоритетность развития мясного и молочного животноводства, а также развития малых форм хозяйствования, предусматривается возмещение до 100% ставки рефинансирования – сельскохозяйственным товаропроизводителям, занимающимся молочным и мясным скотоводством; в размере 95% ставки рефинансирования - гражданам, ведущим личное подсобное хозяйство;

- части затрат на приобретение отечественных тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов, грузовых автомобилей в размере 20% их стоимости.

Финансирование мероприятий Программы из федерального бюджета будет осуществляться на условиях финансирования расходов за счет средств субъектов Российской Федерации:

- в размере одной 20 процентов ставки рефинансирования (учетной ставки) Центрального банка Российской Федерации, а по указанным кредитам, полученным сельскохозяйственными товаропроизводителями занимающимися производством мяса крупного рогатого скота и молока, - в размере не менее 3 процентных пунктов сверх ставки рефинансирования (учетной ставки) Центрального банка Российской Федерации, гражданам, ведущим личное подсобное хозяйство - в размере 5 процентов ставки рефинансирования (учетной ставки) Центрального банка Российской Федерации;

- части затрат на приобретение отечественных тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов, грузовых автомобилей в размере 20% их стоимости.

Инвестиционные кредиты на эти цели предполагается предоставлять сроком до 10 лет.

Основное мероприятие 2 «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в сельскохозяйственном производстве»

Целью данного мероприятия является стимулирование энергосбережения и повышение энергетической эффективности в сельскохозяйственном производстве.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- снижение энергоемкости производства продукции сельского хозяйства;
- стимулирование сельскохозяйственных товаропроизводителей для развития производства альтернативных видов энергии.

В рамках реализации мероприятия планируется выделение субсидий сельскохозяйственным товаропроизводителям на развитие производства по альтернативным видам электроэнергии.

Основное мероприятие 3 «Модернизация машиноиспытательных станций»

Целью данного мероприятия является увеличение объемов испытаний сельскохозяйственной техники на основе модернизации машиноиспытательных станций.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- переоснащение машиноиспытательных станций современными техническими средствами;
- обеспечение необходимого качества получения информации при испытании сельхозмашин;
- снижение трудоемкости испытания сельскохозяйственной техники.

В целях осуществления мероприятия за счет средств федерального бюджета предполагается осуществлять прямые субсидии бюджетным учреждениям – машиноиспытательным станциям на техническую модернизацию. Техническая модернизация машиноиспытательных станций предусматривает оснащение их современным лабораторным, приборным и стендовым оборудованием, информационно-измерительными комплексами.

Основное мероприятие 4 «Развитие системы сельскохозяйственного консультирования в субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях»

Целями осуществления мероприятия является развитие системы сельскохозяйственного консультирования для оказания консультационной помощи сельскохозяйственным товаропроизводителям и сельскому населению, что создаст условия для повышения эффективности и конкурентоспособности сельскохозяйственного производства, а также уровня жизни и занятости сельского населения за счет использования современных достижений в науке, технике и технологиях.

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих задач:

- создание сети региональных и районных (межрайонных) центров сельскохозяйственного консультирования во всех субъектах Российской Федерации для обеспечения повсеместного доступа сельскохозяйственных товаропроизводителей и сельского населения к консультационным услугам;

- формирование кадрового состава организаций сельскохозяйственного консультирования, поддержание высокого уровня квалификации консультантов;

- оказание консультационной помощи сельскохозяйственным товаропроизводителям и сельскому населению в освоении инноваций, передового опыта и прогрессивных методов хозяйствования, доведение консультационных услуг до объемов, обеспечивающих потребности сельскохозяйственного производства и жителей сельских территорий;

- проведение обучающих и демонстрационных мероприятий для руководителей и специалистов агропромышленного комплекса;

- совершенствование форм и методов консультационной деятельности, повышение эффективности и качества консультационных услуг;

- создание действенного механизма трансферта инноваций путем взаимодействия организаций сельскохозяйственного консультирования, с научными и образовательными учреждениями, а также сельскохозяйственными товаропроизводителями и сельским населением.

В рамках реализации мероприятия предусматривается предоставление субсидий за счет средств федерального бюджета на следующие цели:

- укрепление материально-технической базы региональных и районных (межрайонных) центров сельскохозяйственного консультирования, в том числе техническое оснащение создаваемых ими демонстрационных площадок (объектов);

- инфраструктурное обеспечение консультационной деятельности для создания условий оказания качественных консультационных услуг, в том числе формирование отраслевой сети обмена информацией.

Основное мероприятие 5 «Создание и развитие деятельности инновационных центров»

Целью осуществления мероприятий является повышение инновационной активности сельскохозяйственных товаропроизводителей и расширение масштабов развития сельского хозяйства на инновационной основе.

Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи:

- определение организаций – основных источников инноваций по различным направлениям сельскохозяйственного производства и развития на их базе инновационных центров по апробации и адаптации научных достижений к условиям их реализации, передачи непосредственно товаропроизводителям или в систему сельскохозяйственного консультирования для доведения до всех заинтересованных товаропроизводителей и сельского населения;

- формирование технологических платформ на основе проектов обеспечения широкомасштабного инновационного развития отраслей;

- специализированная подготовка и повышение квалификации руководящих кадров и специалистов АПК по направлениям инновационного менеджмента и программно-целевому управлению инновационным развитием АПК.

В целях осуществления поддержки мероприятия за счет средств федерального бюджета предполагается осуществлять субсидии на создание и развитие деятельности инновационных центров, организованных в качестве структурных подразделений на базе подведомственных Минсельхозу России учреждений (образовательных, научно-исследовательских, машинно-технологических, агрохимических, сортоиспытательных), а также в форме хозяйственных обществ, созданных научными и образовательными учреждениями для практического применения результатов интеллектуальной деятельности (в соответствии с Федеральным законом от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»). Отбор организаций будет проводиться на конкурсной основе.

1.5 Характеристика мер государственного регулирования. Объем финансовых ресурсов, необходимых для реализации подпрограммы

Мероприятиями Подпрограммы предусмотрены следующие меры государственного регулирования:

- субсидии на уплату процентов по инвестиционным кредитам на сельскохозяйственную технику;
- субсидий сельскохозяйственным товаропроизводителям на развитие производства по альтернативным видам электроэнергии;
- субсидии бюджетным учреждениям – машиноиспытательным станциям на техническую модернизацию;
- субсидии на укрепление материально-технической базы и развитие инфраструктуры региональных и районных (межрайонных) центров сельскохозяйственного консультирования;
- субсидии на создание и развитие деятельности инновационных центров.

Общий объем финансирования мероприятий подпрограммы в 2013-2020 годы составит за счет средств федерального бюджета 121 567 195,07 тысяч рублей.

Объем финансовых ресурсов, необходимых для реализации подпрограммы в разрезе ведомственных целевых программ и основных мероприятий приведены в приложениях к Государственной программе.

1.6 Анализ рисков реализации подпрограммы и меры управления рисками

Решение задач ускорения технической и технологической модернизации, а также перехода на инновационный путь развития будет проходить в условиях воздействия на АПК ряда внешних и внутренних рисков и вызовов, с одной стороны осложняющих достижение поставленных

целей, с другой стороны диктующих необходимость еще больших усилий по решению накопленных в аграрной сфере экономики проблем. Ключевыми в части инновационного развития АПК являются следующие риски:

- рост цен на энергоресурсы и материально-технические средства, потребляемые в отрасли, что ограничивает возможности у значительной части сельскохозяйственных товаропроизводителей осуществлять инновационные проекты, переход к новым ресурсосберегающим технологиям и на этой основе обеспечивать реализацию модели ускоренного экономического развития;

- слабая материально-техническая база и низкие темпы обновления основных производственных фондов, что отрицательно сказывается на своевременном выполнении основных технологических процессов в сельском хозяйстве, переработке сырья и качестве выпускаемой продукции, не позволяет в полной мере обеспечить на внутреннем рынке импортозамещение отечественной продукцией.

- недостаточное информационное обеспечение в части использования современных высокопроизводительной техники и технологий сельского хозяйства и сельских территорий;

- снижение темпов инновационного развития АПК.

1.7 Этапы технологической модернизации сельского хозяйства

Первый этап (2013-2017 гг.) рассчитан на основную массу сельхозпредприятий и потребует наиболее целенаправленных действий агробизнеса в области обновления технологической базы.

Весь процесс технологических преобразований может занять не менее 10-12 лет и через него пройдет, по меньшей мере, 80-85% сельскохозяйственных предприятий. Имеется в виду при этом, что остальная часть хозяйств с самодостаточной экономикой технологически обустроена. Важно, чтобы подобные действия были осуществлены и в инфраструктурной среде, особенно в таких отраслях как сельхозмашиностроение, агрохимическая промышленность, альтернативная энергетика (и прежде всего в производстве биологических видов моторного топлива), сфере производственно-технологических услуг и т.д.

На втором этапе (2018 -2020 гг.) будут освоены объемы применения различных типов технологий для возделывания яровых и озимых зерновых культур и прогнозируемые затраты материально-технических ресурсов на их производство. Машинно-тракторный парк достигнет оптимальных количественных и качественных параметров.

Стратегическое будущее отечественного сельского хозяйства - переход в дальнейшем (за рамками рассматриваемого периода) на *агротехнологии высокой интенсивности или высокие технологии*. Они пока только подготавливаются отечественной сельскохозяйственной наукой. Принципы их построения отрабатываются в более ускоренном режиме учеными ряда стран.

Их суть - в точном обеспечении пофазового (по фазам развития растений) мониторинга посевов с определением потребности растений в питательных веществах, наличии сорняков, болезней и вредителей и на этой

основе выполнении машинных процессов для оптимизации удовлетворения физиологических потребностей растений с учетом глубоких, точных знаний на базе мониторинга посевов. На текущем этапе развития агротехнологий мониторинг за растениями осуществляется традиционно-визуальным способом с простыми полевыми наблюдениями и лабораторной оценкой образцов.

Начиная с 1990-х годов в экспериментальном порядке мониторинг посевов, урожая обеспечивается с использованием современных информационных технологий – геоинформационных систем (ГИС), в том числе с применением космической навигации: GPS (США), ГЛОНАСС (Россия). Новейшие разработки связаны с созданием информационной базы развития растений по принципу on-line, когда состояние растений, их потребности сканируются специальными устройствами машинного агрегата в процессе его движения по полю и с учетом этого обследования осуществляется необходимое воздействие на посев.

Эта техника контролирует качество выполняемых технологических операций с учетом изменяющихся условий ландшафта, оптимизирует использование ресурсов интенсификации (вводимой в процесс энергии). Технология с управлением производственным процессом относится к типу точных (прецизионных) и позволяет регулировать не только величину урожая, но и качество получаемой продукции, величину издержек.

Глава 2 Производительность земледельческих агрегатов и способы ее повышения

Продукцией каждого полевого процесса в земледелии является урожай, поэтому и производительность труда при выполнении любого полевого процесса выражается величиной урожая, собранного с обрабатываемой площади. Таким образом, высокое качество выполнения земледельческих процессов является важнейшим требованием, предъявляемым к работе машинно-тракторных агрегатов.

Промежуточным показателем производительности труда в земледелии является наработка агрегата, выраженная количеством гектаров обработанной площади в единицу времени – час, смену, сутки и т.д. В задачу исследований входит выявление факторов, определяющих величину наработки агрегатов и разработка системы мероприятий для наибольшего повышения их производительности.

2.1 Структура производственного процесса, выполняемого земледельческими агрегатами

Производственный процесс, выполняемый агрегатами в полеводстве, подразделяется на технологические, транспортные и вспомогательные операции. Элементами технологических операций являются: рабочий ход, поворот, переезд с участка в течение смены, загрузка или разгрузка и т.д.

Выполнение механизированных операций обеспечивается работой машин, технологией и организацией производства и имеет сугубо технический характер определения рационального состава агрегата и оптимального режима его работы. Оптимизация режимов работы МТА обеспечивает снижение затрат труда и расхода топлива при наибольшей наработке.

Технически обоснованным размером наработки агрегата является объем работы, выполненной при полном использовании технических возможностей машин и соблюдении требований агротехники, предъявляемых к качеству выполняемых работ.

Первостепенное значение для организации высокопроизводительного и ресурсосберегающего использования агрегата имеет классификация затрат времени, раскрывающая структуру производственного процесса.

Затраты времени на выполнение операций технологического процесса дифференцируются следующим образом:

- подготовительно-заключительное время, $T_{пз}$ – время на подготовку агрегата к работе, переезд к месту работы и стоянке и др.;

- время основной работы, T_p – время затрачиваемое на выполнение полезной работы;

- вспомогательное время, $T_{всп}$ – время затрачиваемое на обеспечение выполнения основной операции и необходимое для поворотов и заездов агрегата, выгрузки намолоченного зерна из бункера и т.д.;

В состав вспомогательного времени входит $T_{обс}$ – время технологического и технического обслуживания агрегата; дополнительное время, $T_{доп}$ – время, затрачиваемое на непроизводительные остановки и простои из-за технических неисправностей машин.

Сумма основного и вспомогательного времени представляет собой оперативное время работы агрегата. С целью более полного использования оперативного времени при организации работы агрегатов необходимо учитывать специфические факторы сельскохозяйственного производства.

К ним относятся: большие площади полей, значительные расстояния перемещения агрегатов, сезонность и сжатые сроки выполнения работ, связанные с биологическими процессами и др.

2.2 Производительность агрегатов

При определении производительности сельскохозяйственных агрегатов обычно применяют, эмпирическое выражение ее в гектарах, обработанных за час сменного времени:

$$W_q = 0,1B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/ч} \quad (2.1)$$

где B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

V_p – рабочая скорость движения агрегата, км/ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

Сменная производительность агрегата определяется по общеизвестной формуле:

$$W_{\text{ч}} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot T_p, \text{ га/см} \quad (2.2)$$

где T_p – время выполнения полезной работы в течение смены, ч.

Однако, достаточно доступное выражение сменной производительности создает иллюзию большой простаты определения производительности, но не соответствует действительности.

В действительности зависимость B_p, V_p, T_p от условий работы во времени весьма сложна и изменчива. Стабильных и постоянных во времени и пространстве производственных факторов при производстве механизированных работ нет. Изменчивость физико-механических свойств, среды весьма динамична. Учет и анализ влияния этих факторов на реальную производительность агрегата требует вероятностного подхода, так как исходные показатели являются случайными процессами. Чистая часовая производительность тягового агрегата является функцией трех случайных аргументов – максимума тяговой мощности трактора, удельного сопротивления машины-орудия и степени загрузки трактора по тяговой мощности. Следовательно, производительность тягового агрегата является также случайной величиной.

На уборке зерновых культур основными факторами являются состояние хлебной массы, ее влажность и засоренность, урожайность которые носят также случайный характер. Для определения производительности агрегатов используют опытно-статистические показатели, полученные в производственных условиях, т.е. их средние значения.

Фактическая сменная производительность агрегата зависит от энергозатрат, продолжительности рабочего времени, а также степени их использования. Производительность агрегата, соответствующую полному использованию энергии двигателя и всего времени основной работы будем считать идеальной. Чем выше доля используемой энергии и времени, тем ближе приближается фактическая производительность агрегата к идеальной.

Таким образом, идеальная производительность является пределом, к которому следует стремиться при организации всех полевых технологических операций. Идеальную производительность можно выразить следующим образом:

$$W = 0,36N_{kp}^{\text{max}} / k_n \quad (2.3)$$

где N_{kp}^{max} – максимально возможная мощность, развиваемая на крюке трактора на соответствующей передаче, кВт;

k_n – полезное удельное сопротивление машины-орудия.

Следовательно, для повышения идеальной производительности агрегата необходимо увеличивать максимальную мощность двигателя и уменьшать удельное сопротивление машин-орудий.

Наряду с идеальной различают фактическую производительность агрегата при фактической мощности, развиваемой двигателем и удельном сопротивлении машины-орудия, которая применяется в расчетах при производственной деятельности.

2.3 Удельное сопротивление машин-орудий

Рациональное комплектование машинно-тракторных агрегатов и планирование полевых операций осуществляется на основе установленного для конкретных условий удельного сопротивления машин-орудий, значение которого имеет существенное значение в обеспечении производительной работы агрегатов. Производительность агрегата обратно пропорциональна величине удельного сопротивления машин-орудий, а расход топлива и себестоимость обработки одного гектара пропорциональны этому сопротивлению.

Величина удельного сопротивления машины-орудия зависит от многих разнообразных факторов, которые определяются свойствами самой машины и состоянием почвы данного поля.

Необходимо отметить, что удельное сопротивление почвообрабатывающих машин является функцией следующих основных факторов:

- конструкции машины;
- вида почвы;
- состояния поля с учетом влияния предыдущих обработок;
- вида предстоящих обработок;
- рабочей скорости движения агрегата;
- влажности почвы.

В этом случае для большинства почвообрабатывающих и посевных операций удельное сопротивление машин можно определить по следующей эмпирической формуле:

$$k_i = k_s \cdot \alpha_k \cdot \beta_k \cdot \gamma_k \delta_k, \quad (2.4)$$

где k_s – удельное сопротивление на почве заданного рода, на 1 м ширины захвата эталонного деформатора при исходном состоянии поля;

α_k – показатель влияния на сопротивление состояния поля к моменту обработки;

β_k – показатель влияния на сопротивление вида обработки поля;

γ_k – показатель влияния на сопротивление скорости движения агрегата;

δ_k – показатель влияния на сопротивление влажности почвы.

Величина этих показателей должна устанавливаться экспериментальным путем. Величина k_s характеризует род почвы, остальные величины – условия работы и тип машины-орудия. Показатели α_k , β_k , γ_k , δ_k установлены экспериментально, могут быть постоянными коэффициентами в виде математических ожиданий.

В качестве деформатора выбирается машина-орудие, типичная для производственных условий, выполняющая наиболее энергоемкую или наиболее распространенную операцию.

За исходное состояние поля выбирается такое, при котором влияние предшествующих обработок и характер растительного покрова меньше всего сказывается на сопротивлении машины-орудия.

2.4 Ширина захвата машин-орудий в агрегате

Для обеспечения максимальной производительности агрегата необходимо подбирать к трактору машину-орудие с шириной захвата, соответствующей заданным условиям работы. При работе трактора с недостаточ-

но совершенным ходовым аппаратом на слабых почвах и значительном увеличением загрузки сопровождается снижением производительности агрегата, хотя это можно и не заметить. На прочных почвах перегрузка трактора сопровождается резким падением числа оборотов двигателя и в связи с этим снижением скорости движения агрегата и заметным уменьшением его производительности.

Для обеспечения наивысшей производительности агрегата при выборе машины-орудия необходимо исходить из величины максимума силы тяги для выбранной рабочей скорости движения. Случайное снижение максимума силы тяги трактора могут встречаться по причине кратковременно возрастающих сопротивлений почвы, которые преодолеваются за счет запаса крутящего момента двигателя равного 14...16 %. При превышении этого запаса для преодоления сопротивления целесообразно переходить на пониженную передачу.

В процессе работы агрегата величина удельного сопротивления машины-орудия колеблется около средней величины (M_0). Если обозначить среднюю величину изменяющихся сопротивлений как $k_i + \Delta k_i$, тогда величину ширины захвата агрегата можно определить исходя из максимальной силы тяги:

$$B_i = P_{кр}^{max} / k_i + \Delta k_i, \text{ м} \quad (2.5)$$

Однако, чем более однородна почва и чем лучше была предшествующая обработка поля, тем меньше отклонение Δk_i от средней величины удельного сопротивления.

Таким образом, можно утверждать, что подбирать машины-орудия при комплектовании агрегата целесообразно по средней величине удельного сопротивления, а отрезки пути с удельным сопротивлением $k_i + \Delta k_i$ должны преодолеваться за счет запаса крутящего момента двигателя.

Для обеспечения наивысшей производительности агрегата машина-орудие должно подбираться к трактору по максимуму силы тяги и по средней величине удельного сопротивления.

2.5 Общий порядок комплектования агрегата

Порядок комплектования агрегата состоит из следующих этапов:

- выбирается рабочая скорость движения агрегата, обеспечивающая наивысшее качество работы машины-орудия в соответствии с агротехническими требованиями и с учетом почвенных условий;
- выбирается тип и марка трактора, затем определяется максимум силы тяги трактора на выбранной передаче, соответствующий заданным условиям работы;
- определяется средняя величина удельного сопротивления машины-орудия в заданных условиях;
- определяется рабочая ширина захвата агрегата, подбирается необходимое число рабочих органов;
- определяется величина технической производительности агрегата.

Необходимый тип и марка трактора и машины-орудия определяются в соответствии с заданной операцией и наличием их в предприятии.

2.6 Степень использования времени смены

Необходимо отметить, что кроме увеличения мощности двигателя N_{max} и снижения удельного сопротивления рабочей машины k_i , целесообразно повышать степень использования времени смены τ . Величина τ является одним из важнейших факторов повышения производительности агрегата. Не рациональная организация полевых операций намного снижает величину степени использования времени.

Степень использования времени смены при выполнении полевых работ по своему физическому смыслу является отношением времени производительной работы агрегата ко всей длительности смены:

$$\tau = T_p / T_{см} \quad (2.6)$$

Полная длительность смены может быть выражена следующим равенством:

$$T_{см} = T_u + T_{обс} + T_{np}, \text{ ч} \quad (2.7)$$

С учетом (2.7) степень использования времени смены можно разложить на следующие составляющие:

$$\tau = \frac{T_p}{T_u} = \frac{T_p}{T_u} \times \frac{(T_u + T_{np})}{T_{см}} \times \frac{T_u}{T_u + T_{np}} = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \quad (2.8)$$

Величина первой составляющей степени использования времени цикла τ_1 наиболее точно и наглядно отражает уровень организации работы агрегата.

Под циклом понимается составная часть полевых операций, которая состоит из производительного движения агрегата вдоль загона в одну сторону, поворота на его конце, снова производительного движения вдоль загона, но в обратную сторону, и поворота на втором его конце.

Величина первой составляющей степени использования времени смены не только определяет производительность агрегата, но и весьма влияет на расход топлива и себестоимость выполнения полевых операций.

Следовательно,

$$\tau_1 = \frac{1}{\left(1 + \frac{L_n}{L_p}\right) \left(\frac{V_p}{V_n} + \frac{T_n}{T_p}\right)} \quad (2.9)$$

Таким образом, численное значение τ_1 определяется:

- относительной величиной пути поворота, т.е. отношением длины поворота к рабочему пути;
- отношению рабочей скорости движения к скорости на поворотах;
- относительной величиной производственных остановок.

Чем меньше величина T_n / T_p , тем выше значение τ_1 и выше произво-

длительность агрегата.

Величина второй составляющей учитывает затраты времени на обслуживание агрегата и может быть выражена следующим образом:

$$\tau_2 = 1 - T_{обс} / T_{см} \quad (2.10)$$

Величина τ_2 определяется относительным временем обслуживания агрегата. Время, затрачиваемое на обслуживание агрегата, состоит из:

- времени на вспомогательные поездки агрегата, $T_{пер}$;
- время на технологическое и техническое обслуживание агрегата;
- время на физиологические надобности оператора.

Таким образом,

$$T_{обс} = T_{пер} + T_{обс} + T_{ф} \quad (2.11)$$

Анализ формулы (2.11) показывает, что время на поездки можно сократить за счет рациональной организации работы МТА и автоматизации перестройки широкозахватных агрегатов в транспортное положение и обратно.

Затраты времени на технологическое и техническое обслуживание агрегата является необходимым, но сокращение его ниже определенного предела не допустимо. Сокращение затрат времени на технологическое и техническое обслуживание агрегата достигается за счет механизации этих процессов.

Величина затрат времени на физиологические надобности $T_{ф}$ устанавливается исходя из условий требований охраны труда.

Таким образом,

$$\tau_2 = 1 - (T_{пер} + T_{обс} + T_{ф}) / T_{см} \quad (2.12)$$

Следовательно, для повышения τ_2 необходимо правильное планирование и организации работы машинно-тракторных агрегатов.

Величина третьей составляющей, учитывающей непроизводственные потери времени, может быть представлена в следующем виде:

$$\tau_3 = T_{ц} / (T_{ц} + T_{нр}) = 1 / (1 + T_{нр} / T_{ц}) \quad (2.13)$$

Выражение (2.13) показывает, что величина τ_3 зависит от относительной величины потеряннного времени, значения этого параметра изменяются в пределах 0,90...1,0 в зависимости от условий работы. Необходимо отметить, что при определении величины τ_3 учитываются лишь те потери времени, которые не могут быть устранены при современном состоянии производства.

Глава 3 Прогнозирование производительности агрегатов и резервы ее повышения

Прогнозирование производительности агрегата и расхода топлива является одним из основных элементов проектирования рациональных полевых операций. Своеобразные условия работы в земледелии, пред-

ставляющие собой распределение работающих машин на большой территории, их передвижение по отдельным полям, самостоятельная работа удаленных друг от друга агрегатов, небольшой состав обслуживающих агрегат работников, разнообразие размеров и конфигурации обрабатываемых полей, физико-механического состава почв и другие факторы, предъявляют свои специфические требования к обеспечению рациональной организации выполнения технологического процесса путем научного прогнозирования производительности агрегатов и научного обоснования нормирования труда механизаторов.

3.1 Общий порядок научного прогнозирования производительности земледельческого агрегата

Порядок прогнозирования производительности агрегата заключается в следующем:

- по выбранной рабочей скорости выполнения производственной операции, регламентированной агротехническими требованиями, определяется максимум силы тяги соответствующего трактора в заданных полевых условиях работы агрегата. Максимальная сила тяги трактора на заданной передаче является переменной величиной, зависящей от свойств трактора, состояния двигателя и ведущего аппарата, атмосферных условий, рода почвы и состояния поля.

Необходимо помнить, что недоиспользование энергии двигателя приводит к потере производительности и повышенному расходу топлива.

- устанавливается величина удельного сопротивления машины-орудия при работе в заданных условиях;

- определяется наиболее возможная ширина захвата машин-орудий, в том числе для комплексных агрегатов, состоящих из машин различных видов. Подбор машин-орудий к трактору должен проводиться по максимуму его силы тяги на выбранной передаче и по средней величине удельного сопротивления рабочих машин;

- определяется средняя сила тяги трактора, необходимая для работы с составленным комплектом рабочих машин. По этой силе тяги определяется степень загрузки тракторного двигателя и трактора при движении на рабочем и холостом ходу. Расчет силы тяги трактора на холостом ходу агрегата может производиться по формуле:

$$P_x = fG_M \quad (2.14)$$

где f – коэффициент сопротивления передвижению;

G_M – масса прицепной части агрегата, кН.

- по значениям степени загрузки двигателя определяется средняя величина скорости движения агрегата на рабочем и холостом ходу;

- по полученным значениям рабочей ширины захвата и рабочей скорости движения определяется величина технической производительности агрегата;

- по установленному распорядку дня и по расположению точек обслуживания агрегата определяется величина второй составляющей сте-

пени использования времени смены, учитывающей влияние затрат времени на обслуживание агрегата;

- по выбранному способу движения агрегата на загоне и по соответствующим его размерам определяется средняя величина длины пути одного поворота, а по принятому способу выполнения погрузочно-разгрузочных работ определяется относительная величина времени производственных остановок;

- по принятой длительности смены, полученным при расчетах значениям, составляющим степень использования времени и по величине технической производительности агрегата определяется в общем виде величина фактической производительности за час и за полную смену.

3.2 Влияние почвенно-климатических и организационных условий работы агрегатов на производительность

Основными факторами сельскохозяйственного производства, влияющим на производительность земледельческих агрегатов, являются:

- свойства окружающей среды и условия работы агрегатов;
- свойства и состояние обрабатываемого материала;
- конструктивные и эксплуатационные свойства мобильных и прицепных машин-орудий, уровень их технического обслуживания и работоспособности;
- требования технологии к качеству работ, способов, сроков и последовательности обработки почвы и растений, расстановки и кинематики движения машин;
- методы организации механизированных процессов и обслуживания полевых агрегатов;
- общий уровень социально-экономических условий, квалификация и заинтересованность в труде механизаторов.

Применяемые технологии, правила производства механизированных работ, способы подготовки агрегатов и полей к работе, выполнение работы агрегатами на загоне, обслуживание их, расстановка людей и транспортных средств и другие факторы полностью зависят от уровня организации производства. Эти факторы сказываются на рациональном использовании рабочего времени смены, улучшение которого достигается путем внедрения научной организации сельскохозяйственного производства.

Влияние рельефа полей на производительность агрегатов. Рельеф полей является одним из важнейших факторов, влияющих на производительность агрегатов и расход топлива.

Следует отметить, что исследований влияния рельефа полей на производительность агрегатов выполнено, крайне мало. Однако, с учетом выполненных исследований можно заключить:

- снижение тяговой мощности тракторов составляет 2 % на один градус склона. Удельное сопротивление машин-орудий увеличивается при работе на склонах на 0,5...1,0 % на градус склона. Следовательно, для повышения производительности агрегатов и снижения расхода топ-

лива целесообразно сокращать площади посева культур с углом склона свыше 4...5 градусов.

Влияние влажности почв на производительность агрегатов. Влажность почвы является одним из важнейших факторов, влияющих на результаты работы агрегатов по обработке почвы. Зависимость удельного сопротивления плуга имеет параболический характер с минимумом при влажности, равной 20...22 %.

Оптимальной влажностью почвы считается ее величина, равная 20 % от абсолютной, при которой сопротивление движению плуга является минимальным. С изменением влажности почвы возрастает удельное сопротивление машин-орудий, снижается производительность. Так например, среднее приращение удельного сопротивления составляет 3,3 % при увеличении влажности почвы на 1 % от оптимальной. Как показывают исследования, при уменьшении влажности почвы на 10 % от оптимальной, часовая производительность тяговых агрегатов снижается на 20 %.

На основании результатов анализа влияния влажности почв на производительность почвообрабатывающих агрегатов можно сделать следующие выводы:

- в зонах нормального и повышенного увлажнения почв имеет место одновременное увеличение удельного сопротивления машин-орудий и ухудшения тяговых показателей тракторов;

- для повышения производительности почвообрабатывающих агрегатов следует выполнять процессы обработки почвы в оптимальные сроки при оптимальной влажности почвы.

Влияние глубины обработки почвы на удельное сопротивление машин-орудий и производительность агрегата. Снижение производительности почвообрабатывающих агрегатов прямо пропорционально увеличению удельного сопротивления машин-орудий.

Поэтому для повышения производительности агрегатов следует точно выполнять агротехнические требования по заданной глубине обработки почвы, особенно на вспашке, культивации, дисковании. С точки зрения рационального использования МТА не целесообразно допускать превышения глубины обработки, обеспечивая правильную регулировку рабочих органов машин.

Влияние высоты над уровнем моря на производительность агрегатов. Высота над уровнем моря значительно сказывается на производительности агрегатов вследствие снижения мощности двигателей, что имеет место в предгорных районах Алтая.

Зависимость давления атмосферы P_a от высоты над уровнем моря с достаточной точностью определяется из следующего выражения в мм ртутного столба:

$$P_a = P_0 - C_a \cdot H \quad (2.15)$$

где $C_a = 0,008$ мм/м;

$P_0 = 760$ мм;

H – высота над уровнем моря, м.

Снижение мощности двигателя и увеличение удельного расхода топлива по мере увеличения высоты над уровнем моря вызывается уменьшением удельного веса воздуха, коэффициента избытка воздуха, коэффициента наполнения цилиндров, ухудшение других параметров рабочего процесса двигателя. Потери мощности двигателя составляют 1 % на каждые 100 м подъема над уровнем моря, аналогично увеличивается и удельный расход топлива.

3.3 Резервы повышения производительности агрегатов

Необходимо отметить, что наивысшая производительность агрегата достигается при полном использовании энергии двигателя трактора и производственного времени смены, применением низкочастотных и энерго-сберегающих технологий.

Для повышения производительности агрегатов необходимо:

- поддерживать двигатели в таком состоянии, чтобы они могли развивать наибольшую мощность, а машины-орудия обеспечить наибольший их к.п.д.;

- комплектовать агрегата при максимально допустимой нагрузке двигателя;

- правильно разбивать поля на загоны с использованием систем GPS и ГЛОНАСС;

- обеспечивать высокий уровень технического и технологического обслуживания, таким образом, чтобы все операции выполнялись с высоким качеством и наименьшими затратами времени смены.

В настоящее время очевидна необходимость совершенствования конструкций современных машин, обеспечивающих повышение производительности земледельческих агрегатов. С целью повышения производительности труда и производительности МТА в сельском хозяйстве необходимо:

- увеличивать максимальную мощность двигателя, снижать удельный расход топлива и повышать величину коэффициента полезного действия тракторных двигателей;

- уменьшать удельное сопротивление машин-орудий путем совершенствования рабочих органов;

- повышать надежность сельскохозяйственной техники и приспособленность ее к техническому обслуживанию и ремонту;

- создавать одномашинные комплексные агрегаты, обеспечивающие полную нагрузку двигателя трактора;

- снижение массы машин за счет применения современных технологий и материалов в сельхозмашиностроении.

Необходимо отметить, что самым главным и наиболее реальным резервом повышения производительности земледельческих агрегатов является повышение надежности машин, широкое применение в производстве системы профилактического технического обслуживания машин, предусматривающей:

- совершенствование методов и технологий диагностирования и технического обслуживания машин;

- укрепление материально-технической базы технического обслуживания и инженерно-технической службы в предприятиях;
- увеличение производства ремонтно-технологического оборудования и инструмента;
- обеспечение предприятий прогрессивной нормативно-технической документацией обслуживания машин;
- повышение дисциплины, технической грамотности и материальной заинтересованности механизаторских и инженерных кадров.

Применение вышеперечисленных мероприятий позволит повысить готовность машин к работе, увеличить наработку на отказ и качество полевых работ за счет технологического регулирования машин, снизить себестоимость выполнения полевых операций.

3.4 Производительность агрегатов на уборочных работах

Для уборочных работ применимы общие производственные факторы, характерные при выполнении всех полевых работ. Однако, основными для уборочных работ являются специфические факторы, оказывающие соответствующее влияние на производительность и расход топлива уборочных агрегатов.

Уборочные работы наиболее сложны по характеру взаимосвязи производительности с условиями работы, а также по организации их выполнения. Но при всем разнообразии процессов уборки различных культур имеются общие основные производственные факторы:

- оптимальная пропускная способность уборочной машины при минимальном уровне потерь материала;
- урожайность убираемой культуры;
- характеристика состояния убираемого материала.

Пропускная способность весьма резко изменяется в зависимости от урожайности массы и ее состояния, что имеет первостепенное значение при определении производительности уборочных работ.

Весьма характерным для уборочных работ является также ограничение рабочей скорости, вызванное неровностью поверхности поля, изменением условий работы персонала, надежности работы комбайна. Нередки случаи, когда рабочая скорость и производительность уборочных агрегатов ограничены энергетическими ресурсами двигателя, особенно при повышенной влажности убираемого материала и почвы.

Уборка зерновых культур.

Пропускная способность зерноуборочных комбайнов существенно изменяется в зависимости от соотношения массы зерна и массы соломы, влажности и засоренности хлебной массы.

Для зерновых колосовых культур урожайность незасоренной хлебной массы может быть выражена через урожайность зерна и соломы. Тогда удельная масса зерна в общей хлебной массе будет равна:

$$Z = U_z / (U_z + U_c) - 1 / (1 + \delta_c) \quad (2.16)$$

где δ_c – коэффициент соломистости, который характеризуется отношением массы соломы к массе зерна, $\delta_c = U_c / U_z = 1,5$ для зоны Западной Сибири;

U_z, U_c – урожайность зерна и соломы, т/га.

За эталонную пропускную способность комбайна принимается оптимальная пропускная способность, когда коэффициент соломистости $\delta_c = 1,5$ и $Z = 0,4$, кондиционной влажности 15...16 %, при отсутствии сорняков. Отклонение от этих значений приводит к снижению пропускной способности комбайна и в конечном итоге к снижению его производительности.

Техническая часовая производительность зерноуборочного комбайна при нормальной влажности, отсутствии засоренности и полной загрузке молотилки будет определяться из выражения:

$$W_{кч} = \theta_z / U_z (1 + \delta_c) \quad (2.17)$$

где θ_z – пропускная способность молотилки комбайна, т/ч.

Необходимо отметить, что при увеличении влажности и засоренности хлебной массы, производительность комбайна значительно снижается. На уборке зерновых полеглость хлебов также приводит к значительному снижению производительности комбайна.

Уборка кукурузы на силос.

При уборке кукурузы на силос необходимо определить рациональную рабочую скорость полевого измельчителя при заданной его пропускной способности, которая будет равна:

$$V_p = \theta_n / U B_p \quad (2.18)$$

где θ_n – пропускная способность полевого измельчителя, кг/с.

Энергетические показатели уборочных агрегатов. С точки зрения энергетики уборочные агрегаты бывают приводные, работающие с приводом механизмов от вала отбора мощности трактора и самоходные с приводом от автономного двигателя.

Для приводного агрегата сопротивление прицепной части агрегата определяется по формуле:

$$R_{np} = R_m + R_{вом} \quad (2.19)$$

где R_m – тяговое сопротивление приводного агрегата, кН;

$R_{вом}$ – дополнительное сопротивление на привод рабочих органов машины через ВОМ трактора, кН.

Для оценки расходуемой мощности необходимо пользоваться следующей формулой:

$$N_e = N_f + N_{вом} \quad (2.20)$$

где N_f – затраты мощности на перемещение агрегата, кВт;

$N_{вом}$ – затраты мощности на привод рабочих органов машины, кВт.

Величина мощности $N_{вом}$ складывается из мощности, расходуемой на привод рабочих органов при холостом ходе $N_{хх}$, и мощности, расходуемой на переработку материала:

$$N_{вом} = N_{хх} + N_{уд} \theta_n \quad (2.21)$$

где $N_{y\theta}$ – удельные затраты мощности двигателя на переработку материала, кВт·с / кг.

Изложенные методы оценки энергетических показателей применимы не только для уборочных, но и для других приводных агрегатов.

Глава 4 Показатели механизации труда и использования земледельческих агрегатов

Применение в сельскохозяйственном производстве различных механизмов и комплексных земледельческих агрегатов, предусматривает снижение затрат живого труда и себестоимости производимой продукции. Это обусловило создание в сельском хозяйстве развитой машинно-технической базы, являющейся важнейшей составной частью производительных сил. Машинно-техническая база должна обеспечивать высокий уровень механизации производства и ресурсосберегающего машиноиспользования.

4.1 Повышение уровня механизации и совершенствование машиноиспользования

Основными направлениями совершенствования механизации сельскохозяйственного производства и машиноиспользования являются технические, организационно-экономические и социальные.

Технические направления включают:

- рост единичной мощности тракторов, комбайнов, автомобилей и агрегатов в целом;
- увеличение рабочих скоростей движения земледельческих агрегатов;
- увеличение ширины захвата и пропускной способности уборочных машин;
- повышение показателей надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости машин.

Организационно-экономические мероприятия направлены на:

- применение новых ресурсосберегающих технологий и передовых приемов использования, профилактического технического обслуживания, хранения и ремонта машин;
- снижение себестоимости выполнения технологических операций и производимой сельскохозяйственной продукции;
- снижение трудоемкости профилактического технического обслуживания, хранения и ремонта машин;
- повышение качества выполнения производственно-технологических и ремонтно-обслуживающих работ и производимой продукции;
- автоматизацию технологических процессов и производства в целом;

- повышение производительности труда в земледелии, при обслуживании и ремонте машин.

Социальные направления включают:

- создание необходимых санитарно-гигиенических и экологически безопасных условий труда;

- обеспечение привлекательности труда и удовлетворенности его результатами;

- повышение квалификации и технической грамотности механизаторских кадров;

- создание производственных условий для облегчения труда;

- охрану труда и окружающей среды.

Решение поставленных проблем в сельскохозяйственном производстве оценивается системой основных показателей механизации труда и машиноиспользования.

4.2 Основные показатели уровня механизации сельскохозяйственного производства

Уровень механизации сельскохозяйственного производства представляет собой отношение объема работ, выполненных механизированными средствами, ко всему объему сельскохозяйственных работ, произведенных в предприятии. При оценке этого уровня используются количественные показатели отдельных производственных процессов, которые затем обобщаются.

Количественное значение уровня механизации отдельного производственного процесса определяется из выражения:

$$\Delta_{np} = \frac{\sum \Omega_{\text{мех}}}{\sum \Omega_{\text{мех}} + \sum \Omega_p} \quad (2.22)$$

где $\sum \Omega_{\text{мех}}$ – объем работ, выполненных механизмами по данному производственному процессу;

$\sum \Omega_p$ – объем работ, выполненных с использованием ручного труда.

Объем фактически выполненных механизированных работ за полный технологический цикл по возделыванию сельскохозяйственной культуры, отнесенный к площади, занятой этой культурой, характеризуется показателем - плотности механизированных работ. Для количественного определения величины плотности механизированных работ необходимо сумму всех работ в условных эталонных гектарах, выполненных за весь технологический цикл, разделить на площадь, занятую данной культурой:

$$\Pi = \sum \Omega_m / F \quad (2.23)$$

где $\sum \Omega_m$ – суммарный объем работ в условных эталонных гектарах, выполненных агрегатами за весь технологический цикл по возделыванию данной культуры;

F – площадь по культуре в физических гектарах.

Средняя годовая наработка на одну машину характеризует степень использования этой машины в течение года и определяется по формуле:

$$W_z = \sum \Omega_z / \sum n_x \quad (2.24)$$

где $\sum \Omega_z$ – суммарный годовой объем работ выполненных в условных эталонных гектарах;

n_x – число тракторов всех марок в предприятии.

Коэффициент эксплуатационной надежности тракторного парка представляет собой отношение количества фактически отработанных трактор-дней к сумме фактически отработанных тракторо-дней и тракторо-дней простоя по техническим неисправностям. Числовое значение его будет равно:

$$K_{эн} = \sum X_p D_p / (\sum X_p D_p + \sum X_n D_n) \quad (2.25)$$

где $\sum X_p D_p$ – количество фактически отработанных тракторо-дней тракторами;

$\sum X_n D_n$ – количество тракторо-дней простоя из-за технических неисправностей.

4.3 Повышение экономической эффективности производства механизированных работ

Задачи повышения экономической эффективности механизированного производства в сельском хозяйстве вытекают из общих стратегических целей повышения продуктивности производства и укрепления экономики хозяйств, стоящих перед сельскохозяйственным предприятием на длительный период времени, и частных тактических задач, решаемых сельскими товаропроизводителями в условиях конкретно сложившейся производственной обстановки. При этом решение частных тактических задач способствует последовательному достижению конечной стратегической производственной и экономической цели.

Применительно к использованию земледельческих агрегатов стратегическую цель на определенный период времени обычно формулируют как получение определенного объема продукции при выполнении механизированных работ в заданном месте, в строго ограниченный срок при минимуме удельных эксплуатационных затрат.

Величина эксплуатационных затрат складывается из некоторой части постоянных издержек и их переменной части. Аналитически эти затраты определяются по следующей формуле:

$$C_э = \sum C_б \alpha_a k_p / W_z + (C_{zn} + C_m + C_{pmo}) / W_ч \quad (2.26)$$

где $\sum C_б$ – балансовая стоимость машин, входящих в агрегат, руб.; α_a – норма амортизационных отчислений; k_p – доля времени на выполнение процесса от общего; W_z – годовая наработка агрегата, га; C_{zn} – затраты на заработную плату, руб/ч; C_m – затраты на ГСМ, руб/ч; C_{pmo} – затраты на ремонт и ТО, руб/ч; $W_ч$ – средняя часовая производительность агрегата, га/ч.

Снижение эксплуатационных затрат на выполнение механизированных работ представляется сложной задачей и обеспечивается с помощью довольно большого комплекса производственных факторов.

4.4 Производственные условия хозяйств

Для повышения экономической эффективности механизированного производства необходимо иметь условия для работы агрегатов, которые определяются следующими показателями:

- энергонасыщенность предприятия, определяется отношением суммарной мощности всех двигателей к площади пашни:

$$N_{ca} = \sum N_e / F_n \quad (2.27)$$

где $\sum N_e$ – суммарная мощность всех двигателей предприятия, кВт;

F_n – площадь пашни, га.

- энерговооруженность труда механизаторов, определяется отношением общей эффективной мощности среднегодового количества мобильных машин к среднегодовому количеству механизаторов:

$$\mathcal{E}_m = N_{em} / \sum n_m \quad (2.28)$$

где $\sum N_{em}$ – эффективная мощность среднегодового количества мобильных машин предприятия, кВт; $\sum n_m$ – среднегодовое количество механизаторов.

- рациональное отношение балансовой стоимости машин-орудий к балансовой стоимости тракторов:

$$K_{mo} = \sum B_{mo} / \sum B_m \quad (2.29)$$

где $\sum B_{mo}$ – суммарная балансовая стоимость машин-орудий, руб; $\sum B_m$ – суммарная балансовая стоимость тракторов, руб.

4.5 Использование земледельческих агрегатов

К основным показателям уровня использования земледельческих агрегатов относятся следующие:

- среднесменная наработка на физический трактор:

$$W_{cmi} = \sum W_i / n_{cmi} \quad (2.30)$$

где $\sum W_i$ – общая суммарная наработка тракторов данной i -ой марки, у.э.га;

n_{cmi} – общее число смен, отработанных тракторами данной i -ой марки за год.

- коэффициент сменности определяется отношением количества отработанных тракторами за год смен к количеству отработанных дней:

$$K_{cm} = n_{cm} / D \quad (2.31)$$

где D – количество отработанных дней в течение года.

- годовая наработка на физический трактор, определяется как отношение суммарной наработки к среднегодовому количеству тракторов:

$$W_{ri} = \sum W_i / N_i \quad (2.32)$$

где N_i – среднегодовое число тракторов данной i -ой марки.

- расход топлива на один условный эталонный гектар наработки:

$$\Theta_{yэга} = \sum Q / \sum W \quad (2.33)$$

где $\sum Q$ – суммарный годовой расход топлива на механизированные работы, кг;

$\sum W$ – суммарная годовая наработка МТП, у.э.га.

- коэффициент использования тракторного парка:

$$K_u = \sum N_i D / \sum N_i D_n \quad (2.34)$$

где $\sum N_i \cdot D$ – суммарное количество фактически отработанных трактородней в течение года;

$\sum N \cdot D_n$ - суммарное количество трактородней пребывания в хозяйстве.

4.6 Эффективность использования агрегатов

К числу основных показателей экономической эффективности использования агрегатов относятся следующие:

- величина эксплуатационных издержек на условный эталонный гектар, которые отражают производственные затраты, связанные с содержанием агрегатов и выполнением ими механизированных работ:

$$C_{yэга} = \sum C_э / \sum W \quad (2.35)$$

где $\sum C_э$ – суммарные эксплуатационные издержки на содержание машин, руб.

- объемы валовой продукции растениеводства на единицу балансовой стоимости машинно-тракторного парка:

$$B_{тф} = C_{вп} / B_{мтп} \quad (2.36)$$

где $C_{вп}$ – валовой объем продукции растениеводства, руб;

$B_{мтп}$ – балансовая стоимость МТП предприятия, руб.

Данный показатель характеризует экономическую эффективность использования активной части технических фондов.

Исходная информация для определения количественных значений перечисленных показателей предусматриваться в формах годового баланса хозяйства. Количественные нормативы этих показателей должны устанавливаться для хозяйств региона с учетом их специализации.

Уровень экономической эффективности использования агрегатов определяется сопоставлением фактических и нормативных значений установленных показателей с использованием частных и комплексных индексов.

Частные индексы применяются для обоснования практических мероприятий, направленных на повышение экономической эффективности использования земледельческих агрегатов.

Комплексный индекс служит для оценки уровня экономической эффективности использования агрегатов, он отражает влияние главных составляющих вышеперечисленных показателей.

Научно обоснованный анализ экономической эффективности ис-

пользования земледельческих агрегатов, регулярно проводимый в хозяйствах, с принятием соответствующих мер является активным фактором воздействия на укрепление экономики предприятий сельских товаропроизводителей.

4.7 Основной экономический параметр машины

Машины и оборудование обладают потребительской стоимостью, создаваемой в процессе их изготовления, которая проявляется через многочисленные показатели, характеризующие их различные полезные свойства. Многочисленные полезные свойства машин, составляющие их качество, выражаются специальными показателями, совокупность которых составляет технико-экономическую характеристику машин, определяющую уровень их совершенства.

Качество и потребительскую стоимость машины оценивают по основному параметру.

В качестве основного экономического параметра машины на практике используются приведенные затраты на выполнение механизированных работ.

Приведенные затраты можно определить по формуле:

$$P_3 = \sum C_p + \sum C_{mo} + \sum C_{гсм} + \sum C_{зн} + E_n K_n \quad (2.37)$$

где $\sum C_p$ – затраты на реновацию машины, руб; $\sum C_{mo}$ – затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание машины, руб; $\sum C_{гсм}$ – затраты на ГСМ; $\sum C_{зн}$ – затраты на заработную плату оператору, руб; E_n – коэффициент учитывающий окупаемость затрат на машину; K_n – первоначальная стоимость машины, руб.

Приведенные затраты в расчете на единицу времени использования машины представляют основной экономический показатель, характеризующий эффективность применения машины.

Основная часть прямых издержек производства, входящая в приведенные затраты, изменяется в зависимости от срока службы и изношенности машины. Учитывая рост эксплуатационных расходов при использовании машины, экономическая оценка эффективности определяется не только по величине первоначальных приведенных затрат в первый год эксплуатации, но и по приведенным затратам последующих лет. Необходимо отметить, что их рост зависит как от условий эксплуатации, так и от основных параметров конструктивного и технологического совершенства машины.

Известно, что для энергонасыщенных машин характерно увеличение первоначальной стоимости, снижение ремонтных расходов, увеличение общей наработки за срок службы и сокращение доли затрат живого труда.

Машины должны обеспечивать повышение эффективности капиталовложений и снижение стоимости производимой продукции.

4.8 Затраты труда и механической энергии на производство работ

Производственные процессы в сельском хозяйстве в настоящее время, как правило, все в определенной степени механизированные. Таким образом, показатель затрат труда на единицу выполненной работы будет равен:

$$H_o = n_m / W_4 \quad (2.38)$$

где H_o – затраты труда на единицу выполненной работы, чел.-ч/га.

Показателем уровня механизации производственного процесса, выполняемого агрегатами, служит отношение расхода механической работы, затрачиваемой техническими средствами, к суммарной работе, произведенной ручным трудом и с использованием машин. Численное выражение можно определить по формуле:

$$\Delta_m = 100 A_{mex} / (A_{mex} + A_p) \quad (2.39)$$

где A_{mex} – расход механической работы, кДж/га;

A_p – расход ручного труда, кДж/га.

Все виды сельскохозяйственных процессов существенно различаются между собой по затратам механической энергии на единицу выполненной работы.

За единицу удельной энергоёмкости сельскохозяйственного процесса принимают количество килоджоулей механической работы, затрачиваемой на обработку одного гектара, и определяется по формуле:

$$A_3 = k \cdot B_p \cdot S_p \quad (2.40)$$

На площади в 1 Га длина пути агрегата $S_p = 10^4 / B_p$, тогда величина удельной энергоёмкости определяется по выражению:

$$A_3 = 10^4 \cdot k \quad (2.41)$$

Для сравнения получаемой от МТА фактической полезной работы с максимальной, которую мог бы он выполнять при полном использовании своих возможностей, служит коэффициент использования работоспособности агрегата. В физическом понимании он представляет собой отношение полезной работы, выполненной агрегатом A_ϕ к максимально возможной A_B :

$$n_u = A_\phi / A_B \quad (2.42)$$

Величина коэффициента использования работоспособности агрегата можно выразить через эксплуатационные коэффициенты, характеризующие работу агрегата:

$$\eta_u = \eta_m \tau \beta \quad (2.43)$$

Представленная зависимость отражает взаимосвязь основных показателей работы агрегата.

Важнейшая задача правильного использования сельскохозяйственных агрегатов состоит в достижении наибольших значений коэффициента использования их работоспособности при высоком качестве выполнения работ.

Глава 5 Расход и экономия моторного топлива и масел

Тракторный двигатель преобразует энергию жидкого топлива в механическую. Использование твердого топлива в мобильных двигателях связано с большими трудностями. Газообразное топливо может успешно применяться в тракторных двигателях, но доставка и хранение его значительно сложнее жидкого.

5.1 Величина расхода топлива на основную работу агрегата

Величина расхода топлива является случайной, зависящей от многих и значительно изменяющихся производственных условий, поэтому при определении ее необходимо применять вероятностно-статистические методы. Следует отметить, что для упрощения изложения целесообразно применять дискретные величины в виде математических ожиданий.

При оценке расхода и экономии моторного топлива пользуются установленными нормативами на все виды механизированных работ, выполняемых в конкретных производственных условиях. При этом технически обоснованным расходом топлива является его количество, необходимое для выполнения единицы работы. Большое разнообразие условий работы агрегатов не только в хозяйстве, но и на отдельных полях и участках усложняют выбор рациональных режимов их работы и определения расхода топлива, методы определения которых требуют научно обоснованного подхода.

С производственной точки зрения наиболее важной в экономическом отношении является величина расхода топлива на гектар обработанной площади. Аналитически эта величина равна:

$$\theta = G_q / W_q \quad (2.44)$$

где G_q – часовой расход топлива, кг/ч.

Для получения истинной величины погектарного расхода топлива, отнесем величины G_q и W_q к одному часу времени циклов. При этом выражение (1) примет следующий вид:

$$\theta = G_q / W_q = G_q / W_q \tau_1 \quad (2.45)$$

где G_q – расход топлива, отнесенный к одному часу времени циклов, кг/ч;
 W_q – производительность за час времени циклов, га/ч.

Необходимо отметить, что каждому режиму работы агрегата соответствует своя средняя величина степени загрузки тракторного двигателя и своя средняя величина расхода топлива за час работы.

Расход топлива за смену будет равен:

$$G_{см} = T_p G_p + T_x G_x + T_{np} G_{np} \quad (2.46)$$

где G_p , G_x , G_{np} – расход топлива соответственно при выполнении полезной работы, на поворотах и на остановках с работающим двигателем, кг;

T_p , T_x , T_{np} – время соответственно работы, поворотов и остановок в течение смены, ч.

Величины часового расхода топлива соответствуют работе двигателя с нормальной настройкой регулятора, когда при полной нагрузке двигатель развивает номинальные обороты. При режиме поворота снижают обороты двигателя, часовой расход топлива снижается на величину k_x и становится равным $k_x T_x G_x$, где k_x – показатель, учитывающий долю соответствующего снижения расхода топлива.

Кроме производительного расхода топлива, двигатель расходует топливо непроизводительно – во время обслуживания агрегата и производственных остановок. Величина этого расхода топлива будет равна:

$$G_H = T_{nep} G_{nep} + T_{np} G_{np} \quad (2.47)$$

где T_{nep} – время на переезды агрегата с участка на участок, ч;

G_{nep} – расход топлива при движении в холостую, кг.

Величину часового расхода топлива на указанных режимах можно принять равным G_H и $k_x G_{np}$. Тогда полный расход топлива за смену будет равен:

$$G_{cm} = (T_p G_p + T_x G_x + T_{oc} k_x G_{oc} + T_{nep} G_{nep} + T_{np} k_x G_{np})(1 + G_o) \quad (2.48)$$

где G_o – потери топлива при заправке и из топливных баков машин, кг.

При этом расход топлива за час времени циклов составит:

$$G_u = G_{cm} / T_u = (T_p G_p / T_u + T_x G_x / T_u + T_{oc} k_x G_{oc} / T_u + T_{nep} G_{nep} / T_u + T_{np} k_x G_{np} / T_u)(1 + G_o) \quad (2.49)$$

При рациональной организации работы агрегатов величина относительного времени переездов составляет не более 0,015...0,05.

5.2 Влияние регулировки двигателя на расход топлива

Развивать высокую эффективную мощность и обеспечивать наименьший удельный расход топлива может лишь вполне исправный и правильно отрегулированный двигатель. Регулировка двигателя включает:

- установку момента начала впрыска топлива;
- регулировку топливного насоса совместно с форсунками;
- проверку и установку регулятора на нормальную величину.

При этом следует иметь виду, что рабочий режим отрегулированного двигателя не сохраняется постоянным во времени, в процессе работы происходит изменение технического состояния топливной аппаратуры.

Для практических расчетов целесообразно пользоваться удельным расходом топлива на 1 га, который равен:

$$\theta_{ca} = (T_p G_p + T_x G_x + T_{np} G_{np}) / W_{cm} = (T_p G_p + T_x G_x + T_{np} G_{np}) / 0,1 B_p V_p T_p \quad (2.50)$$

Разделив правую часть, уравнения на знаменатель, почленно и вынося за скобку выражение $0,1 B_p V_p$, получим:

$$\theta_{ca} = 10 / B_p V_p (G_p + G_x T_x / T_p + T_{np} G_{np} / T_p) \quad (2.51)$$

Известно, что:

$$N_{кр} = P_{кр} V_p / 3,6, \quad P_{кр} \approx R_a \text{ или } R_a = B_p K, \quad P_{кр} = 3,6 N_{кр} / V_p$$

тогда $B_p k = 3,6 N_{кр} / V_p$ и проведя соответствующие преобразования получим:

$$\theta_{ca} = K / 0,36 B_e \eta_m (G_p + G_x \tau_{нов} + G_{np} \tau_p) \quad (2.52)$$

Расход топлива на гектар обработанной площади снижается с увеличением к.п.д. трактора и удельного сопротивления машины-орудия.

Технико-экономические показатели работы двигателя определяются параметрами процесса топливоподачи. Для создания нормальных процессов топливоподачи регулируют топливный насос и форсунки исходя из контрольно-регулируемых операций следующих параметров: цикловой и часовой подачи топлива, производительности и равномерности подачи, угла начала впрыска топлива, начала действия регулятора, производительности топливоподкачивающего насоса и давления развиваемого насосом.

Обеспечение отмеченных параметров в соответствии с техническими требованиями является залогом высокой топливной экономичности двигателя.

5.3 Влияние субъективных условий использования агрегатов на величину погектарного расхода топлива

Величина погектарного расхода топлива зависит не только от вида и энергоемкости выполняемых технологических операций и производственных условий их выполнения, но также от формы и размеров загонов и способов движения агрегатов на них. Эти факторы определяют степень использования времени цикла и относительную величину времени производственных остановок, которые отражаются на уровне расхода топлива.

Влияние длины полей и ширины загонов на погектарный расход топлива.

Анализ выполнения технологических процессов показывает, что при увеличении степени использования времени циклов часовой расход топлива возрастает. При высоких значениях использования времени циклов агрегат больше движется на рабочем ходу и двигатель расходует за час больше топлива. Но погектарный расход топлива в этом случае из-за роста производительности снижается.

Изменение степени использования времени циклов зависит от величины полей и ширины загонов. Анализ результатов показывает, что при увеличении ширины загона на коротких гонах вызывает более интенсивное увеличение погектарного расхода топлива, чем на длинных, за счет снижения степени использования времени циклов.

Увеличение длины гона сопровождается значительным снижением погектарного расхода топлива, за счет уменьшения времени на повороты.

При проектировании и организации полевых операций необходимо обеспечивать повышение степени использования времени циклов. Для этого следует выбирать наиболее производительные способы движения агрегатов при рациональной ширине загонов.

Влияние условий работы на величину непроизводительного расхода топлива. Величина непроизводительного расхода топлива значительно возрастает при неправильной организации работы агрегатов.

Рассмотрим относительные показатели характеризующие условия работы на величину непроизводительного расхода топлива:

$$\tau_{нер} = T_{нер} / T_{ц} \text{ и } \tau_{нр} = T_{нр} / T_{ц} \quad (2.53)$$

При рациональной организации работы агрегатов величина $\tau_{нер} = 0,01 \dots 0,05$, а величина $\tau_{нр} = 0,1 \dots 0,06$.

Влияние длины гона и ширины загона на величину непроизводительного расхода топлива. На основании результатов анализа экспериментальных данных установлено, что при увеличении длины гона, но при постоянной ширине загона величина погектарного расхода топлива уменьшается вследствие снижения доли его расхода на поворотах; уменьшаются составляющие непроизводительного расхода топлива.

При увеличении ширины загона и при постоянной длине гона величина погектарного расхода топлива возрастает вследствие увеличения числа поворотов; также увеличиваются составляющие непроизводительного расхода топлива.

Увеличение длины путей вспомогательных переездов и длительности дополнительных остановок в течение смены сопровождается повышением погектарного расхода топлива.

5.4 Снижение величины погектарного расхода топлива за счет субъективных условий использования агрегатов

Из приведенного анализа можно сказать, что снижение величины погектарного расхода топлива достигается за счет следующих основных факторов:

- увеличения часовой производительности агрегатов, W_i ;
- повышения коэффициента использования времени цикла, $\tau_{ц}$;
- уменьшение величин часовых расходов топлива, $G_p, G_x, G_{нр}$;
- снижение коэффициентов $\tau_{пов}, \tau_{нер}, \tau_{цр}, k_x$.

Таким образом, величина технической производительности агрегата прямо пропорциональна максимальной мощности трактора, степени загрузки двигателя, к.п.д. трактора и обратно пропорциональна величине удельного сопротивления машин-орудий.

Практически техническая производительность агрегата повышается за счет:

- улучшения эксплуатационных свойств мобильных машин;
- улучшения технического состояния агрегата;
- рационального комплектования агрегатов.

Снижение расхода топлива за счет увеличения степени использования времени цикла. Увеличение степени использования времени цикла достигается оптимальной разбивкой участка на загоны и выбором наиболее рационального способа движения агрегата, обеспечивающими рост τ_1 , что способствует снижению расхода топлива на обработку одного гектара.

Снижение расхода топлива путем сокращения непроизводительного потребления. Сокращение непроизводительных расходов топлива является одним из крупнейших резервов его экономии. Это достигается за счет снижения коэффициентов $\tau_{нер}, \tau_{цр}, k_x$. Следует отметить, что на работа МТА

на малых участках приводит к росту коэффициента $\tau_{пер}$, частые остановки агрегата по техническим и технологическим причинам приводят к увеличению $\tau_{цр}$.

Для сокращения расхода топлива на вспомогательные переезды агрегатов необходимо:

- правильно планировать поля и организовывать групповое использование агрегатов;
- увеличивать скорость движения МТА при всех вспомогательных переездах;
- обеспечивать заправку агрегатов топливом на поле;
- исключать все потери времени по организационным, техническим и технологическим причинам;
- обязательно останавливать двигатель при длительных остановках МТА;
- уменьшать частоту вращения коленчатого вала двигателя на кратковременных остановках до минимума;
- по возможности сокращать время на обслуживание агрегата во время работы.

Снижение непроизводительных потерь топлива имеет большое значение для предприятия и в целом для народного хозяйства страны.

5.5 Влияние объективных условий использования агрегатов на величину расхода топлива

Величина расхода топлива агрегатом является случайной, поэтому для определения ее необходимо применение опытно-статистических показателей. Как известно, это наиболее простой способ определения вероятностного значения величины расхода топлива.

На расход топлива земледельческих агрегатов оказывают влияние следующие факторы:

- свойства обрабатываемых почв и растений;
- свойства окружающей среды;
- конструктивные и эксплуатационные показатели мобильных машин и машин-орудий;
- требования агротехники к качеству выполняемых работ;
- требования рациональной технологии и организации работ, способов и последовательности обработки почвы и растений;
- особенности форм, размеров и положения в пространстве обрабатываемых участков.

Физико-механический состав почв прямо или косвенно влияет на расход топлива через удельное сопротивление машин-орудий. Величина удельного сопротивления прямо пропорциональна расходу топлива. На уборочных работах удельная энергоемкость процесса зависит от агробиологических факторов, величина урожайности убираемой массы, соотношение массы зерна и соломы при уборке зерновых культур, а также засоренность, влажность, полеглость и др.

Значительное увеличение расхода топлива происходит при уборке полеглых хлебов.

Удельный расход топлива отечественных двигателей превышает эти показатели многих зарубежных образцов, что отрицательно сказывается на погектарном расходе топлива. Имеют недостатки ходовых систем тракторов, вызывающие увеличение глубины колеи и пробуксовывание при рабочем ходе агрегата, недостаточно совершенны почвозацепы, при износе которых существенно ухудшаются тяговые показатели трактора.

Необходимо отметить, что снижение удельной величины погектарного расхода топлива достигается теми же способами, которые рекомендованы для повышения производительности агрегатов.

5.6 Расход смазочных масел

Расход моторного масла устанавливается в процентном отношении к общему количеству расходуемого трактором дизельного топлива.

Необходимый часовой расход моторного масла для двигателей определяется с учетом сроков службы масла в картере двигателя и его емкости масляной системы по формуле:

$$G_M = [V_K / t_{\text{ч}} + g_{\text{д}} / t_{\text{д}}] \cdot 100 \gamma_M / G_{\text{ч}}, \% \quad (2.54)$$

где V_K – емкость картера двигателя, л; $t_{\text{ч}}$ – срок службы масла, м-час; $g_{\text{д}}$ – количество доливаемого в картер масла между сменами, л; $t_{\text{д}}$ – периодичность доливки масла, м-час; γ_M – удельный вес моторного масла; $G_{\text{ч}}$ – часовой расход основного топлива, кг/ч.

Расчитанные по формуле (2.54) нормы расхода моторного масла и других смазочных материалов для тракторов составляют следующие величины: моторное масло – 4,5...5,0 %; трансмиссионные масла – 0,5...1,0 %; пластические смазки – 0,1...1,0 %.

Глава 6 Обоснование системы профилактических мероприятий обслуживания машин

Формирование системы профилактических технических мероприятий, обеспечивающей поддержание исходных показателей надежности и работоспособности машин в течение достаточно длительного времени использования, выполнено с учетом анализа конструкций машин. При этом использовались систематизированные данные исследований их износов, характера процессов изнашивания и других отклонений деталей и сопряжений от нормального состояния.

Основной недостаток имеющихся исследований по надежности и работоспособности машин заключается в том, что изменение их технического состояния происходит по линейно-дискретным, а не по стохастическим закономерностям. При этом не учитываются специфические особенности машин, обладающих неравноресурсностью различных конструктивных элементов, приводящих к частой их замене.

Определение закономерностей изнашивания сопряженных пар трения ведется в основном по закону классической кривой износа (рис. 2.1), хотя многие сопряжения имеют другие характеристики процесса износа.

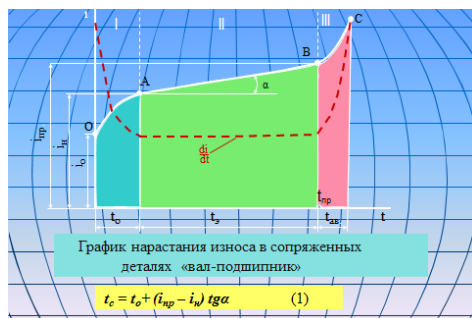


Рис. 2.1. Классическая кривая износа сопряжения

Например, главной причиной потери работоспособности уплотнений является, снижение упругих свойств из-за перегрева эластичных элементов, происходящих при неудовлетворительной смазке зоны контакта уплотнения с подвижным телом.

Система профилактического технического обслуживания машин и агрегатов должна учитывать стохастичность процессов изнашивания и предусматривать сокращение числа операций по уходу за ними. Система обслуживания должна обеспечивать снижение трудоемкости выполнения операций за счет их механизации и автоматизации.

6.1 Закономерности развития внутренних возмущений в сельскохозяйственных машинах

Случайность внешних воздействий на земледельческие машины и развитие в них внутренних возмущений является объективной закономерностью стационарных случайных процессов сельскохозяйственного производства. Эта закономерность вызывается его специфичностью, отличающейся от производств других видов. В сельском хозяйстве процессы машиноиспользования связаны непосредственно с деформацией почвы и растений и происходят в естественных условиях случайного характера, поэтому подвергаются более интенсивному изнашиванию. Разнохарактерность условий производства различных сельскохозяйственных культур, вызывает необходимость создания системы мобильных машин и орудий, детали и сопряжения которых подвергаются изнашиванию с различной скоростью при работе в неодинаковых почвенных условиях.

Исходя из основ избранного вида и характера производства предприятиями подбираются машины-двигатели и машины-орудия, транспортные и другие средства, приспособленные для работы в конкретных условиях зонального производства.

В зависимости от формы и объемов производства, величины хозяйств и размеров полей требуется использование машин разной мощности и производительности с применением различных по сложности конструктивных решений.

Огромный парк различных сельскохозяйственных машин, насчитывающий несколько тысяч наименований, используется в условиях внешних случайных воздействий, а 70 % сопряжений этих машин работают на основе трения скольжения.

Случайными факторами внешних воздействий на сельскохозяйственную технику являются состояние обрабатываемых почв и растений, климатические условия, рельеф полей, режимы использования техники, уровень проводимых профилактических технических мероприятий по уходу за машинами и человеческий фактор.

Изготовление машин и их составных частей также характеризуется отсутствием стабильности технологического процесса по различного рода техническим причинам. При изготовлении деталей применяется система допусков на их размеры, форму, чистоту обработки, приводящая к рассеиванию показателей их качества. При монтаже сопряжений применяются допуски на величину подвижных и неподвижных посадок, допуски на сборку узлов, агрегатов и машин в целом. Следовательно, поступающие к потребителям машины и агрегаты имеют различное качество и работают не одинаково надежно и длительно. Аналогично обстоит и на специализированных ремонтных предприятиях, продукция которых имеет значительный удельный вес в парке используемой техники.

Основные показатели тенденций развивающихся в машинах событий представляют собой повышение скорости изнашивания деталей и сопряжений, снижение их срока службы, ухудшение показателей надежности и работоспособности, а также эксплуатационных – мощности двигателей, производительности машинных агрегатов и транспортных средств, повышение удельного расхода топлив тракторами, комбайнами, автомобилями.

Признаком закономерного развития в машинах внутренних случайных событий является также неуклонное повышение трудовых и денежных затрат на поддержание их в работоспособном состоянии. Эти случайные события являются причиной нарушения агротехнических требований к возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур и как следствие – к снижению выхода растениеводческой продукции.

Таким образом, для выполнения вычислительных операций в области земледельческого машиноиспользования, сопровождаемого стохастическими процессами, необходимо применение, кроме аналитических методов, методы оценки событий с помощью теории вероятностей и математической статистики на основе массовых наблюдений.

6.2 Срок службы машин

Для определения срока службы машины профессором Буничем П.Г. предложен метод, заключающийся в оценке износа машины по техническому состоянию важнейших конструктивных элементов и может быть выражен следующей математической зависимостью:

$$P_{\text{мх}} = \gamma_1 \cdot P_{1\text{x}} + \gamma_2 \cdot P_{2\text{x}} + \dots + \gamma_n \cdot P_{n\text{x}} \quad \text{или} \quad P_{\text{мх}} = \sum \gamma_i P_{i\text{x}} \quad (2.55)$$

где $P_{\text{мх}}$ – износ машины в момент ее контроля, %; y_i – удельный вес конструктивного элемента в общей ее стоимости, $\gamma_i = Q_i / Q_m$; P_{ix} – показатель износа отдельного конструктивного элемента в момент контроля, %; Q_i – стоимость конструктивного элемента, руб.; Q_m – стоимость машины, руб.

Однако предложенный метод не предусматривает стахостичность процессов изнашивания деталей. Наиболее целесообразным методом определения оптимальных сроков службы является статистический, основанный на минимизации средних суммарных удельных затрат и потерь на приобретение, использование и содержание машины. Для этого необходимо определить удельные затраты на реновацию, удельные затраты на приобретение запасных частей, а также средние удельные затраты на техническое обслуживание и ремонт в зависимости от срока использования машины.

6.3 Основы формирования системы профилактического технического обслуживания

Система профилактических технических воздействий является одним из важнейших мероприятий ресурсосберегающего использования сельскохозяйственных агрегатов и повышения продуктивности сельскохозяйственного производства. Эта система содержит обязательный для выполнения комплекс периодически повторяющихся профилактических операций и процессов, обеспечивающих поддержание машин в работоспособном и технически исправном состоянии при использовании их по назначению.

В то же время профилактическое обслуживание машин не ограничивается выполнением необходимых работ только при периодических остановках их для этих целей, а продолжается обязательно в процессе использования машин по назначению.

Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта машин в силу негибкости и недостаточной достоверности планового режима обслуживания носит в связи с этим пассивный характер, не обеспечивающий потребностей большинства современных конструктивно сложных машин, ведет к увеличению расхода запасных частей и трудовых ресурсов. Для нормального использования современных машин, обладающих повышенной износостойкостью, необходимо применение более активной формы обслуживания с учетом оптимальной периодичности межконтрольной наработки. Система профилактического технического обслуживания должна стать контрольно-управляющей, оперативно влияющей на случайные, постоянно изменяющиеся скорости изнашивания элементов машин под воздействием случайных факторов окружающей среды и внутренних возмущающих воздействий.

6.4 Формирование системы профилактического технического обслуживания

Формирование системы профилактического технического обслуживания производится совместно с конструкторами и технологами предприятий сельхозмашиностроения и должно предусматривать глубокий теоретический анализ конструкций машин и их составных частей с определением средних сроков службы и периодичности обслуживания основных элементов земледельческих агрегатов.

Предлагаемая система должна обеспечивать бесперебойную работу машин в течение длительного срока при установленных показателях надежности и работоспособности.

Система должна обеспечивать поддержание функциональных параметров машин, таких как мощность двигателя, удельного и часового расходов топлива и др. и проектируется с учетом проведения периодических, взаимосвязанных, последовательных, профилактических мероприятий по:

- смазке машин и сопряжений с подвижными посадками;
- подтяжке креплений и регулировке сопряжений с подвижными посадками;
- контролю и обеспечению нормальной работы систем охлаждения;
- контролю и обеспечению работы ходовых систем, отвечающих почвенным условиям;
- контролю за состоянием герметических систем и уплотняющих устройств;
- прогнозированию целесообразных сроков замены недолговечных элементов.

Необходимо отметить, что основой профилактических технических мероприятий по обслуживанию машин, являются также данные систематических статистических исследований их износов от нормального состояния.

Содержание системы профилактического технического обслуживания машин.

Содержание системы профилактического технического обслуживания машин должно соответствовать ее назначению, заключающемуся в создании условий для протекания процесса приработки сопряженных деталей машин в первом периоде использования путем частичной нагрузки и скорости их относительного движения. При этом используется качественная смазка, не допускается перегрев и удаляются продукты интенсивного износа. Во втором эксплуатационном периоде работы при увеличении наработки до предельного состояния, появляются в сопряжениях, аварийные износы и машина в дальнейшем не может использоваться по назначению.

Для обеспечения надежной работы технически исправных машин, продления периода естественных и предупреждения аварийных износов предусматривается проведение определенных профилактических мероприятий технического обслуживания машин. Результаты изучения износов деталей и сопряжений, выявление предельно допустимой их величины, а

по ним – сроков службы сопряжений, узлов, агрегатов и машин в целом позволили разработать и непрерывно совершенствовать систему технической эксплуатации машин. Применение данной системы является, научно обоснованным методом ресурсосберегающего использования сельскохозяйственных агрегатов.

Выше созданная система включает эксплуатационную обкатку, ежедневное техническое обслуживание, периодические технические обслуживания, устранение неисправностей и отказов, периодические технические осмотры и хранение машин.

6.5 Диагностирование машин

Техническое диагностирование машин является одной из основных составных частей технологического процесса профилактического технического обслуживания машин при их использовании по назначению, а также основное средство обеспечения и поддержания их надежности в соответствии с нормативными показателями.

С помощью безразборных методов технического диагностирования изучаются признаки, характеризующие изменение состояния машин, их агрегатов и узлов в процессе наработки.

Техническое диагностирование позволяет полностью использовать межремонтный ресурс агрегатов, узлов и машин, устранить необоснованную разборку механизмов машин и резко сократить простои сельскохозяйственных агрегатов из-за технических неисправностей путем прогнозирования и предупреждения отказов. А также уменьшить трудоемкость технического обслуживания и устранения последствий отказов за счет сокращения объемов ремонтно-обслуживающих работ. Выполнение этих мероприятий позволяет повысить мощность и экономичность работы агрегатов за счет своевременного и качественного выполнения регулировочных и других профилактических операций.

Периодические замеры основных параметров технического состояния узлов и агрегатов машин безразборными методами позволяют установить закономерности их изменения в зависимости от наработки в определенных условиях использования. Имея данные динамики изменения этих параметров, а также зная их предельные и допустимые значения, можно с достаточной точностью прогнозировать время безотказной работы и остаточный ресурс объектов диагностирования.

Выполнение выше перечисленных мероприятий, способствует значительному повышению производительности сельскохозяйственных агрегатов и снижению затрат денежных средств на их ремонт и техническое обслуживание.

6.6 Управление техническим состоянием машин

Под управлением техническим состоянием машины понимается применение целенаправленных технических воздействий, предупреждающих отказы и восстанавливающие параметры технического состояния до номинальных значений.

Процесс управления техническим состоянием машин содержит цель управления, управляемую систему, управляющие показатели, целевые функции управления, обратную связь.

Целью управления техническим состоянием машин является сохранение высокой ее надежности и работоспособности. Управляющими показателями являются межремонтная наработка - t_m и периодичность технического обслуживания, т.е. допускаемые отклонения параметров состояния - D , степень их восстановления, остаточный ресурс - $t_{ост}$.

Обратная связь в процессе управления техническим состоянием машин, служит для получения информации о показателях надежности и работоспособности под воздействием управления их состоянием.

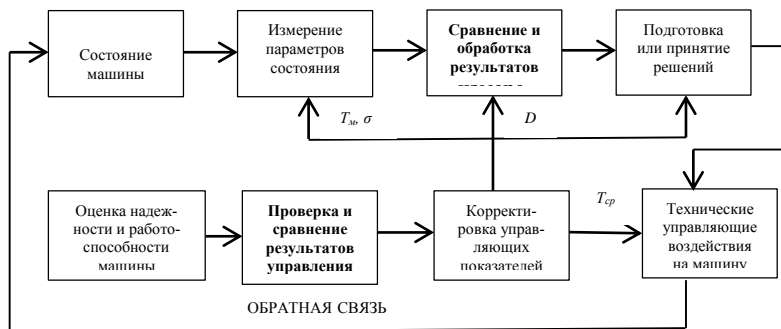


Рис. 2.2. Схема управления техническим состоянием машины

Техническое диагностирование играет важную роль в управлении техническим состоянием машин с безразборных методов оценки этого состояния. В процессе управления техническое диагностирование обеспечивает следующие функции: получение информации о техническом состоянии конкретной машины, обработка ее, анализ и принятие решений для практического применения результатов диагноза.

Таким образом, первая функция предусматривает измерение диагностических параметров, вторая – обработку и сравнение полученных значений параметров состояния для прогнозирования остаточного ресурса, третья – анализ результатов сравнения и при необходимости определение объемов и сроков выполнения ремонтно-обслуживающих операций.

Глава 7 Интенсификация производства сельскохозяйственных культур в Сибири

Последовательная интенсификация сельскохозяйственного производства, конечной целью которой является наибольшее увеличение сбора продукции с единицы площади при минимуме производственных затрат и потерь, достигается, как известно, с одной стороны, увеличением доли овеществленного труда, сокращением доли живого труда и расхода мате-

риальных ресурсов, с другой – использованием накопленных знаний и опыта для получения дополнительной продукции.

Решающим фактором интенсификации сельскохозяйственного производства является значительное повышение производительности труда путем улучшения качественного состава почв, применения прогрессивных зональных технологий производства сельскохозяйственных культур, ресурсосберегающего использования земледельческих агрегатов, повышения мотивации сельскохозяйственного труда.

Прежде всего это достигается оптимальными размерами и высоким уровнем специализации производства, обоснованным выбором оптимального варианта технологии в заданных производственных условиях, выполнением работ в сжатые сроки и с высоким качеством. Необходимое внимание уделяется количественному и качественному составу машинно-тракторного парка товаропроизводителей. Следует обеспечивать увеличение технических возможностей машин за счет повышения их надежности, используемой мощности, снижения энергозатрат, оптимизации нагрузочно-скоростных режимов работы агрегатов.

7.1 Природные условия, определяющие системы обработки почвы

Освоение целинных земель переселенцами из европейской части страны началось с подъема пласта сохой на глубину 6...9 см. В то время глубокая обработка считалась невыгодной, ускоряющей истощение почвы. Максимальная глубина обработки составляла 18...27 см, а где плодородный слой был неглубокий, обработка проводилась на глубину 5...7 см.

С изобретением плуга в Западной Европе к концу XIX века основным приемом обработки почвы становится отвальная вспашка. В России с 20-х годов XX века повсеместно внедрялась отвальная вспашка на глубину 20...22 см.

После подъема целины земледелие столкнулось с ветровой эрозией почв. Решение этой проблемы путем проведения плоскорезной и безотвальной обработок с одной стороны способствует, накоплению зимних осадков с другой увеличивает засоленность почв.

Территория возделывания сельскохозяйственных культур в Сибири включает в себя природные зоны южной тайги и под тайги, лесостепи и степи в значительной степени, отличающиеся по почвенным и климатическим условиям. Известно, что сельскохозяйственные культуры в первую очередь страдают от дефицита влаги, годовое количество осадков на наших почвах не превышает 270...320 мм с ярко выраженной весенней и июньской засухой.)

Таким образом, все технологические приемы должны быть направлены на максимальное сохранение влаги в почве и ее рациональное использование в течение периода вегетации растений.

Весенне-летнее и осеннее испарение уносит до 70...80 % выпадающих за год осадков. Многообразие почвенных и других природно-климатических условий диктует необходимость разработки адаптивно-ландшафтных систем организации территории, севооборотов и технологий возделывания культур.

Выше перечисленное, требует серьезной корректировки в технологии выращивания сельскохозяйственных культур с учетом зональных особенностей Западной Сибири.)

7.2 Технологии и системы обработки почвы

Обработка почвы является энергоемким технологическим процессом, на который расходуется более 30...40 % энергии, потребляемой при производстве продукции в растениеводстве. Главная задача обработки почвы сохранение потенциального и повышение эффективного ее плодородия. Многократные проходы однооперационных машинно-тракторных агрегатов по полю приводят к переуплотнению и распылению верхнего слоя почвы. При этом сопротивление почвы при обработке ее соответствующими орудиями возрастает на 20...30 %.

В соответствии с системой технологий и машин предусмотрены следующие базовые технологии обработки почвы применительно к конкретным категориям агроландшафтов с учетом агроэкологических требований при возделывании сельскохозяйственных культур (Рис.1): отвальная вспашка; безотвальная вспашка; почвозащитная обработка; культивация; поверхностное рыхление; комбинированная обработка.



Рис. 2.2 Технологии обработки почвы

Отвальная вспашка – это оборот пласта на угол до 135 градусов и выполняется плугами с набором культурных, полувинтовых и винтовых отвалов корпусов.



Рис. 2.3. МТА для отвальной вспашки зяби

Безотвальная вспашка – выполняется плугами без отвалов со стойками СИБИМЭ.



Рис. 2.4. Плуг для безотвальной вспашки

Почвозащитная обработка – включает плоскорезное рыхление, чизелевание, щелевание, лункование и террасирование склонов, а также нулевую обработку почвы.



Рис. 2.5. Чизельный плуг с катками

Культивация – предусматривает обработку почвы лаповыми, чизельными, фрезерными и пропашными культиваторами.)



Рис. 2.6. МТА для культивации стерневого поля

Поверхностное рыхление – производится дисковыми луцильниками типа ЛДГ, тяжелыми дисковыми боронами типа БДТ, БДМ, игольчатыми ротационными, пружинными и зубовыми боронами, катками и выравнивателями.



Рис. 2.7. МТА для дискования почвы

Комбинированная обработка – предусматривает использование орудий с набором пассивных и ротационных рабочих органов, а также совмещение предпосевной обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур.



Рис. 2.8 МТА для комбинированной обработки поля

Совмещение операций (комбинированные агрегаты) исключает временной разрыв в их проведении, это способствует сохранению влаги, уменьшает число проходов движителей тракторов по полю, снижает уплотнение почвы, экономит трудовые ресурсы.

Условия ведения сельского хозяйства в Сибири разнообразны. Как известно в одной природной зоне в различных почвенных условиях, на различных элементах рельефа, различных условиях химизации (удобрения, гербициды, фунгициды и др.) требуются разные системы обработки почвы. Сформулируем, что следует понимать под системой обработки почвы.

Система обработки почвы – это сочетание приемов основной, паровой, предпосевной и послепосевной обработок.

7.3 Классификация способов обработки почвы

Совершенствование сельскохозяйственной техники, а также изменяемые производственные условия в последние годы привели к принципиальным дискуссиям относительно общепринятых способов обработки почвы.

Традиционная обработка почвы характеризуется ежегодной отвальной вспашкой плугом на глубину 22...25 см. При этом происходит заделка сорняков и органических остатков в нижнюю часть пахотного слоя. В результате образуется рыхлая, свободная от растительных остатков поверхность почвы, которая обеспечивает оптимальное применение традиционной посевной техники (рис.2.9).


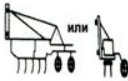




Способы	Основная обработка почвы	Подготовка посевного ложа	Посев	Протекание рабочего процесса
Отвальная обработка почвы (классическая)		 или 		Раздельно
		 или 		Подготовка посевного ложа и посев выполняются комбинированными МТА
				Все рабочие процессы выполняются комбинированными МТА за один проход

Рис. 2.9. Технологии обработки почвы с оборотом пласта

При минимальной обработке почвы снижается частота механических воздействий на почву, сохраняется стерня на поверхности для снегозадержания.) применение плуга исключается, проводится безотвальное предпосевное рыхление весной на глубину до 10 см, затем посев без обработки почвы.

Способы	Основная обработка почвы	Подготовка посевного ложа	Посев	Протекание рабочего процесса
Безотвальная обработка почвы (минимальная)	 или 			Раздельно
	 или 	 или 		Подготовка посевного ложа и посев выполняются комбинированными МТА
	 или 			
Прямой посев (нулевая обработка)	—	  		Подготовка посевного ложа и посев выполняются комбинированными МТА
	—	—		Посев без основной обработки почвы (прямой)

Рис. 2.10. Технологии минимальной и нулевой обработки почвы

На рис.2.10 представлен ассортимент агрегатов для минимальной и нулевой обработки почвы, а также для предпосевной подготовки и посева. Прослеживается следующая тенденция: *интенсивность обработки снижается; плотность почвы увеличивается; расходы снижаются.*

7.4 Основные принципы и приемы минимальной и нулевой обработки почв

Основными задачами совершенствования системы обработки почв в Сибири являются создание условий для предотвращения всех видов эрозии, оптимизация водно-физических свойств почвы и биологических процессов в них, улучшение фитосанитарного состояния, сокращение энергетических и трудовых затрат.

Основой низкозатратных энергосберегающих технологий в условиях Сибири является минимальная обработка почвы с помощью энергонасыщенных широкозахватных агрегатов.

Научные исследования и передовая практика показывают, что совершенствование обработки почв с элементами минимизации – это перспективное и экономически выгодное решение проблемы. Таким образом, минимизация обработки почвы предполагает сокращение энергетических затрат на механические воздействия, что приводит к их увеличению на химические средства защиты растений от сорняков и болезней.)

Минимальная обработка на основе безотвальных приемов решает проблему защиты почв от ветровой и водной эрозии. Она улучшает водный режим благодаря задержанию снега стерней, кулисами и другими влагонакопительными приемами.

Например, К-744Р1 + АПК-7,2; К-744Р3 + КУЗБАСС-9,7 и др.

Если проанализировать затраты энергии на 1 га, они составляют на отвальной вспашке (глубина 25...27 см) – 106,1 МДж/га; на безотвальной глубокой (глубина 22...25 см) – 89,8 МДж/га; на основной минимальной обработке (глубина до 10 см) – 45,9 МДж/га.

Минимальная обработка. Практическое применение машин говорит о том, что развитие систем возделывания сельскохозяйственных культур направлено в сторону минимальной технологии. Это обусловлено прежде всего экономической выгодой – на 50 % ниже расход топлива, на 60 % снижаются затраты рабочего времени на выполнение операций. Урожайность культур, при этом, будет иметь тенденцию к снижению.



Рис. 2.11. Технологическая схема прямого посева зерновых

Нулевая обработка почвы. Нулевая обработка не предусматривает осеннее рыхление полей и обеспечивает полное сохранение стерни. В весенний период предполагает посев сеялками для прямого посева с использованием турбодиска перед сошником или нагружение сошника с усилием до 250 кг и более. При этом обработка междурядий не проводится.



Рис. 2.12. Рабочие органы сеялки для прямого посева зерновых

7.5 Улучшение структуры парка машин и средств их обслуживания

Рациональная структура машинно-тракторного парка хозяйств определяется исходя из перспективных размеров и структуры посевных площадей, системы севооборотов и прогрессивных технологий возделывания и уборки сельскохозяйственных культур. При этом необходимо учитывать оптимальные сроки выполнения работ, а также развивать ремонтно-обслуживающую базу предприятий.

Качественная потребность в технике определяется перспективными технологиями производства сельскохозяйственной продукции, наличием квалифицированных механизаторских кадров, а количественная – оптимальными сроками выполнения производственных процессов и работ.

Удлинение срока выполнения работ снижает затраты на приобретение машин, но одновременно ведет к увеличению потерь и снижению сбора продукции с единицы площади.

Величина потерь в зависимости от превышения сроков выполнения работ выражается следующей функцией:

$$U_i = U_{\max} (1 - K_n D_i) \quad (2.57)$$

где U_i – полученная урожайность, т/га; U_{\max} – урожайность при выполнении работ в оптимальные сроки, т/га; K_n – коэффициент учета потерь продукции при растягивании срока выполнения работ от оптимального за сутки; D_i – продолжительность выполнения работ после оптимального, суток.

Коэффициент учета потерь продукции определяется из следующего выражения:

$$K_n = (U_{\max} - U_i) / U_{\max} D_i \quad (2.58)$$

Количественное значение коэффициента учета потерь за сутки для зерновых культур: посев – 0,009; уборка – 0,03.

Потребность в тракторах и сельскохозяйственных машинах определяется из расчета на 100 или 1000 га пашни. Для повышения эффективности использования агрегатов широко используются универсальные машины, позволяющие выполнять за один проход несколько технологических операций. Применение таких машин в технологических процессах снижает металлоемкость комплекса машин, уменьшает капиталовложения на 14...19%, затраты труда на 12...17 %, производственные издержки на 13...20%.

Наличие в предприятии различных машин-орудий позволяет применять в производстве комбинированные агрегаты способные обеспечить агротехнические требования при выполнении сельскохозяйственных операций и повысить эффективность использования мощности двигателя.

Для повышения эффективности использования техники большое значение имеет обеспечение энергетических средств рабочими машинами, когда на каждый рубль балансовой стоимости тракторов приходится 2...3 рубля балансовой стоимости машин-орудий. Следует учитывать, что недостаточная обеспеченность средствами технического обслуживания, безразборной диагностики и ремонта значительно снижает эффективность использования агрегатов. Для производительного использования машинно-тракторного парка при обеспечении технологических процессов в полеводстве надо выдерживать определенные соотношения капитальных вложений и ежегодных отчислений на приобретение техники и обслуживающую материально-техническую базу. Необходимо должное внимание уделять развитию внутрихозяйственного и внехозяйственного транспорта. Перевозку произведенной продукции осуществляет само сельскохозяйственное предприятие.

7.6 Методика разработки и расчета технологических карт

Технологические карты – это плановый расчет, где в четкой последовательности определен порядок, объем и сроки проведения работ, которые необходимо выполнить с целью получения заданного количества и качества продукции.

Технологические карты на возделывание и уборку сельскохозяйственных культур разрабатываются с целью планирования работ, определения потребности в технике, трудовых ресурсах, а также для определения необходимого количества горюче-смазочных материалов.

Исходной информацией для разработки технологических карт являются: условия использования техники в сельскохозяйственном предприятии; предшественник культуры; нормы и сроки внесения удобрений; меры борьбы с сорняками болезнями и вредителями; урожайность продукции; расстояния перевозки грузов и др.

Комплексы машин выбирают с учетом условий сельскохозяйственного производства и существующего МТП.

В перечень операций включают все операции, выполняемые в данный период времени с указанием кратких агротехнических требова-

ний. Объем работ определяют по каждой технологической операции исходя из площади возделывания культуры. Календарные сроки проведения работ определяют многолетней практикой производства культуры в сельскохозяйственном предприятии. Количество рабочих дней определяют с учетом агротехнического срока выполнения операции, коэффициентов технической готовности МТА и использования времени с учетом метеоусловий. Продолжительность работы в течение дня принимают по режиму, который установлен в предприятии. Состав агрегата комплектуют с учетом размеров полей, объемов работ, длины гона и др. Нормы выработки и расхода топлива определяют исходя из условий конкретного сельскохозяйственного предприятия.

С учетом вышеизложенного, расчет операции в технологической карте ведут в следующей последовательности по формулам (2.59...2.71).

Методика расчета технологической карты.

1. Для заданной календарной продолжительности операции D_k определить число рабочих дней,

$$D_p = \alpha_k D_k \quad (2.59)$$

для $D_k < 10$ дней $\alpha_k = 0,9$; $D_k = 10...15$, $\alpha_k = 0,85...0,9$; $D_k = 15...30$, $\alpha_k = 0,8...0,85$.

2. Определить часовую производительность агрегата,

$$W_q = W_{cm} / 7, \text{ га/ч}, \quad (2.60)$$

3. Определить суточную производительность агрегата,

$$W_{cym} = W_q T_{cym}, \text{ га/сут} \quad (2.63)$$

4. Определить наработку МТА за агротехнический срок,

$$W_a = W_{cym} D_p, \text{ га} \quad (2.64)$$

5. Расчитать потребное число агрегатов,

$$N = F / W_a \quad (2.65)$$

6. Определить необходимое число сельскохозяйственных машин,

$$m = Nn \quad (2.66)$$

7. Определить необходимое число операторов,

$$M = Nic, ic = 1, 2 \quad (2.67)$$

8. Определить затраты труда на единицу работы,

$$Ho = (M + B) / W_q, \text{ ч-ч/га} \quad (2.68)$$

9. Определить потребность в топливе на выполнение операции,

$$Q = \theta_{ca} F, \text{ кг}. \quad (2.69)$$

10. Определить число нормосмен,

$$K = F / W7, \quad (2.70)$$

11. Определить наработку агрегата в у.э.га,

$$Q_{y\text{эга}} = KW_{cm} \quad (2.71)$$

12. Расчитать плотность механизированных работ,

$$П = Q_{y\text{эга}} / F, \text{ уэга/га} \quad (2.72)$$

Глава 8 Система машин для ресурсосберегающих технологий

8.1 Общая характеристика системы земледельческих машин

Как известно система земледельческих машин определяет основные направления развития механизации агропромышленного производства, обеспечивает возможности повышения его продуктивности за счет выполнения всего комплекса сельскохозяйственных работ механизированными средствами в различных зональных условиях с наименьшими затратами труда и денежных средств.

Этой системой предусматривается внедрение в производство комплексов земледельческих машин, обеспечивающих широкое освоение разработанных агротехнической наукой интенсивных технологий производства сельскохозяйственных культур всех видов.

Принципиально новым является агрегатная унификация энергетических средств, которая позволяет в 2...3 раза сократить сроки создания новой техники, повысить ее качество и надежность, снизить стоимость и упростить использование, существенно снизить затраты денежных средств в процессе эксплуатации.

Системой машин предусмотрено применение тракторов в диапазоне тяговых усилий от 2 до 80 кН и мощностью от 10 до 500 л.с. Транспортные средства представлены от 0,8 до 30 т.

Система машин позволит выполнить задачи основных направлений экономического развития агропромышленного комплекса в области механизации растениеводства. При этом производительность труда возрастет в 2 раза, а эксплуатационные затраты снизятся на 18...25 %.

8.2 Характеристика отечественных тракторов

Характеристика отечественных тракторов определена системой машин, типаж которой составляют десять тяговых классов от 0,2 до 8 т.

Типаж сформирован на основе:

- обеспечения возрастающего технического уровня перспективных тракторов;
- технологической вписываемости в применяемые и перспективные технологии производства сельскохозяйственных культур;
- типизации и унификации машин и их составных частей;
- классификации по тяговым усилиям.

Тяговый класс 8 т определен тракторами общего назначения с мощностью двигателя 400...500 л.с. для использования с комплексами широкозахватных машин.

Тяговый класс 5 т представлен колесными тракторами К-701 и К-744Р1 с двигателями мощностью 280...300 л.с.

Тяговый класс 3 т представлен тракторами Т-150К и его модификациями с мощностью двигателя от 150 л.с., тракторами «Беларусь 1523» и их модификациями.

Тяговый класс 1,4...2,0 т представлен пропашными универсальными скоростными тракторами Беларусь 800 и 900 и их модификации, Беларусь 1221.

8.3 Особенности конструкций зарубежных тракторов

В зарубежном сельскохозяйственном производстве основным мобильным энергетическим средством остаются колесные тракторы, мощность которых достигает 100 и более кВт. Тракторы, как правило, с приводом 4x4 с передними и задними навесными системами и ВОМ, с реверсивными постами управления и перемещаемыми кабинами.

Совершенствование тракторных двигателей предусматривает снижение расхода топлива и повышение удельной мощности при условии высокой надежности всех агрегатов и систем. Совершенствование рабочего процесса за счет использования турбонаддува при снижении механических потерь путем уменьшения числа поршневых колец приводит к снижению удельного расхода топлива. Для этих двигателей характерный удельный расход топлива в пределах 153...165 г/л.с.-ч.

Улучшается система топливоподачи за счет установки легкоъемных топливных фильтров с прозрачными отстойниками, что позволяет удалять осадки по мере их накопления. Возрастает количество параметров, контролирующих предельное состояние основных элементов машины.

Уделяется значительное внимание разработке агрегатов очистки моторного масла с целью увеличения срока смены его в двигателе и, следовательно, увеличение моторесурса двигателей. Для этого устанавливают дополнительно к полнопоточному фильтру частично поточный. Анализ использования подобных систем на двигателях фирмы «Cummins» показывает, что износ коренных и шатунных подшипников снижается на 89...93 %, а расходы на масла и обслуживание смазочной системы значительно снижаются.

Большое внимание уделяется повышению технико-экономических показателей тракторов за счет оптимизации рабочего процесса двигателей и трансмиссий, повышения их надежности.

Устанавливаются бортовые компьютеры, которые следят за работой основных агрегатов трактора и контролируют более 10...15 параметров с отражением характеристик на мониторе. Для выбора рациональной скорости движения устанавливают датчики измерения буксования ведущих колес трактора, которые позволяют более правильно подбирать передачи, обеспечивая работу в зоне наивысшего тягового КПД. Использование в конструкции трактора подобных систем с автоматическими КПП позволяет повышать производительность агрегатов и снижать расход топлива на единицу площади обрабатываемого поля.

Широкое применение находят многодиапазонные коробки передач с переключением без разрыва потока мощности. Т.е. устанавливают гидротрансформаторы между двигателем и сцеплением, которые автоматически обеспечивают выбор оптимального режима работы двигателя.

Совершенствуются кабины мобильных машин с целью улучшения условий труда механизаторов. В первую очередь улучшается звукоизоляция, устанавливаются сиденья с пневмогидравлической системой амортизации. Кабины современных мобильных машин снабжены кондиционером. Органы управления размещены с учетом требований эргономики. Для снижения давления на почву применяются сдвоенные колеса.

8.4 Технический уровень почвообрабатывающих и посевных машин

Анализ работы и технических характеристик, выпускаемых отечественной промышленностью почвообрабатывающих, посевных и посадочных машин свидетельствует о том, что по агротехническим показателям и производительности они отвечают современным требованиям и находятся на уровне распространенных образцов зарубежных машин аналогичного назначения.

Однако по металлоемкости и удельному весу большая часть из них уступает зарубежным образцам. Это относится как к орудиям основной обработки почвы, так и к посевным и машинам для ухода за посевами.

Важная и пока нерешенная проблема отечественного машиностроения – низкая надежность рам машин и орудий для обработки почвы и посева. Это связано с применением металлов низкого качества. Характерно для отечественных машин, низкая надежность наиболее нагруженных сменных рабочих органов, таких как лемехов плугов, лап культиваторов, сошников сеялок, дисков тяжелых борон, работающих в условиях абразивной среды.

Известно, что обработка почвы одна из самых энергоемких операций в растениеводстве. Значительное влияние на энергоемкость обработки почвы оказывает качество изготовления рабочих поверхностей земледельческих орудий. Зарубежные фирмы «Лемкен». «Джон Дир», «Кейс» и другие, применяют на плугах только шлифованные отвалы из специальной стали, которые снижают коэффициент трения почвы о поверхность отвала. Почва при работе таких плугов не налипает на поверхность отвалов и при хранении эти поверхности практически не поддаются коррозии.

Установлено, что технология шлифовки отвалов и других рабочих органов позволяет снизить сопротивление плуга на 10...12 %. Наше сельхозмашиностроение изготавливает рабочие органы почвообрабатывающих машин из проката с соответствующей шероховатостью. Использование полимерных покрытий на отвалах плугов позволяет снизить энергоемкость вспашки до 20 % и значительно повысить их износостойкость.

В нашей стране насчитывается более 50 разновидностей почв, для обеспечения качественной обработки которых требуется большой арсенал сменных рабочих органов. Для выполнения этих задач разработан перспективный типаж универсальных сменных рабочих органов, корпусов плугов, различных отвалов, которые обеспечивают высокое качество обработки при наименьших энергетических затратах.

За рубежом все фирмы выпускают почвообрабатывающие машины со сменными рабочими органами, рабочие поверхности которых изготавливают из специальных износостойких сталей высокой твердости. Для повышения эксплуатационной надежности, снижения металлоемкости и тягового сопротивления почвообрабатывающих машин в первую очередь требуется:

- повысить качество изготовления машин за счет применения металлов высокого качества, внедрения прогрессивных технологий и автоматизации процессов;
- завершить процесс внедрения в сельскохозяйственном машиностроении рам из трубчатых профилей;
- повысить износостойкость режущих элементов: лемехов, лап, ножей и дисков;
- освоить промышленные технологии проката трехслойной стали с разной толщиной слоев для производства отвалов и других деталей;
- внедрить в производство плугов полимерные материалы для снижения тягового сопротивления и устранения залипания рабочих органов почвообрабатывающих машин, что позволит повысить качество обработки и снизить энергоемкость этого процесса.

Один из перспективных способов обработки почвы – гладкая вспашка оборотными плугами. После вспашки такими плугами на полях отсутствуют дефектные борозды, что способствует выравниванию полей, улучшению выполнения последующих операций.

Необходимо отметить, что большинство отечественных машин по надежности, сроку службы, качеству работы и оснащению средствами контроля, за выполнением технологического процесса, не отвечают современным требованиям. Хотя большинство моделей зарубежных машин оборудовано устройствами, автоматически регулирующими основные операции технологического процесса в зависимости от изменения условий работы.

Если наше сельхозмашиностроение будет использовать специальные качественные стали, легкие сплавы и пластические материалы, это позволит снизить материалоемкость отечественных машин на 20...30 % и повысить срок их службы до 10 и более лет.

8.5 Перечень машин для ресурсосберегающих технологий

Методы комплектования предприятий тракторами и сельскохозяйственными машинами находятся в определенной зависимости от почвенно-климатических условий, специализации, размеров и рельефа полей и ряда других факторов.

На полях площадью 100 и более га и длиной гона больше 1000 м и ровным рельефом для основной обработки почвы применяют тракторы мощностью 250...300 и более л.с., широкозахватные машины-орудия, зерноуборочные комбайны с пропускной способностью 10 и более кг/с, кормоуборочные полевые измельчители с пропускной способностью 25...40 и более кг/с.

На полях малой площади (зоны подтайги и тайги) с неправильной конфигурацией применяют тракторы средней мощности 100...150 л.с. с машинами меньшей ширины захвата из-за небольшой длины гона и недостатка ширины поворотных полос.

Территория России, на которой возделываются сельскохозяйственные культуры, условно разделена на десять зон, которые значительно различаются по почвенно-климатическим условиям. Зоны характеризуются размерами полей, длиной гонов, удельным сопротивлением почв, сроками проведения работ, технологией возделывания и видами культур. В связи со значительными почвенно-климатическими различиями в отдельных зонах выделены подзоны, которые более точно отражают природные условия входящих в них административных областей. В частности

Западно-Сибирская зона идет под номером 8, включает две подзоны и характеризуется следующими показателями:

- среднее удельное сопротивление по стерне – 0,057...0,059 Мпа;
- средняя длина гона в первой подзоне – 300...600 м,
- средняя длина гона во второй подзоне - 1000 м и более,
- площадь полей в первой подзоне от 3 до 30 га составляет - 50 %;
- площадь полей во второй подзоне более 30 га составляет 70 %.

Эксплуатационные свойства применяемых технических средств оказывают существенное влияние на эффективность их использования и качество выполняемого процесса. Знание свойств машин, закономерностей их изменения и производственных возможностей позволяет выявлять и использовать методы повышения производительности и экономичности агрегатов.

Для обеспечения выбора новых и перспективных технических средств необходимо привести в качестве примеров некоторые наборы мобильных и прицепных машин.

1. Тракторы;

2. Машины для обработки почвы;

3. Посевные комплексы и посадочные машины: КСКП «Омич»; ПК «Обь-8»; ПК «Кузбасс-8,5»; ПК «Кузбасс-9,7»; ПК «Кзбасс-12,2»; ПК «Кзбасс-9,7Т»; John Deer 730; «AGRATOR»; «Rapid».

4. Зерноуборочные и картофелеуборочные комбайны:

Зерноуборочные - АКРОС-530; АКРОС-550; АКРОС-585; АКРОС-595; TORUM-750; TORUM-780.

Зарубежные: КЗС 1218; КЗС 10; КЗС 812; John Deer W650; John Deer 9600; John Deer 9660 STS; CASE IH-8010; CASE IH-8230; New Holland CR 980; Claas Tucano 450.

Картофелеуборочные комбайны – ПКК-2-02; КПК-2-01; ККУ-2А; КПК-3.

5. Кормоуборочные комбайны

Отечественные - ДОН-680М; PCM-1401.

Зарубежные – КСК-600 (Палесье); JGUAR-830; JGUAR-850; JGUAR-870; JGUAR-980; New Holland 9040; New Holland 9050; New Holland 9060; New Holland 9080; New Holland 9090.

РАЗДЕЛ 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ВИДОВ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И ИХ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Глава 1 Технология внесения удобрений

1.1 Способы внесения удобрений

Удобрения представляют собой вещества, предназначенные для улучшения питания растений и повышения плодородия почвы. Удобрения бывают *минеральные* и *органические*, в свою очередь по физическому состоянию их делят на твердые и жидкие.

Способы внесения – *сплошное, местное (локальное) и подкормка*. При сплошном внесении, удобрения разбрасывателями распределяются по поверхности поля, а затем должны быть заделаны в почву плугами или культиваторами.

При местном внесении, удобрения размещают в рядках или гнездах одновременно с посевом или посадкой сельскохозяйственных культур. Подкормки производят в период роста растений. Для подкормки зерновых озимых культур минеральные удобрения рассеивают по всей поверхности поля (внекорневая подкормка).

Подкормку пропашных культур обычно совмещают с уходом за растениями, заделывая удобрения в почву вдоль рядков культурных растений (корневая подкормка).

При внесении удобрений в соответствии с научными принципами операционной технологии механизированных работ необходимо решить следующие основные задачи: обоснование агротехнических требований; комплектование ресурсосберегающих агрегатов и подготовка их к работе; подготовка поля; организация работы агрегатов; контроль качества работы; обеспечение выполнения требований по охране труда и экологической безопасности.

Агротехнические требования. При внесении твердых органических удобрений должны выполняться следующие агротехнические требования: соблюдение заданной дозы внесения с точностью $\pm 10\%$; неравномерность распределения, как по ширине разбрасывания, так и по ходу агрегата до $\pm 10\%$; разрывы между смежными проходами и необработанные поворотные полосы не допускаются. Нормы внесения органических удобрений 10...60 т на гектар.

Сплошное внесение твердых минеральных удобрений должно соответствовать следующим требованиям: отклонение фактической дозы внесения от заданной до $\pm 10\%$; неравномерность распределения до $\pm 25\%$ для разбрасывателей и до $\pm 15\%$ для туковых сеялок. Нормы внесения минеральных удобрений 25...1000 кг на га.

Заделка удобрений в почву должна быть выполнена в короткие сроки после разбрасывания.

1.2 Технологические схемы внесения удобрений

В настоящее время широко применяются три основные схемы внесения органических и минеральных удобрений (рис.1.1): прямоточная (расстояние – до 4...5 км), перегрузочная (расстояние – до 5...10 км). перевалочная (расстояние – до 10 и более км).



Рис. 3.1 Технологические схемы внесения удобрений

Прямоточную схему целесообразно применять тогда, когда размеры участка большие, а расстояние от склада до поля не превышают 4...5 км.

Перегрузочную схему внесения удобрений применяют тогда, когда участки и расстояния от склада до поля более 5 км. При этой схеме для загрузки разбрасывателей удобрениями используют специализированные автомобили с предварительным подъемом кузова, перегрузочные эстакады или большегрузные прицепы-перегрузатели. Эти две схемы широко используют для внесения твердых минеральных удобрений.

Перевалочную схему используют для внесения, как правило, органических удобрений, которые вывозят в поле и складывают в штабеля (бурты) на краю поля в течение продолжительного периода времени.

Масса штабеля определяется нормой внесения удобрений на данном поле. Перевалочную технологию внесения органики целесообразно применять на удаленных полях от 10 и более км. Полевые штабеля следует располагать так, чтобы в дальнейшем можно было наиболее рационально использовать разбрасыватели при внесении удобрений в почву. Органические удобрения разбрасывают чаще всего навозоразбрасывателями кузовного типа.

1.3 Технология внесения минеральных удобрений

Выбор и подготовка агрегата к работе. Для внесения минеральных удобрений применяют разбрасыватели с тарельчатыми высевальными аппаратами и центробежными дисками (рис. 3.2).



Рис. 3.2 Центробежный диск для разбрасывания минеральных удобрений

Таблица 3.1 Составы ресурсосберегающих МТА для внесения минеральных удобрений

Доза внесения т/га	Радиус использования МТА, км		
	МТЗ-82+РУМ-5, 1РМГ-4	Т-150К+РУМ-8	К-701+РУМ-16
0,2	6,0	10,2	16,6
0,4	3,4	6,1	11,3
0,6	2,7	4,2	9,7
0,8	2,3	3,2	8,8
1,0	2,2	2,9	4,9

Для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений в таблице 3.2 приведены технологические схемы и составы машинно-тракторных агрегатов.

Таблица 3.2 Технологические схемы и комплексы машин для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений

Схемы внесения удобрений	Технологические операции	Комплексы машин
1	2	3
Прямоточная	Загрузка удобрений на складе; Транспортирование на поле и внесение	ПКУ-0,8; ПЭА-1,0; ПФП-1,2 и др. Беларусь 82 +1РМГ-4Б; Беларусь 900+ РУМ-5; Т-150К+РУМ-8; Т-150К+МВУ-8Би др.
Перевалочная	Загрузка удобрений на складе; Транспортирование на поле и выгрузка на краю поля в бурты Загрузка в разбрасыватели для внесения Внесение	ПКУ-0,8; ПЭА-1,0; ПФП-1,2 и др. КАМАЗ-55102; КАМАЗ-45116; Тракторные поезда ПКУ-0,8; ПЭА-1,0; ПФП-1,2 и др. Беларусь 82 +1РМГ-4Б; Беларусь 900+ РУМ-5; Т-150К+РУМ-8; Т-150К+МВУ-8Би др

1	2	3
Перегрузочная	Загрузка; Транспортирование на поле и перегрузка в разбрасыватели для внесения Внесение	ПКУ-0,8; ПЭА-1,0; ПФП-1,2 и др. Эстакада Беларусь 82 +1РМГ-4Б; Беларусь 900+ РУМ-5; Т-150К+РУМ-8; Т-150К+МВУ-8Би др

Подготовка поля к работе агрегата, необходимо выбрать способ движения МТА, как правило, челночный, затем необходимо определить длину пути, проходимого агрегатом при полной загрузке кузова разбрасывателя:

$$L_n = 10^4 Q_p Y_c / B_p H_y, \text{ м},$$

(3.1)

где Q_p – грузоподъемность разбрасывателя, т;

Y_c – коэффициент использования грузоподъемности;

B_p – ширина разбрасывания удобрения, м;

H_y – норма внесения удобрений, т.

Далее определяем число проходов агрегата с одной загрузкой и округляют n_{np} до целых чисел в сторону уменьшения:

$$n_{кр} = L_n / L_p, \quad (3.2)$$

где L_p – рабочая длина гона, м.

При n_{np} равному нечетному числу – загрузку кузовов ведут на концах поля, при четном n_{np} с одного края.

С использованием навигационных систем подобные расчеты не имеют смысла, система четко фиксирует координаты точки завершения поворота кузова, разбрасывание очередной порции удобрений, МТА будет начинать с заданной точки.

Работа агрегата на поле выполняется в соответствии с выбранным способом движения. При выполнении первого прохода проверяют норму внесения удобрений и основные регулировки разбрасывателя.

Разбрасыватели минеральных удобрений с центробежными дисковыми аппаратами работают при скорости 10...12 км/ч (рис. 3.3). Погрузку удобрений производят грейферными погрузчиками типа ПКУ-0,8; ПЭА-1,0; ПФП-1,2 и др.



Рис. 3.3 Работа разбрасывателя минеральных удобрений на поле
Контроль качества работы осуществляет механизатор в процессе выполнения операции и приемщик по её окончании.

Равномерность внесения удобрений, отсутствие огрехов и качество обработки поворотных полос определяют визуально, путем осмотра обрабатываемого участка по диагонали. Более точно степень неравномерности определяют на контрольной площадке ($S=1,0 \text{ м}^2$).

В случае недоброкачественного выполнения работ агрегат останавливают и устраняют причины брака.

Охрана труда обеспечивается методами, изложенными в соответствующем курсе БЖД.

1.4 Технология внесения органических удобрений

Технологические схемы внесения удобрений: прямоточная и перевалочная.

Выбор и подготовка агрегата к работе. Используют погрузчики специализированные ПНД-250 и ковшовые. Разбрасыватели ПРТ-16М, ПРТ-10-1, МТТ-Ф-19, МТТ-23 в агрегате с тракторами К-701, К-744; разбрасыватели РОУ-6 и др. с тракторами кл. 1,4; 2,0 т. Составы ресурсосберегающих МТА для внесения твердых органических удобрений приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 Составы ресурсосберегающих МТА для внесения твердых органических удобрений

Марка трактора	Марка разбрасывателя	Грузоподъемность	Рабочая скорость, Км/ч	Марка погрузчика	Радиус перевозки, км
МТЗ-82	РОУ-6	6	15	ПЭ-0,8	1...3
Т-150К	ПРТ-10	10	20	ПНД-250	3...4
К-701	ПРТ-16	15	20	ПНД-250	4...6
К-701	МТТ-23	23	15	ПНД-250	7...10

Подготовка поля для внесения органических удобрений. При перевалочной технологии внесения, места расположения буртов определяет агроном предприятия, размер бурта 3,5...4 м, высота 1,5...2,0 м. Способ движения, как правило, челночный.

Таблица 3.4 Технологические схемы внесения твердых органических удобрений

Схемы внесения удобрений	Технологические операции	Комплексы машин
Прямоточная	Загрузка удобрений Транспортирование на поле и внесение Заделка удобрений	ПЭ-0,8; ПНД-250 и др. Т-150К+ПРТ-10; К-701+ПРТ-16; К-701+МТТ-23

		Почвообрабатывающие машины
Перевалочная	Загрузка удобрений Транспортирование на поле в бурт Погрузка из бурта Внесение Заделка удобрений	ПЭ-0,8; ПНД-250 и др. КАМАЗ-65115; КАМАЗ-45116; Тракторные поезда Т-150К+ПРТ-10; К-701+ПРТ-16; К-701+МТТ-23 Почвообрабатывающие машины

Подготовка поля для внесения органических удобрений. При перевалочной технологии внесения, места расположения буртов определяет агроном предприятия, размер бурта 3,5...4 м, высота 1,5...2,0 м. Способ движения – челночный.

Работа агрегата в загоне. Для определения мест загрузки определяют длину пути проходимой разбрасывателем, по формуле 2.13 и число проходов, формула 2.14, и известным способом определяют искомые места.

В случае прямоточной схемы внесения не определяют места укладки буртов, а разбрасывают органические удобрения по всей длине гона. При малых дозах внесения агрегаты могут работать без навигаторов до половины пути разбрасывания, разворачиваясь в обратном направлении. При больших дозах (>40т/га) агрегат движется в одном направлении до полного опорожнения кузова разбрасывателя и возвращается на заправку по кратчайшему пути. По окончании обработки всего поля обрабатывают поворотные полосы.

Контроль качества работы. В процессе работы оператор контролирует равномерность внесения удобрений, отсутствие огрехов и необработанных поворотных полос.

Охрана труда обеспечивается методами, изложенными в соответствующем курсе БЖД.

Рациональное численное соотношение между числом погрузчиков M и числом разбрасывателей N при оперативных инженерных расчетах устанавливают из условия поточности:

$$MW_{чп} = NW_{чг} \text{ или } N = MW_{чп} / W_{чг}, \quad (3.3)$$

где $W_{чп}$ – часовая производительность разбрасывателя, т/ч;

$W_{чг}$ – часовая производительность погрузчика, т/ч.

Необходимо отметить, что для эффективной работы разбрасывателей по перевалочной технологии важно рационально расположение буртов на поле. Расстояние между рядами буртов на поле рекомендуется выбирать равными длине рабочего хода разбрасывателя L_p . При этом рекомендуются следующие рациональные значения массы бурта 100...120 т, для разбрасывателей грузоподъемностью 5...6т; 180...200 т для разбрасывателей грузоподъемностью 10...12т. Тогда расстояние между буртами равно

$$L_{\sigma} = \Omega_{\sigma} \cdot B_p / Q_p, \quad (3.4)$$

где Ω_{σ} – масса бурта, т.

Рациональные составы звеньев при внесении твердых органических

удобрений по прямоточной технологии приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 Составы звеньев для внесения твердых органических удобрений по прямоточной технологии

Погрузчик, разбрасыватель	Расстояние перевозки, км	Число агрегатов в звене		Производительность, т/ч
		погрузчиков	разбрасывателей	
ПЭ-08Б	1	1	3	60
МТЗ-82+РОУ-6	2	1	5	53
ПЭ-1А	3	1	4	88
Т-150К+ПРТ-10	5	1	6	77
ПНД-250	3	1	5	150
К-701+ПРТ-16	5	1	7	140
ПНД-250	5	1	5	150
К-701+МТТ-23	7	1	7	140

Глава 2 Технология основной и предпосевной обработки почвы

Под *основной обработкой* почвы подразумевается наиболее глубокая обработка, существенно меняющая её структуру. К таким операциям относится вспашка с оборотом пласта, безотвальная вспашка, плоскорезная обработка, которая выполняется плугами, плоскорезами глубокорыхлителями, чизельными плугами на глубину от 22 до 30 см. К основной обработке также относится дискование почвы тяжелыми дисковыми боронами и дискаторами.

2.1 Операционная технология вспашки с оборотом пласта

Агротехнические требования на вспашке. Отклонение от глубины обработки не более 5%, заделка стерни не менее 98% на глубину 10...12 см и более, глыбы более 10 см должны занимать не более 15...20% поверхности пашни, дефектные борозды должны быть выровнены. Поверхность пашни должна быть ровной, высота гребней не более 7см. Обработка без оборота пласта безотвальными плугами на глубину 30 см и более; плоскорезами глубокорыхлителями на глубину 20...30 см; культиваторами плоскорезами на глубину до 18...20 см.

Комплектование и подготовка агрегата к работе. Комплектование пахотных агрегатов заключается в обосновании ресурсосберегающего состава и рабочей скорости в зависимости от условий работы (табл. 3.6).

Необходимо выбирать трактор и комплектовать агрегат известными методами, при этом коэффициент использования тягового усилия должен быть равен 0,8...0,92. Затем провести необходимые регулировки и настройки МТА на площадке, проверить толщину режущих кромок ле-

мехов ($h = 0,5 \dots 1,0$ мм).



Рис. 3.4 К-744Р1 на вспашке зяби

Таблица 3.6 Необходимая мощность трактора для пахотных МТА в зависимости от длины гона

Тип почвы	Необходимая мощность двигателя, кВт, при l_r , м			
	400	600	1000	более 1000
Легкие	61...105	65...114	73...132	95...178
Средние	70...124	75...135	84...156	109...213
Тяжелые	74...134	80...145	90...168	117...230

Подготовка поля к работе пахотного агрегата: разбивают поле на загоны в соответствии с выбранным способом движения, отмечают поворотные полосы и линию первого прохода. Способы движения: всвал, вразвал, с чередованием загонов, челночный только для оборотных плугов (рис. 3.5).

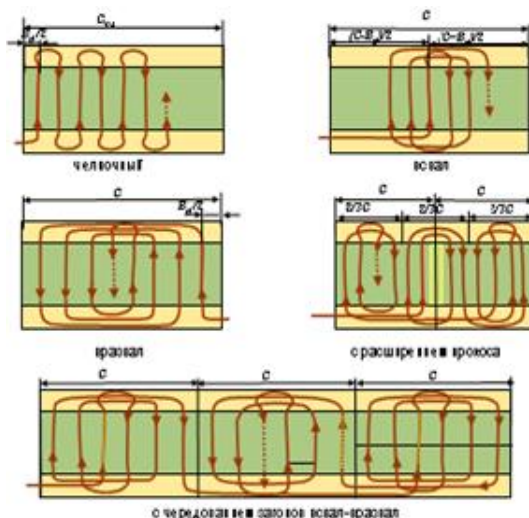


Рис. 3.5 Способы движения пахотных МТА

Правильная разбивка поля на загоны имеет важное значение с точки зрения качества вспашки, экономии топлива, повышения производительности пахотных машинно-тракторных агрегатов. Рациональная ширина загона в зависимости от длины гона приведена в таблице 2.7, а ширина поворотной полосы в таблице 3.8.

Таблица 3.7 Рациональная ширина загона для пахотных МТА

Ширина захвата, м	Рациональная ширина загона, м при l_g , м				
	400	600	800	1200	1800
1,4...1,6	81	86	95	106	120
1,75...2,0	98	105	112	122	140
2,1...2,4	113	121	130	142	160
2,4...2,8	132	137	147	156	176
2,8...3,2	145	156	162	173	196
более 3,2	163	170	176	195	214

Таблица 3.8 Ширина поворотной полосы для пахотных МТА, м

Вид поворота	Ширина захвата МТА, м			
	До 1,05	1,05...1,4	1,4...2,1	2,1...3,2
Петлевой	11...14	19...23	22...31	26...33
Беспетлевой	7...9	15...19	20...22	20...26

Работа агрегата в загоне включает проверку и уточнение при первом проходе основных регулировок, т.е. глубины вспашки и при необходимости корректируют регулировки. Рама плуга при движении должна быть горизонтальной поверхности поля. Проверяют равномерность глубины обработки. Если передний корпус пашет мельче последнего, следует укоротить верхнюю тягу механизма навески, в противном случае тягу необходимо удлинить.

После вспашки всех загонов пашут поворотные полосы движением в развал, в дальнейшем заделывают развальные борозды.

Контроль качества работы. В процессе работы оператор МТА осуществляет контроль в соответствии с агротехническими требованиями.

Таблица 3.9 Рациональные составы пахотных МТА в зависимости от длины гона

Длина гона, м			
400	600	1000	Более 1000
Т-150К+ПЛН-5-35; Т-150К+ППО-5-40	Т-150К+ППО-5-40; Т-150К+ППО-6-40	ХТЗ-17221+ППО-6-40; К-700А+ПЛН-8-40; К-701+ПЛН-8-40; К-701+ПТК-9-35;	К-701+ПЛН-8-40; К-701+ПТК-9-35; К-744Р1+ППО-8-40; К-744Р2+ ППО-8-40

Качество оценивают показателями: глубина обработки, равномерность глубины, гребнистость и глыбистость поверхности, степень заделки расти-

тельных остатков.

Рациональные составы пахотных агрегатов в зависимости от длины гона приведены в таблице 3.9.

Охрана труда обеспечивается методами, изложенными в соответствующем курсе БЖД.

2.2 Технология безотвальной вспашки

Обработка почвы без оборота пласта выполняется безотвальными плугами, плоскорезами глубокорыхлителями, культиваторами плоскорезами.

Агротехнические требования: рыхление почвы без оборота пласта, фракции размером 3...5 см при мелком и 5...10 см при глубоком рыхлении.

Отклонение по глубине обработки на ± 1 см при глубине обработки до 20 см и ± 2 см при глубине более 20 см. Количество сохраняемой стерни необходимо обеспечивать 85...90% при глубине обработки до 20 см и 80...85% при глубине более 20 см. Обработанная поверхность должна быть ровной. Выбор трактора, комплектование пахотного агрегата, подготовка поля и работа МТА на загоне для технологии безотвальной обработки аналогичен операции отвальной вспашки. В качестве рабочих органов на отечественных плугах целесообразно устанавливать стойки СИБИМЭ для безотвальной вспашки.

2.3 Технология дискования почвы

Дискование почвы проводят в виде осенней обработки полей после уборки зерновых культур. В переувлажненных районах используют дисковые орудия для предпосевной обработки.

Агротехнические требования: глубина обработки от 8 см, равномерная, отклонение ± 2 см, верхний слой должен быть мелкокомковатым и ровным. Огрехи не допускаются.

Выбор и подготовка агрегата к работе. Выбирают трактор и дисковую борону типа БДТ или дискатор – БДМ. Устанавливают угол атаки в пределах 18...21°, а на разделке пласта 12...15°. Проверяют толщину режущих кромок дисков, при необходимости затачивают. Все секции дисковой бороны или дискатора должны обеспечивать заданную глубину обработки.

Подготовка поля к работе МТА. До начала работы поле необходимо очистить от остатков соломы. Способ движения агрегата с дисковой бороней или дискатором, как правило, диагональный или челночный. Для работы дисковых орудий разметка поля не требуется.

Работа агрегата должна быть организована таким образом, чтобы МТА передвигался под углом к длинной стороне поля, перекрытие между смежными проходами составляет 0,15...0,25 м.

Контроль качества работы при выполнении дискования оценивается по равномерности глубины обработки, гребнистости и степени сохра-

нения стерни, особенно это важно в зонах ветровой эрозии.

Охрана труда обеспечивается методами, изложенными в соответствующем курсе БЖД.

Рациональные составы МТА на дисковании почвы в зависимости от длины гона, приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 Рациональные составы МТА на дисковании почвы в зависимости от длины гона, м

Показатели	Дискование			
	400	600	1000	более 1000
Диапазон потребности мощности, кВт	61...110	74...138	83...160	106...217
Состав агрегата	Т-150К+ЛДГ-10	Т-150К+ЛДГ-10; Т-150К+ЛДГ-15	К-700А+БДТ-7Б; К+700А+БДМ-4х4П; К+701+БДМ-4х4П; К+701+БДМ-6х4П;	К+701+БДМ-6х4П; К+744Р2+БДМ-6х4П; Versatile - 460+БДМ-8х4П;

2.4 Технология предпосевной обработки

К операциям предпосевной обработки почвы относятся: боронование, культивация, прикатывание.

Агротехнические требования на предпосевной обработке при бороновании: почва после боронования должна быть равномерно разрыхлена на глубину 4...6 см, величина комков не должна превышать 5 см. Борозды и гребни после осенней обработки должны быть выровнены. В зонах ветровой эрозии после прохода борон должно сохраняться не менее 75 % стерни. Огрехи не допускаются. При бороновании многолетних трав глубина рыхления должна составлять 3...4 см.

Агротехнические требования при сплошной культивации: глубина обработки 8...10 см, отклонение не более 1 см; допустимая высота гребней до 4 см; сорные растения должны быть уничтожены полностью, огрехи не допускаются.

Агротехнические требования при прикатывании: почва должна быть равномерно уплотнена, на ее поверхности после прохода кольчатошпоровых катков должен быть создан мульчирующий слой, а микронеровности предыдущих обработок выровнены; огрехи и пропуски не допускаются.

Боронование – один из видов поверхностной обработки почвы зубowymi, игольчатыми или пружинными боронами, задача которого состоит в создании равномерного рыхлого слоя почвы с целью уменьшения испарения влаги, борьбы с сорняками и выравнивания поверхности поля. Боронование проводят в весенний период на полях с осенней обработкой в сжатые сроки.



Рис. 3.6 Работа бороновального агрегата на поле

Подготовка агрегата к работе: на весеннем бороновании целесообразно использовать гусеничные тракторы или колесные со сдвоенными колесами, которые обладают лучшей проходимостью по влажной почве. При бороновании почвы используют зубовые бороны типа БЗТС-1, БЗСС-1, игольчатые типа БИГ-3, пружинные БЗГ-24, БТ-18 и другие.

Подготовка поля предусматривает перед началом работ очистку его от посторонних предметов. Способ движения бороновальных агрегатов челночный или диагональный. Первое боронование проводят по диагонали к направлению осенней обработки.

Работа агрегата на загоном предусматривает начало боронования с края поля, в дальнейшем передвигаясь челночным или диагональным способом движения, проехав 30...50 м, останавливают агрегат на линии первого прохода и проверяют правильность положения звеньев, качество работы. Для предотвращения огрехов в стыке между смежными проходами необходимо обеспечить перекрытие 25...30 см.

Перед последним проходом агрегата при челночном способе движения обрабатывают одну поворотную полосу, затем совершают последний проход и обрабатывают вторую поворотную полосу.

Контроль качества боронования поля оценивают по отклонению глубины обработки от заданной, глыбистости и гребнистости обработки. После предпосевного боронования почва должна иметь мелкокомковатую структуру, при бороновании с целью задержания влаги должна быть разрыхленной.

Охрана труда обеспечивается методами, изложенными в соответствующем курсе БЖД.

Сплошная культивация. Культивация используется для поверхностного рыхления на глубину 8...10 см без оборота слоя почвы, с целью подрезания сорняков, сохранения влаги и выравнивания поверхности поля.

Комплектование и подготовка МТА к работе в данном случае сводится к обоснованию ресурсосберегающего состава (табл. 2.11) и ра-

бочей скорости движения.



Рис. 3.7 МТА на сплошной культивации поля

Диапазоны соответствующих рациональных значений мощностей приведены ниже. Операции по подготовке агрегата к работе выполняют в соответствии с инструкцией по эксплуатации сельскохозяйственной машины.

Подготовка поля к работе. При сплошной культивации используют челночный способ движения, в некоторых случаях, возможно, использовать способы перекрытием. Ширину поворотных полос рассчитывают с учетом её кратности ширине захвата машинно-тракторного агрегата.

Таблица 3.11 Диапазоны мощности трактора для комбинированных МТА на предпосевной обработке в зависимости от длины гона

Необходимая мощность для комбинированных МТА, кВт, при l_T , м			
400	600	1000	более 1000
до 100	100...150	150...250	более 250

Работа агрегата на загоне. Прежде всего, с учетом условий работы выбирают наиболее эффективный способ движения. При использовании широкозахватных агрегатов рекомендуется челночный или диагональный способы движения МТА. При этом агрегат должен двигаться под углом к направлению вспашки с целью лучшего рыхления почвы и уничтожения сорняков по длинной стороне поля.

Контроль качества работы. При сплошной культивации качество работы оценивают в основном по равномерности глубины обработки почвы, гребнистости и по степени уничтожения сорняков. Общую оценку выполняют по бальной системе, как это изложено в операционной технологии.

Прикатывание проводят для уплотнения почвы с целью улучшения контакта семян с почвой и обеспечения притока влаги из нижних слоев.

Подготовка агрегатов. Для предпосевного и послепосевного при-

катывания используют, как правило, кольчато-шпоровые катки ЗКШ-6; ККН-2,8; КБН-3; ККШ-6; ККЗ-6; КЗК-6; ЗКШ-6; 5ККШ-10Г; КЗК-10 и др. в агрегате с тракторами класса 1,4...3 т.



Рис. 3.8 МТА на прикатывании поля после посева

Работа агрегата на поле. Основными способами движения являются челночный, круговой, диагональный.

Контроль качества прикатывания почвы проверяют по степени уплотнения верхнего слоя, глубистости и выравненности поверхности поля.

Комбинированная предпосевная обработка – это комплекс приемов, которые обеспечивают совмещение нескольких технологических операций за один проход МТА (табл. 3.12).

Таблица 3.12 Рациональные составы комбинированных МТА для предпосевной обработки

Длина гона, м		
500	1000	более 1000
ХТЗ-17221+АПК-3,8; ХТЗ-17221+«Лидер-4»; ХТЗ-17221+«Обь-4-3Т»	К-700А+АПК-7,2; К-701+АПК-7,2; К-701+АПУ-6,5; К-701+ «Лидер-8,5» К-701+«Обь-8,5»	К-701+АПК-7,2; К-701+ «Лидер-8,5» К-701+«Обь-8,5»; К-744Р2+«Смарагд 9К»; К-744+КУК-8П; К-744Р3+АПК-10; Versatile 460+АПК-10; Versatile 520+АПК-10

Современные машины за один проход обеспечивают следующие операции: крошение, рыхление, выравнивание и уплотнение. Отличительная особенность этих машин – комбинация рабочих органов, последовательно выполняющих различные технологические процессы за один проход.

Охрана труда обеспечивается методами, изложенными в соответствующем курсе БЖД.

Глава 3 Технология посева и посадки сельскохозяйственных культур

При возделывании сельскохозяйственных культур посев и посадка являются одной из наиболее важных технологических операций, которые обеспечивают своевременное и равномерное распределение семян в почве на глубину их заделки.

3.1 Способы посева сельскохозяйственных культур

Различают следующие способы посева сельскохозяйственных культур: рядовой, полосовой, разбросной, перекрестный, широкорядный, пунктирный, ленточный, квадратно-гнездовой и комбинированный. Рядовой способ широко используется на посеве зерновых культур с междурядьями 15...25 см; полосовой способ – посев по стерне стрелчатыми сошниками, ширина полосы 23...27 см; разбросной – используется при севе трав; перекрестный – норма высева реализуется за два прохода агрегата под углом к друг другу; широкорядный способ – для пропашных культур с шириной междурядий, 45...90 см; пунктирный – семена в рядке располагаются на одинаковом расстоянии друг от друга; ленточный способ посева – для овощных культур с шириной междурядий для прохода культиватора; квадратно-гнездовой – междурядья и междугнездья можно обрабатывать в продольном и поперечном направлениях; комбинированный способ – посев семян с одновременным локальным внесением удобрений.

3.2 Операционная технология посева зерновых культур

Различают три способа посева зерновых культур: отдельный, комбинированный (одновременно с предпосевной обработкой почвы) и прямой (стерневой посев без обработки почвы).

Важнейшим требованием для качественного посева является равномерная оптимальная (1,1...1,3 г/см³) плотность верхнего слоя на глубину посева семян, и хорошая выравненность поверхности поля.

Для посева зерновых культур применяются сеялки с механическими, пневматическими и комбинированными сочетаниями процессов дозирования и транспортировки семян. По показателю равномерности внесения семян по ширине захвата сеялки типа СЗП уступают сеялкам с индивидуальной дозировкой семян на каждый сошник. Неравномерность сеялок пневматических составляет 3...6% по ширине захвата, а сеялок с механическим дозированием – 2...3%. Неравномерность дозировки семян по ширине захвата влияет на урожайность зерновой культуры.

Для быстрого прорастания семян зерно необходимо уложить на уплотненный влажный слой почвы, а сверху присыпать рыхлым слоем. Внесение минеральных удобрений одновременно с посевом способствует

повышению урожайности зерновых.

Разрыв между предпосевной обработкой и посевом должен быть минимальным. С этой целью целесообразно применять комбинированные почвообрабатывающие агрегаты, которые за один проход по полю выполнять все операции предпосевной обработки и посева в совокупности.



Рис. 3.9 Посевной комплекс КУЗБАСС в агрегате с трактором К-701

С целью снижения расхода топлива и трудовых затрат при возделывании сельскохозяйственных культур в наших предприятиях начинают применять технологию *прямого посева*. Данная технология представляет собой посев культур по стерне с предварительной обработкой гербицидами системного действия (за 5...6 дней) без кокой-либо механической обработки почвы, за исключением бороздок шириной 30...35 мм сформированных турбодиском или стальным диском большого диаметра (фирма John Deere) для высева семян.

Агротехнические требования: допустимые отклонения от нормы высева семян 5%, удобрений 10%; неравномерность высева отдельными аппаратами 3%; отклонение глубины заделки семян до 15%; отклонение ширины междурядий от норматива до 2 см, стыковых до 5 см; огрехи и незаesyянные поворотные полосы не допускаются; разрыв между предпосевной обработкой не более 12 ч.

Выбор и подготовка агрегата к работе. В зависимости от размеров поля выбирают соответствующий класс трактора. На колесных тракторах целесообразно использовать двойные шины. Это позволяет снижать уплотнение почвы и буксование трактора.

При подготовке сеялок к работе обращают внимание на состояние высевающих аппаратов и сошников. Затем комплектуют агрегат, устанавливают норму высева семян и удобрений, регулируют вылет маркёров и глубину заделки семян (табл. 3.12, табл. 3.13).

Таблица 3.12 Диапазоны потребной мощности трактора для посевных МТА

Класс длины гона, м	400	600		1000	более 1000
Отечественные	54...87	59...94		62...128	95...161 и

посевные МТА					более
--------------	--	--	--	--	-------

Таблица 3.13 Рациональные составы посевных МТА в зависимости от длины гона, м

400	600	1000	более 1000
Беларусь 82.1+СЗП-3,6А; Беларусь 950+СЗП-3,6А;	Беларусь 1523+СП-16А+ЗСЗП-3,6А; Т-150К+СП-16А+ЗСЗП-3,6А	Беларусь 1523+СП-16А+ЗСЗП-3,6А; К-701+КСКП «Омич»; К-701+«Обь-8»; К-701+ПК «Кузбасс-8,5»; К-744Р3+ПК «Кузбасс-9,7»; К-744Р4+ПК «Кзбасс-12,2»; К-744Р3+ПК «Кзбасс-9,7Т»	К-701+КСКП «Омич»; К-701+«Обь-8»; К-701+ПК «Кузбасс-8,5»; К-744Р3+ПК «Кузбасс-9,7»; К-744Р4+ПК «Кзбасс-12,2»; К-744Р3+ПК «Кзбасс-9,7Т»

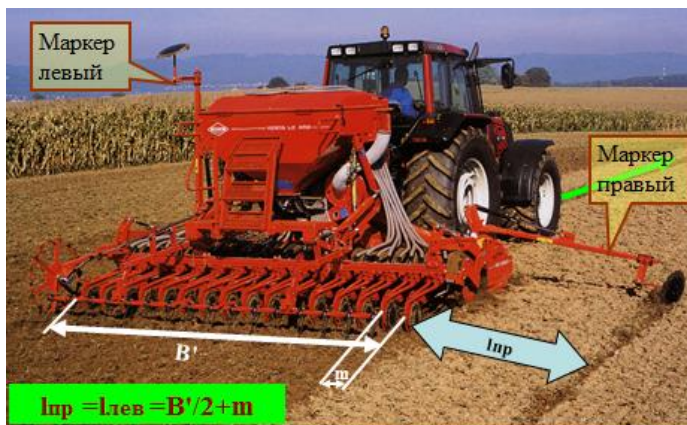


Рис. 3.10 Вылет маркеров при вождении по продольной оси трактора

Вылет маркеров рассчитывают по формулам:

$$l_n = 0,5(B_k + t_m - l_{mp}), \text{ м} \quad (3.4)$$

$$l_d = 0,5(B_k + t_m + l_{mp}), \text{ м} \quad (3.5)$$

где l_n, l_d – длина правого и левого маркеров, м;

B_k – конструктивная ширина захвата агрегата, м;

t_m – ширина стыкового междурядья, м;

t_m – продольная база трактора, м (рис. 2.13).

Для уменьшения длины маркеров используют следоуказатели:

$$l_n = l_d = 0,5(B_k + t_m) - l_{cl}), \text{ м} \quad (3.7)$$

где l_{cl} – длина следоуказателя, м.

При использовании современных посевных комплексов типа КЗБАСС, ДОН 651; Иргыш-10 и др. используют агронавигаторы с подру-

ливающим устройством на тракторе.

Подготовка поля. Выбирают направление и способ движения посевных агрегатов, отмечают поворотные полосы, определяют линию первого прохода. В зависимости от состава МТА, размеров и конфигурации полей при посеве применяют различные способы движения: челночный (основной), диагонально-перекрестный, круговой. Ширина поворотной полосы должна быть кратной ширине захвата агрегата ($n=3\dots4$). При диагонально-перекрестном поворотные полосы отбивают с четырех сторон.

Работа агрегата на поле. Выбор места заправки МТА зависит от соотношения рабочей длины гона L_p и расстояния L_3 между технологическими остановками.

Путь, проходимый агрегатом на одной заправке равен:

$$L_3 = 9 \cdot 10^3 Q_c Y_c / B_p H_c \quad (3.8)$$

где Q_c – масса семян в семенном бункере посевного комплекса, кг;

Y_c – удельный вес семян (0,75...0,85);

H_c – норма высева семян кг/га.

Затем определяем число проходов посевного агрегата с полной заправкой:

$$n = L_3 / L_p \quad (3.9)$$

В реальных производственных условиях принимают n целое четное число проходов. После прохода 40...50 м проверяют: глубину заделки семян и удобрений; после прохода первого круга - ширину стыковых междурядий; наличие огрехов; норму высева семян и удобрений проверяют после рассева контрольной навески семян.

После проведения посева основного поля засевают поворотные полосы, предварительно обработав их культиватором.

Контроль качества работы. В процессе сева проверяют ширину стыковых и основных междурядий, глубину заделки семян и удобрений. Норму высева определяют по количеству семян на одном погонном метре рядка. При работе агрегата контроль качества осуществляется не реже 2...3 раз за смену. Окончательно качество работы оценивают после появления всходов.

3.3 Операционная технологии посева и посадки пропашных культур

Пропашные культуры высевают широкорядным, пунктирным или квадратно-гнездовым способом с учетом дальнейшей обработки междурядий при уходе за посевами.

Агротехнические требования. Норма высева: кукуруза на силос – 25...30 кг или 30...50 тысяч зерен на гектар; глубина заделки семян не менее 6 см. К посеву пропашных культур (кукуруза, подсолнечник на силос) предъявляют следующие требования: прямолинейность продольных рядков; постоянство основных и стыковых междурядий; полная и равномерная заделка семян по глубине, отклонение $\pm 1,5$ см; сохранение заданного расположения удобрений по глубине и по расстоянию от семян с отклоне-

нием не более $\pm 1,5$ см.

Способ движения агрегата – челночный, скорость движения 6...8 км/ч.

Выбор и подготовка МТА к работе. Отличительной особенностью МТА для посева пропашных культур является то, что все они одномашинные с тракторами класса 1,4. Сеялки для посева кукурузы на силос: СУПН-8А; СПМ-8; СУПН-12; СУПН-12А; VESTA-8; GASPARDО SP-8; МТ-8 и др. (рис. 2.14).

Подготовка поля заключается в отбивке поворотных полос и линии первого прохода. Основным способом движения МТА – челночный. Места заправки размещают с одной стороны поля при четном количестве проходов, а при нечетном – с двух.

Работа агрегата на поле – при первом проходе проверяют основные регулировки и настройки, при выполнении посева необходимо обращать внимание на прямолинейность рядков.



Рис. 3.11 МТА для посева кукурузы на силос

Контроль качества посева. Проверяют качество сева 2...3 раза в течение смены по глубине заделки, норме высева семян и удобрений, отклонение стыковых междурядий, прямолинейность рядков.

Посадка картофеля

Агротехнические требования. Посадка картофеля должна выполняться в оптимальные сроки, когда почва на глубине 8...10 см прогреется до 10°C. Норма посадки картофеля 2,5...3,0 т на гектар или 55...80 тыс. штук. Клубни высаживают на глубину 8...10 см, а при гребневой – 8...12 см, допускается отклонение от средней глубины не более ± 2 см. Посадку производят рядовым способом с междурядьем 70 см при допустимом отклонении ширины основных междурядий ± 2 см, а стыковых ± 10 см. Способ движения агрегата – челночный, скорость движения МТА находится обычно в пределах 3,5...5,6 км/ч.

Выбор и подготовка МТА к работе. Для посадки картофеля используют четырехрядные, шестирядные и восьмирядные сажалки КСМ-4А; КСМ-6А; КСМ-8 (табл. 3.14) и др, которые комплектуются с тракто-

рами класса 1,4...3,0 т.

Таблица 3.14 Технические характеристики картофелесажалок

Показатели	КСМ-4А	КСМ-6А	КСМ-8
Тип сажалки	полунавесной	полунавесной	полунавесной
Класс трактора для агрегатирования	1,4	3	3
Ширина захвата, м	2,8	4,2	5,6
Рабочая скорость, км/ч	5...9	5...9	5...9
Вместимость бункера, кг	2300	3200	4500
Масса, кг	2350	2950	4500

Для гребневой посадки используются сажалки типа – КСМ-3А; КСМГ-4; КСМГ-6 и др.

Подготовка поля заключается в отбивке поворотных полос, линии первого прохода и определении мест заправки семенами.

Работа агрегата в загоне. Посадку картофеля выполняют по поточной технологии с загрузкой картофелесажалок непосредственно из транспортных средств. При посадке клубней в гребни на одном поле могут работать два-три МТА. В начале работы проверяют густоту и глубину посадки клубней. В начале второго и третьего проходов агрегата уточняют размеры стыковых междурядий и места загрузки картофеля и удобрений. Сажалки заправляют, как правило, на поворотных полосах.

Контроль качества посадки картофеля проверяют в начале работы и не менее двух-трех раз в течение смены. Глубину заделки проверяют на двух проходах агрегата, измеряя расстояние от поверхности почвы до клубня. Ширину стыковых междурядий проверяют, на концах и в середине загона, выполняя не менее десяти замеров.

Охрана труда обеспечивается методами, изложенными в соответствующем курсе БЖД для вышеперечисленных технологий посева и посадки сельскохозяйственных культур.

При выполнении посева и посадки культур машинно-тракторные агрегаты целесообразно оборудовать агронавигаторами (GPS, ГЛОНАСС), а тракторы подруливающими устройствами для обеспечения качественного вождения агрегатов и работы в любое время суток.

Глава 4 Технологии ухода за посевами сельскохозяйственных культур

4.1 Основные агротехнические приемы при уходе за посевами

В период вегетации растениям необходимо создавать активный питательный водный и воздушный режимы, защищать от болезней, вредителей и сорняков. К основным операциям по уходу за сельскохозяйственными культурами относятся: *боронование; мульчирование; подкормка; обработка междурядий; формирование посевов; опрыскивание; орошение и осу-*

шение.

Боронование – проводят с целью создания водно-воздушного режима и борьбы с сорняками до и после всходов культурных растений.

Мульчирование – предотвращает образование почвенной корки после посева.

Подкормка – проводится локально для создания питательного режима.

Обработка междурядий – уничтожение сорняков, создание воздушного режима.

Формирование посевов – прореживание.

Опрыскивание – уничтожение сорняков, болезней и вредителей гербицидами, фунгицидами и инсектицидами.

Орошение и осушение – регулирование водного режима почвы.

Большую роль играет борьба с сорняками, болезнями и вредителями. Способы борьбы подразделяются на механические, биологические и химические.

Механические способы борьбы с сорняками заключаются в бороновании посевов до и после всходов. Биологический является одним из перспективных и наиболее безопасных и основан на использовании полезных для человека организмов против объектов, причиняющих вред сельскохозяйственным культурам. Однако широкого использования данный способ борьбы с вредителями в настоящее время не находит.

Наиболее широкое использование для борьбы с сорняками, болезнями и вредителями получил химический способ с помощью пестицидов. Химический способ осуществляется путем протравливания семян, опрыскивания и опыливания растений.

Протравливание – обработка ядохимикатами посевного и посадочного материала. В свою очередь протравливание подразделяется на сухое, полусухое и мокрое.

Опрыскивание – нанесение химических препаратов в капельножидком состоянии в виде растворов на растения. Основные преимущества малый расход ядохимикатов, но значительный расход воды шелевыми опрыскивателями (75...300 л/га). При ультромалообъемном опрыскивании, когда расход воды составляет 10...15 л/га, это приводит к большой концентрации раствора, распыляемого на растения.

Опыливание – нанесение химических препаратов в порошкообразном состоянии на поверхность обрабатываемых растений. Преимущество данного способа нанесения заключается в простоте, недостаток в слабом прилипании препарата к поверхности растений, что увеличивает расход ядохимикатов. Ветра в данном случае играет отрицательную роль при обработке полей.

4.2 Технологии ухода за посевами зерновых культур

Выполняются механическим и химическим способом в виде рабочих жидкостей, распыляемых опрыскивателями.

Агротехнические требования. Сроки обработки посевов зависят от фаз развития культурных и сорных растений. Требования к боронованию следующие: рабочая скорость движения МТА 5...6 км/ч по диагонали к посеву, зубовые бороны должны работать пассивной заточкой зубьев на глубину 75...80 % от глубины заделки семян. Норма внесения раствора щелевыми опрыскивателями 75...300 л/га, для ультромалообъемных 10...15 л/га с отклонением не более $\pm 3\%$. Опрыскивание проводят при скорости ветра до 3...4 м/с, высоте культурных растений до 0,5 м, на равнинных участках и склонах до 7°. Истребительный эффект для сорняков не менее 95 %, для вредителей – 90 % при повреждении культурных растений не более 0,5 %.

Для сплошного внесения пестицидов и биопрепаратов применяют опрыскиватели, которые классифицируют: по технологическому способу опрыскивания – для сплошной и локальной обработки; по способу внесения раствора – штанговые и дистанционные; по расходу рабочей жидкости – щелевые и ультромалообъемные; по способу распыла жидкости – гидравлические и пневматические.

При опрыскивании штанговыми опрыскивателями раствор распыляется непосредственно на растения. При дистанционном опрыскивании жидкость диспергируется распылителями и в виде мелких капель переносится на объект, воздушной струей.

Подготовка агрегата к работе. Для опрыскивания посевов, используют самоходные, прицепные и навесные опрыскиватели (рис. 2.15). Прицепные опрыскиватели агрегируются с тракторами класса 1,4...2,0 т. Наиболее широко используются следующие опрыскиватели ОП-2000, ОП-3000-12, ОП2-24М, ОП-2500-24, Versatile PS 1200, RSM TS-3200 Satellite, самоходные Бар 3000 и др.



Рис. 3.12 МТА для опрыскивания зерновых культур

При подготовке агрегата к работе необходимо установить норму внесения раствора, рациональную скорость движения МТА. При опрыскивании посевов широко используются информационные технологии в виде агронавигаторов и подруливающих устройств к рулевому управлению тракторов.

Подготовка поля к работе заключается в выборе челночного спосо-

ба движения, разбивка поля в соответствии с выбранным способом движения осуществляется по агронавигатору.

Работа агрегата на поле – движение в соответствии с выбранным способом по агронавигатору. Организация подвозки воды имеет важное значение для работы МТА без простоев. На один опрыскиватель для подвозки воды необходимо иметь средства доставки суммарной емкостью 12...15 м³ и две мотопомпы производительностью 400...600 л/мин.

Контроль качества – в процессе работы осуществляет оператор, спустя 2...3 недели комиссия по результатам уничтоженных сорняков.

Охрана труда. Средства защиты операторов - респираторы, специальная одежда, перчатки. Строго соблюдать меры безопасного обращения с растворами пестицидов.

4.3 Технологии ухода за посевами пропашных культур

Основные агротехнические приемы: борьба с сорняками в междурядьях и защитных зонах; борьба с вредителями и болезнями; сохранение влаги; подкормка растений удобрениями, окучивание.

Агротехнические требования: расстановка рабочих органов, предотвращающих повреждение культурных растений; почва должна быть рыхлой и очищенной от сорняков; глубина борозд не более 3 см; после окучника в грядках должен быть ровный слой толщиной 5...8 см, а стебли растений присыпаны почвой; при подкормке удобрения вносят на глубину 15...17 см на расстоянии 15...20 см от растений; боронование до всходов при $V_p = 4...5$ и после всходов $V_p = 6...7$ км/ч, на глубину 3...4 см.

Подготовка агрегата к работе. Для ухода за пропашными культурами используют пропашные культиваторы, агрегируемые с тракторами класса 1,4 т. Необходимо учитывать, что колея пропашного трактора должна соответствовать ширине междурядья, а его клиренс должен давать возможность прохода без повреждения растений. Давление ходовой части трактора на почву не должно превышать 40 КПа, чтобы не повредить корневую систему культурных растений. Ширина захвата пропашного культиватора должна быть равной ширине захвата сеялки или сажалки.

Подготовка агрегата к работе предусматривает подготовку трактора и культиватора, проведение необходимых регулировок и настроек, а также выбору скоростного режима движения. Подбор и расстановка рабочих органов культиватора зависит от вида и числа обработок.

Подготовка поля к работе. При появлении на кукурузе 5...7 пар листьев проводят первую обработку междурядий и защитных зон на глубину 10...12 см, вторую на 8...10 см и третью на 6...8 см. Для уничтожения сорняков в защитных зонах используют проволочные боронки и ротационные игольчатые диски. При сильной засоренности используют гербициды. Междурядную обработку проводят пропашными культиваторами КОН-2,8ПМ, КРН-2,8, КРН-5,6 в агрегате с трактором класса 1,4 т при этом используют несколько комбинаций расстановки рабочих органов.

Схемы расстановки рабочих органов: стрельчатая лапа в центре и две бритвы по краям; две бритвы; две стрельчатые лапы, установленные с пе-

рекрытием; установка рыхлительных лап (рис. 3.13).

Работа агрегата в загоне. При выполнении первого прохода проверяют основные регулировки, ширину защитных зон. Культиваторный агрегат движется строго по проходам посевного МТА, поворотные полосы не обрабатываются.

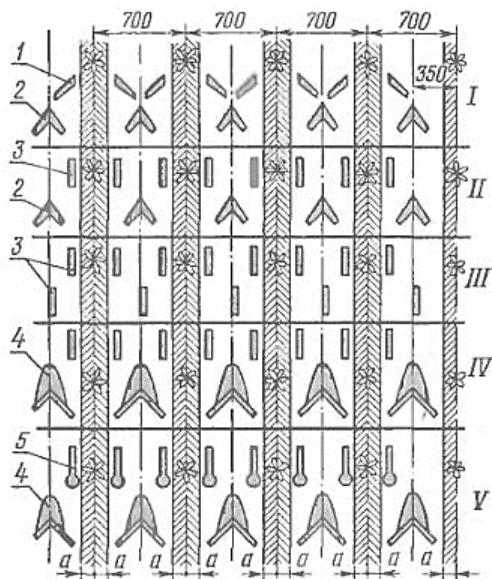


Рис.3.13 Схема расстановки рабочих органов на культиваторе:

I — для срезания сорняков; II — для рыхления и срезания сорняков;

III — для глубокого рыхления; IV — для окучивания растений; V — для подкормки и окучивания; 1 — односторонние полевые лапы; 2 — стрелчатые лапы; 3 — рыхлительные лапы; 4 — окучивающие корпуса; 5 — подкормочные ножи.

Контроль качества работы проверяют отклонение от заданной глубины обработки по диагонали поля в трех-пяти местах измерением; степень уничтожения сорняков путем накладывания рамки 0,5x0,5 м и подсчета количества не срезанных сорняков. Присыпание и повреждение культурных растений проверяю аналогично.

Охрана труда обеспечивается методами, изложенными в соответствующем курсе БЖД.

Глава 5 Технологии уборки сельскохозяйственных культур

5.1 Технологии уборки зерновых культур

Различают два основных способа уборки зерновых культур: прямое комбайнирование и раздельная уборка или двухфазная. Трехфазная уборка, заключающаяся в скашивании в валки, подборе валков с последующей

транспортировкой хлебной массы, обмолот на стационарных пунктах в настоящее время пока не нашла широкого распространения.

Уборка зерновых прямым комбайнированием в Западной Сибири составляет более 80% площадей. Начинают уборку, когда более 95% зерна находится в фазе полной спелости, а влажность не превышает 15...16%.

Раздельная уборка обеспечивает 15...20% площадей, скашивание растений в валок начинают в фазе восковой спелости, при влажности зерна 25...30%. Этот способ позволяет начать уборку на 5...7 дней раньше. В дальнейшем в валке происходит дозревание и подсушивание зерна через 4...6 дней, затем осуществляют подбор, и обмолот валков без разрыва во времени. Раздельная уборка используется в первую очередь на полеглых и сильно засорённых полях в конце фазы восковой спелости. Этот способ эффективен при уборке зернобобовых, гречихи и озимых культур.

Агротехнические требования заключаются в следующем: потери зерна при скашивании до 1%, для полеглых хлебов до 2,5%; при подборе валков до 0,5%, при обмолоте до 1,5%; дробление зерна не более 2% для продовольственного и 1% для семенного; чистота зерна в бункере не менее 95...96%; влажность зерна в бункере 14...16%; высота стерни не более 20...25 см.

Подготовка комбайнов к работе. Подготовка комбайнов к работе заключается в технологической настройке их рабочих органов в соответствии с условиями работы с целью исключения возможных потерь зерна. Комбайн должен быть обеспечен комплектом инструмента, огнетушителем, штыковой лопатой, метлой и медицинской аптечкой.

Регулировка жатвенной части заключается в установке высоты среза путем изменения положения копирующих башмаков по соответствующим отверстиям в косынках жатки. В режущем аппарате выполняют центровку ножа и устанавливают зазоры между сегментами и вкладышами пальцев. Зазор между днищем жатки и спиралью шнека регулируют в пределах 15...35 мм, регулировочным рычагом устанавливают оптимальное положение пальцев.



Рис. 3.14. Работа комбайна АКРОС на уборке зерновых

В дальнейшем регулируют молотильную часть: зазоры на входе и выходе между бичами барабана и декой; частоту вращения барабана. В

очистке регулируют степень открытия жалюзи решет, угол наклона решет и удлинитель; обороты вентилятора с целью изменения воздушного потока, поступающего на очистку. Регулировки необходимо контролировать два-три раза в сутки и при переездах на другое поле и другие культуры.

Подготовка поля к уборке заключается в разбивке поля на загоны (табл.3.15), выбор способа и направления движения, обкосах поворотных полос, прокосах транспортных магистралей.

Таблица 3.15 Рациональная ширина загона на уборке зерновых

Длина гона, м	500	700	1000	1200	1400	1500
Ширина загона, м	100	115	140	150	165	175

Транспортные магистрали прокашивают поперек загона, при длине гона до 1000 м одну-две, при 1000...1500 две-три. Основные способы движения комбайнов на уборке зерновых – с расширением прокоса, вкруговую (рис. 3.15).

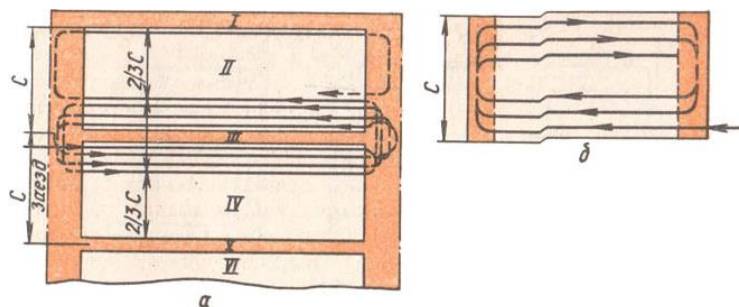


Рис. 3.15 Способы движения зерноуборочных комбайнов
а - гоноый с расширением прокосов; *б* - гоноый по ходу часовой стрелки;
 I – обкос боковой; II, IV и VI – первый, второй и третий загоны;
 III и V – прокосы; C – ширина загона.

Работа комбайнов в загоне. Режимы работы комбайнов определяются с учетом их конструктивных особенностей и условий работы на конкретном поле (рис. 2.11).

Производительность комбайна за час сменного времени равна:

$$W_{\text{ч}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/ч} \quad (2.10)$$

где B_p – рабочая ширина захвата жатки комбайна, м;

V_p – рабочая скорость движения комбайна, км/ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

Для качественного обмолота хлебной массы необходимо определить рациональную скорость движения комбайна по максимальной его пропускной способности:

$$V_p = \frac{36q}{BU(1+\delta_c)}, \quad (2.11)$$

где q_m – максимальная подача хлебной массы в молотилку комбайна, кг/с;
 U – урожайность культуры, т/га;
 δ_c – коэффициент соломиности.

Контроль качества уборки

При уборке текущий контроль осуществляет комбайнер, а приемочный – агроном. Качество работы определяют с помощью проверочной чаши (250x1800) следующим образом: необходимо бросить чашу под падающий валок соломы за зерноуборочным комбайном, затем вытряхнуть солому над чашей и сосчитать количество зёрен. Для пшеницы 40...80 зёрен – средние потери, 80...110 – высокие.

Уборка незерновой части урожая. Солома во время уборки измельчается комбайном и равномерно разбрасывается по полю, это необходимый продукт для использования в животноводстве в качестве подстилки животным. Для этих целей измельчитель соломы в комбайне переключают на формирование валка и в дальнейшем пресс-подборщиком прессуют в рулоны или тюки, которые специализированными транспортными средствами перевозят на склад предприятия. Такая технологическая схема уборки соломы для нужд животноводства наиболее распространенная в настоящее время.

Охрана труда обеспечивается методами, изложенными в соответствующем курсе БЖД.

5.2 Техническое обеспечение уборки зерновых

На уборке зерновых культур широкое применение нашли отечественные зерноуборочные комбайны компании «Ростсельмаш»: ДОН-1500Б; ВЕКТОР- 410, 425; АКРОС-530,550,580,595; TORUM-750,780; которые оснащаются двигателями ЯМЗ или компании Cummins мощностью 180...372 кВт. Емкость бункера у моделей АКРОС и TORUM составляет 9...12 метров кубических, что в переводе на тонны достигает 6,5...9 т, а скорость разгрузки бункера 3...5 минут (табл. 3.16).

Таблица 3.16 Краткая техническая характеристика отечественных зерноуборочных комбайнов

Марка комбайна	Марка двигателя	Мощность двигателя, кВт/лс	Емкость бункера, л	Скорость разгрузки бункера, л/с	Емкость топливного бака, л
1	2	3	4	5	6
АКРОС-530	ЯМЗ-236БК	184/250	9000	90	540
АКРОС-550	ЯМЗ-236БЕ-2	206/280	9000	90	540
АКРОС-	Cummins	221/300	9000	90	540

585	6LTAA				
АКРОС-595	Cummins 6LTAA	221/300	9000	90	540
1	2	3	4	5	6
TORUM-750	OM460LAMTU (Mercedes)	312/425	10500	105	850
TORUM-780	OM460LAMTU (Mercedes)	372/506	12000	105	850

В таблице 3.17 приведена краткая техническая характеристика зарубежных зерноуборочных комбайнов, широко используемых на полях в Западной Сибири.

Таблица 3.17 Техническая характеристика зарубежных зерноуборочных комбайнов

Марка комбайна	Марка двигателя	Мощность двигателя, кВт/лс	Емкость бункера, л	Скорость разгрузки бункера, л/с	Емкость топливного бака, л
КЗС 1218 «Палесье»	ЯМЗ-238ДЕ-22	242/330	8000	70	600
КЗС-10 «Палесье»	ЯМЗ-236БК	183/250	7000	70	500
КЗС-812 «Палесье»	Д-260.4	154/210	5500	43	300
John Deere W650	John Deere Power TECH PW	238/324	8000	88	800
John Deere 9600	JD6076T	/240	8000	105	800
John Deere 9660 STS	John Deere	/305	8800	77,5	960
CASE IH-8010	Case IH	/400	12300	110	1000
CASE 8230(rotor)	Cursor 13	/510	12300	110	1000
New Holland CR 9.80	Cursor 13 Tier III	/530	12500	126	1160
Claas Tucano 450	OM460LAMTU (Mercedes)	225/306	8000	75	650

Необходимо отметить, что мощность двигателя зарубежных комбайнов превышает 450...500 лс, емкость бункера возросла до 12,5 метров кубических, скорость выгрузки бункера превышает 110 литров в секунду. Таким образом, простои комбайнов при выгрузке зерна из бункера с учетом остановок, сведены к минимуму менее 5 минут за цикл.

5.3 Технологии уборки картофеля

Картофель убирают тремя способами: прямое комбайнирование, раздельно и комбинированным способом.

При прямом комбайнировании комбайн выкапывает клубни, очищает их от примесей и собирает в бункер. Из бункера комбайна клубни перегружаются в автомобиль и доставляются к картофелесортировальному пункту. Отсортированные клубни затаривают в сетки или контейнеры и укладывают на хранение в картофелехранилище. Часть урожая может отправляться в торговую сеть. Необходимо учитывать, что уборка комбайнами, целесообразна для средних почв нормальной влажности.

Раздельный способ уборки применяется на тяжелых почвах. Этот способ расчленяет уборку на две операции: подкопка и укладка клубней на поверхности поля картофелекопателями, а затем подбор и отделение примесей, комбайнами. Этот способ рекомендуется для тяжелых влажных почв.

Комбинированный способ уборки выполняют следующим образом, подкопанные клубни с двух или четырех рядков укладываются в междурядья двух соседних необрунных рядков, а затем комбайном за один проход клубни подкапываются и подбираются, рекомендуется для легких почв.

Агротехнические требования: потери за комбайном не более 4%; наличие примесей в массе клубней не более 5%; клубней с царапинами допускаются в количестве до 12%; поврежденных клубней не более 1,5%; ботву необходимо скашивать за 3...6 дней до начала уборки клубней; высота среза ботвы перед прямым комбайнированием 18...22 см.; при раздельном высота среза ботвы 8...10 см.

Комплектование и подготовка агрегатов к работе. Картофелеуборочные комбайны ПКК-2-02, КПК-2-01, ККУ-2А, КПК-3 (таблица 3.18) комплектуют с тракторами класса 1,4...2,0 т типа Беларусь.

Таблица 3.18 Технические характеристики картофелеуборочных комбайнов

Показатели технической характеристики	Марка комбайна			
	ПКК-2-02	КПК-2-01	ККУ-2А	КПК-3
Производительность за один час, га/ч	0,28...0,84	0,3...0,8	0,32...0,43	0,3...0,8
Ширина захвата, м	1,4	1,4	1,4	2,1
Вместимость бункера, кг	2500	1500	700	1500
Рабочая скорость, км/ч	2...6	2...4	1,8...4	2...6
Количество рядков за один проход комбайна	2	2	2	3
Количество обслуживающего персонала	1+2...4	1+4	1+4	1+?
Масса комбайна, кг	6800	5600	4442	6000

Подготовка поля включает скашивание ботвы, уборку картофеля с поворотных полос, разбивку поля на загоны. Скашивание ботвы проводят за 5...7 дней до уборки. При этом применяют следующие ботвоуборочные машины МБУ-3, МБУ-3,6, косилки-измельчители КИР-1,5Б, КИР-1,5БМ и др. Способ движения картофелеуборочного агрегата перекрытием, ширина загона при движении перекрытием должна быть равна 20 рядкам при ширине междурядий 70 см.



Рис. 3.16 Работа картофелеуборочного агрегата на поле

Работа агрегатов в загоне проектируется совместно с технологическими транспортными средствами (рис. 2.20).

Контроль качества уборки картофеля осуществляется по основным показателям: количеству оставшихся клубней, засоренности клубней, количеству поврежденных и резаных клубней.



Рис. 3.17 Взаимодействие картофелеуборочного агрегата с транспортным средством

Охрана труда обеспечивается методами, изложенными в соответ-

ствующем курсе БЖД.

Глава 6 Технологии заготовки кормов

Процесс заготовки кормов должен быть направлен на максимальное использование потенциала технических и трудовых ресурсов в условиях Сибири с учетом минимизации потерь. При этом главной задачей является обеспечение их высокого качества, что решается технической оснащенностью сельскохозяйственного предприятия, обеспеченностью механизаторами и их квалификацией.

В условиях Западной Сибири в качестве кормов заготавливают сено, сенаж и силос. Сено - вид грубого корма, заготовленного из трав путем высушивания до влажности не выше 17%. Заготовка высококачественного сена методом естественной полевой сушки во многом зависит от погодных условий.

Сенаж получают из бобовых трав или однолетних злаковых, провяливанием трав до влажности 45...55%, злаковых до 40...55%, при этом содержание сухого вещества должно быть выше 40%.

Силос из кукурузы заготавливается при влажности 80...85% из провяленных трав при влажности 70% и содержании сухого вещества – 30%, допускается до 35%.

6.1 Агротехнические требования

Уборка силосных культур: высота среза стеблей не более 10...15 см; средняя длина резки стеблей в пределах 20...30 мм; расщепленных стеблей должно быть не менее 65%; загрязнение измельченной массы землей не допускается.

Уборка зернобобовых культур на сенаж: скашивание в фазе колошения или бутонизации; высота среза на сеяных однолетних культурах – 6...8 см; провяливание травы доводят до влажности 55...60%; потери подбираемой массы не более 1%; длина резки не более 3...5 см; продолжительность закладки 4...5 дней.

Заготовка сена: скашивание в сжатые агротехнические сроки в фазе колошения или бутонизации; высота среза на естественных сенокосах 5...6 см, на сеяных 8...9 см; влажность травы должна быть доведена до 15...17%; сено своевременно укладывают в стога, прессуют в рулоны или призматические тюки с последующим формированием скирд; минимальные потери урожая 3...5%; отсутствие загрязнения сена землей.

6.2 Технологии заготовки сочных кормов

Прежде чем начать уборку сочных кормов, необходимо запланировать весь процесс, связанный с кошением полевыми измельчителями, транспортную логистику, технологию закладки материала в силосные

ямы или бурты и скорость протекания процесса.

Технологическая схема заготовки сенажа выглядит следующим образом (рис. 3.18). Бобовые или однолетние злаковые культуры скашивают комбайном с травяной жаткой, затем провяливают в валках до влажности 55...60%, далее подбирают валки комбайном с подборщиком и измельчают массу при длине резки 5...7 см и загружают в кузов рядом идущего транспортного средства. Загруженные транспортные средства доставляют сенажную массу к месту закладки сенажа. Необходимо учитывать, что объемная масса сенажа при влажности 55...60% составляет не более 0,45 тонны в одном метре кубическом, из этого следует, что кузова транспортных средств должны иметь надставные борта, чтобы обеспечить коэффициент использования грузоподъемности в пределах 0,8...9. После разгрузки сенажная масса трамбуется тяжелыми тракторами класса 5 т, как правило, колесными до плотности 0,50...0,55 т/м³.

Технологическая схема заготовки силоса из кукурузы включает следующие последовательно выполняемые операции (Рис. 3.18). Кормоуборочный комбайн скашивает и измельчает стебли кукурузы при длине резки 20...30 мм, влажности 80...85% и загружает массу в кузов рядом идущего транспортного средства. Транспортные средства должны быть оборудованы надставными бортами для обеспечения коэффициента использования грузоподъемности в пределах 0,8...0,9. Самосвальные транспортные средства доставляют зеленую массу к месту силосования и разгружают ее на площадке перед траншеей, тяжелые тракторы с бульдозерной навеской равномерно распределяют массу в траншее, уплотняют ее до плотности 0,65...0,80 т/м³. Необходимо учитывать, что срок закладки траншеи не более 3...5 дней.

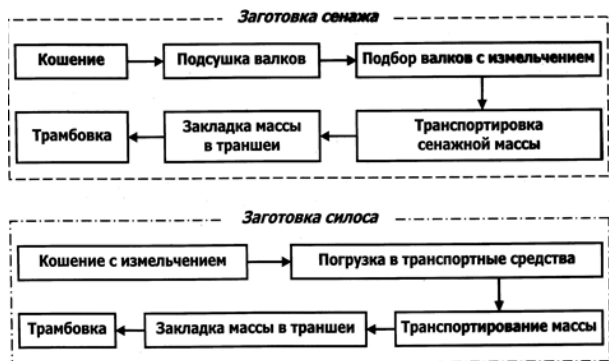


Рис. 3.18. Технологические схемы заготовки сочных кормов

Комплектование и подготовка агрегатов к работе. Для заготовки сенажа и силоса широко используются отечественные кормоуборочные комбайны ДОН-680М, РСМ-1401 (рис. 3.19, 3.20), белорусские КСК-600 (Палесье), немецкие JGUAR-850, американские New Holland и другие

(таблицы 3.19...3.20).



Рис. 3.19 Кормоуборочный комбайн РСМ-1401 на подборе валков

Таблица 3.19 Технические характеристики кормоуборочных комбайнов

Показатели технической характеристики	Марка кормоуборочного комбайна			
	ДОН-680М	PCM-1401	КСК-600 (Палесье)	JGUAR 850
Двигатель	ЯМЗ-236ДК	ЯМЗ-7511.10	ЯМЗ-238АК	OM460LA
Мощность, кВт/лс	213/290	294/400	172/235	303/412
Часовая производительность на кукурузе, т/ч	108	150...170	108	-
Часовая производительность на траве, т/ч	54	-	39	-
Ширина травяной жатки, м	5	5	5	5
Ширина кукурузной жатки, м	3	4,5...6	3	4,5
Высота выгрузки массы, м	5,3	6,3	3,5	-
Рабочая скорость, км/ч	до 9	до 15	до 12	до 16
Масса, кг	9400	9900	7800	-

Подготовка поля, способ движения агрегата с расширением прокоса, на полях с длиной гона до 500 м круговой. Поля разбивают на загоны с соотношением длины к ширине $L:C = 5 \dots 8$. За один, два дня до начала уборки раскашивают загоны и обкашивают поворотные полосы.

Работа агрегатов в загоне заключается в соответствии с выбранным способом движения.

Контроль качества. Проверяют степень измельчения и потери зеленой массы, а также высоту среза стеблей и полученные сведения срав-

нивают с агротехническими требованиями.

Таблица 3.20 Технические характеристики кормоуборочных комбайнов New Holland RF 9000

Показатели тех. характеристики	Кормоуборочные комбайны New Holland RF 9000				
	9040	9050	9060	9080	9090
Двигатель	IVECO Cursor 10	IVECO Cursor 13	IVECO Cursor 13T	Caterpillar C 18	IVECO Vector 8
Мощность, кВт/лс	311/424	367/500	425/578	503/685	605/824
Ширина жатки кукурузной, м	4,5...6,0	4,5...6,0	4,5...6,0	4,5...6,0	4,5...6,0
Ширина подборщика, м	3/3,8/5,2	3/3,8/5,2	3/3,8/5,2	3/3,8/5,2	3/3,8/5,2

6.3 Технологии заготовки сена

Технологические схемы уборки трав на сено в зависимости от зональных условий могут применяться следующие: заготовка рассыпного сена, заготовка прессованного сена в рулоны или в призматические тюки высокой плотности прессования.



Рис. 3.20 Работа агрегата на скашивании сена

Технологическая схема заготовки рассыпного сена заключается в выполнении следующих операций: кошение, подсушивание на поле до влажности 16...17%, при необходимости ворошение, сгребание, формирование копен, формирование стогов, транспортирование стогов на склад и формирование скирды. Для ускорения сушки и лучшего сохранения листьев одновременно с кошением применяют плющение.

Технологическая схема заготовки прессованного сена заключается в выполнении следующих операций (рис. 3.21): скашивание с образованием валков, сушка валков, ворошение, подбор валков и прессование, досушка рулонов на поле, сбор рулонов в пакеты, транспортировка рулонов

и формирование скирды. Ограниченное применение в настоящее время находит технология, упаковки рулонов в пленку. При этом все операции аналогичны выше перечисленным и добавляется операция обмотки рулона пленкой специальным обмотчиком или пресс-подборщиком-обмотчиком. Необходимо учитывать, что влажность травы при такой технологии должна быть в пределах 30...35%, упакованный в пленку рулон требует бережного и аккуратного отношения при погрузке, транспортировании и укладке на хранение.

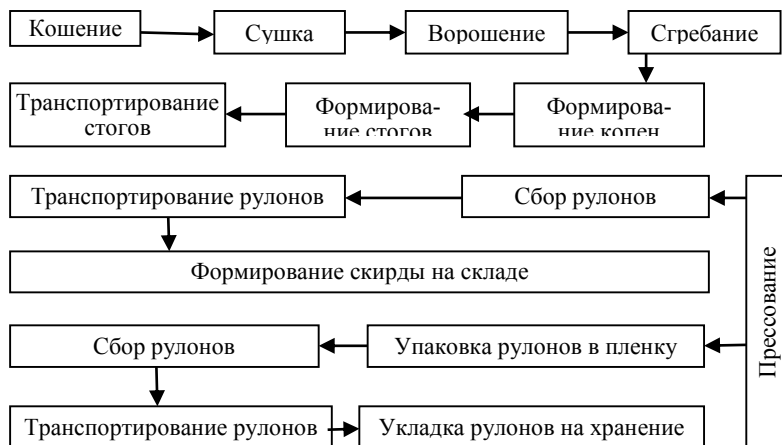


Рис.3.21 Технологические схемы заготовки сена

Комплектование и подготовка агрегатов к работе. Для уборки трав на сено используют косилки КСФ-2,1Б-4М, КРН-2,1Б, КПФ-4, КДП-4М, STRIGE 2100, STRIGE 2400, STRIGE 2800, STRIGE 3200, BERKUT 3200 и др.; грабли ГПГ-6, ГПГ-14, ГВВ-6; грабли-ворошилки колесно-пальцевые ГКП-7,3, ГКП-6,3, ГКП-5,3; пресс-подборщики рулонные ПР-200, ПРФ-750, ПР-150М, ПР-180М, PELIKAN 1200, PELIKAN MAX 1500, компании KUHN FB 2130, FB 3130, VB 2260/2265, VB 2290/2295 и др.; пресс-подборщики-обмотчики компании KUHN FBP 3135, VBP 2265.

Подготовка поля к работе выполняется в соответствии с общими положениями операционной технологии. Способы движения агрегатов при кошении трав выбирают вдоль длинной стороны поля.

Работа агрегатов на поле. Движение косилочных агрегатов – челночным способом или вкруговую. Подсушенную траву сгребают поперечными граблями при движении их челночным способом перпендикулярно направлению движения косилок, а колесно-пальцевыми по направлению движения косилок. При прессовании сена пресс-подборщиком агрегат движется челночным способом вдоль валков.

Контроль качества. Проверяют потери сена, а также высоту среза травы и полученные сведения сравнивают с агротехническими требованиями.

Охрана труда обеспечивается методами, изложенными в соответствующем курсе БЖД.

Глава 7 Проектирование состава и планирование работы МТП

7.1 Факторы, определяющие выбор видов машин

Машинно-тракторный парк сельскохозяйственных предприятий представляет собой совокупность мобильных энергетических средств и агрегируемых с ними рабочих машин. Автомобильный парк входит в состав МТП. Под структурой МТП рассматривается его качественный состав с учетом конкретных марок мобильных энергетических средств и рабочих машин.

При этом необходимо учитывать, чтобы конкретные марки машин соответствовали условиям работы, включая размеры полей, длину гона, урожайность, удельное сопротивление почвы и т.д. Однако большое количество марок машин увеличивает стоимость работ, связанных с их техническим обслуживанием, снабжением запасными частями и другими эксплуатационными материалами.

При выборе видов машин необходимо учитывать следующие факторы: структуру земельных угодий и посевных площадей; технологии возделывания сельскохозяйственных культур, общехозяйственные работы; сведения о составе МТП предприятия; урожайность основных видов культур, расстояния и объемы перевозок грузов, состояние дорог и др.; природно-производственные условия сельскохозяйственного предприятия; нормы по проектированию и организации производства сельскохозяйственной продукции.

Необходимо учитывать, что все выше перечисленные факторы непрерывно изменяются, поэтому они требуют соответствующей корректировки. Обоснование рационального состава МТП предприятия с учетом множества факторов возможно только с применением необходимых информационных технологий и вычислительной техники.

7.2 Методы определения рационального состава МТП

Проектирование работы МТП включает определение объемов и сроков механизированных работ; обоснование марочного состава МТП; расчет потребности в механизаторах, вспомогательных рабочих, автотранспорте, погрузочных средствах и сельскохозяйственных машинах; определение технологических и технико-экономических показателей использования техники.

Работу МТП планируют на основе разработанных в предприятии технологических карт и системы машин, рекомендованной для данной природно-климатической зоны.

Исходная информация, используемая при обосновании состава МТП: природно-производственные условия хозяйства (средняя площадь полей, длины гонов, среднее удельное сопротивление почв, нормы выработки);

посевные площади и урожайность сельскохозяйственных культур; технологии возделывания, их размещение в севооборотах, агротехнические сроки проведения полевых работ; наличие и основные эксплуатационные показатели технических средств; наличие и характеристика механизаторских кадров; балансовые стоимости машин и другие показатели.

При решении таких задач в качестве критерия оптимальности принимают, как правило, минимум приведенных затрат.

Экономико-математическая модель задачи обоснования оптимального состава МТП включает в себя функцию цели и ограничения, обусловленные условиями задачи. Решение любого из вариантов задачи по оптимизации состава МТП хозяйства при плановых расчетах невозможно без применения современных вычислительных средств из-за большого количества неизвестных и ограничений. Результаты решения задачи на ЭВМ выдаются в виде таблиц.

Критериями оценки кроме приведенных затрат могут быть - прямые эксплуатационные затраты, минимум трудовых ресурсов, минимум энергомашин, минимум затрат энергии и др. При этом минимизируют целевую функцию:

$$P_3 = \sum t_k \rightarrow \cdot C_{ijk} x_{ijk} + \sum O_j x_j + E_H K_e \quad (3.12)$$

ограничения:

$$\sum t \cdot x_{ijk} W_{ijk} = b_{ik}; \sum x_{ijk} \triangleleft x_j; x_{ijk} \triangleright 0 \quad (3.13)$$

где P_3 – приведенные затраты, руб/га;

t_k – продолжительность k -го периода, дней;

C_{ijk} – эксплуатационные затраты, пропорциональные времени работы агрегатов на i -й операции j -й энергомашиной на протяжении k -го периода;

x_{ijk} – число агрегатов, используемых на отдельных видах работ;

O_j – годовые отчисления на реновацию, хранение не зависящие от времени работы энергомашин;

x_j – необходимое количество энергомашин j -го типа для выполнения всех технологических операций.

Основные особенности: включают в расчет все возможные агрегаты; вводят стоимостные характеристики машин; учитывают списание техники.

На основании полученных расчетов строят графики машиноиспользования, по напряженным периодам, определяют рациональный состав МТП для предприятия.

Для обоснования состава МТП можно использовать упрощенные инженерные методы оптимизации, такие как метод построения графиков машиноиспользования. При этом задачу решают в два этапа. Сначала обосновывают рациональный марочный состав тракторов, затем строят графики машиноиспользования для тракторов каждой марки и определяют потребное число тракторов. В качестве критерия используют минимум числа тракторов каждой марки при условии своевременного и качественного выполнения всех работ.

7.3 Определение потребности в тракторах, сельхозмашинах, автомобилях и трудовых ресурсах

В ряде случаев применяют нормативный метод проектирования потребности парка машин, основанный на зональных нормативах энергозатрат на возделывание 1000 га пашни. Для этой цели необходимо иметь нормативы потребности хозяйств в технике, т.е. число физических машин на 1000 га пашни, которые разрабатываются для каждой природно-климатической зоны. Нормативы потребности разрабатывают НИИ.

При определении потребности хозяйств в технике по нормативам, необходимо учитывать природно-экономические и производственные условия при помощи поправочных коэффициентов, отражающих отличие природных условий от принятых при установлении нормативов.

Для конкретного хозяйства число тракторов N_x определяют с учетом поправочных коэффициентов:

$$N_x = N_H K_n, \quad (3.14)$$

$$K_n = W_H T_H / W_\phi T_\phi, \quad (3.15)$$

где N_H – нормативная потребность модельного предприятия в тракторах;

K_n – поправочный коэффициент;

W_H , W_ϕ – часовая производительность агрегатов при определении нормативов и фактическая в предприятии;

T_H , T_ϕ – продолжительность работы агрегатов при определении нормативов и фактическая в сельскохозяйственном предприятии.

Следует отметить, что данный метод уточнения нормативов потребности в технике будет справедлив при условии использования технических обоснованных норм выработки. Тракторный парк хозяйства будет рациональным в том случае, если обеспечит своевременное выполнение всех работ минимальным количеством машин в установленные агротехнические сроки.

Определение рационального состава МТП методом построения графиков машиноиспользования

Для определения рационального состава МТП необходимо знать общую производственную характеристику хозяйства, особенности природно-производственных условий, наличие техники в хозяйстве и базы технического обслуживания, посевные площади и урожайность сельскохозяйственных культур, характеристику инженерно-технических и механизаторских кадров, перспективы развития хозяйства. Технологические карты должны включать все операции, основные агротехнические требования на выполнение технологических операций, объемы работ и календарные сроки их выполнения. На основании технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур разрабатывается сводный план механизированных работ.

Состав МТП рассчитывают по методу машиноиспользования в два этапа. Сначала обосновывают рациональный марочный состав тракторов, затем строят графики потребности для тракторов каждой марки в прямо-

угольных осях координат и определяют необходимое число тракторов.

По оси абсцисс откладывают время в днях календарного года, по оси ординат – количество тракторов. Отрезок оси ординат, соответствующий одному трактору, является шкалой продолжительности его работы в течение суток.

Для каждой технологической операции и соответствующего агрегата в осях координат строят прямоугольник, одна сторона которого – календарный срок проведения работы, а другая – продолжительность рабочего дня в часах. Количество таких прямоугольников на графике равно необходимому количеству тракторов для выполнения заданной технологической операции. Для удобства пользования графиками операции на них рекомендуется зашифровать, например, по первым буквам возделываемой культуры и номеру соответствующей операции в технологической карте (П₁ – пшеница, операция 1). На рис. 3.22 приведен пример построения графика потребности в тракторах К-744Р1.

Пики и провалы на графике свидетельствуют о неравномерности загрузки тракторов в течение года. При планировании использования МТП необходимо стремиться к более полной загрузке всех тракторов в течение года. Это достигается корректировкой графиков загрузки тракторов и технологических карт.

Корректировку проводят одним из следующих способов или одновременно несколькими:

- изменением времени выполнения рассматриваемой сельскохозяйственной работы в пределах агротехнического срока;
- уменьшением количества дней занятости агрегата на рассматриваемой сельскохозяйственной операции за счет увеличения продолжительности рабочего дня;
- перераспределением объема работ между тракторами других марок.

Решения об изменении продолжительности смены, марки трактора, количества агрегатов в различные периоды срока должны быть внесены в технологические карты.

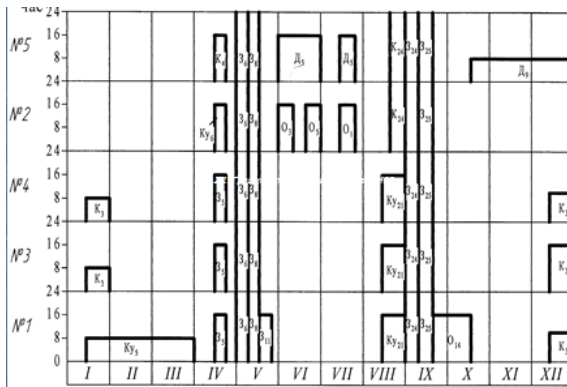


Рис. 3. 22 График потребности в тракторах К-744Р1

Количество тракторов каждой марки, необходимое для выполнения всего объема работ в установленные сроки, определяют по графику потребности в наиболее напряженный период с учетом коэффициента технической готовности по МТП.

Потребное количество сельскохозяйственных машин для обеспечения заданного цикла работ определяется в соответствии с составом агрегатов и максимально необходимым их количеством.

Потребность в трудовых ресурсах определяют по соответствующим календарным графикам.

Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства рассчитывают на основании плана перевозок. Характер грузов определяет тип транспортных средств, а график, построенный аналогично тракторному, в зависимости от календарных сроков выполнения работ, позволяет определить количественный состав парка машин.

Сводный план механизированных работ разрабатывается на основе технологических карт возделывания и уборки сельскохозяйственных культур и строится в соответствии с календарными сроками выполнения операций. В плане технологические операции выполняются последовательно по установленным календарным срокам. Форма плана, форма технологической карты только несколько сокращенная и включает графы: наименование операции с краткими агротребованиями и единицами измерения; объем работ; календарные сроки выполнения работ; коэффициент надежности технологического процесса; число рабочих дней, продолжительность работы в течение дня. Блок колонок «состава машинно-тракторного агрегата» включают марку трактора, рабочей машины и для многомашинных МТА марку сцепки. Колонки выработки потребности в МТА, механизаторах и вспомогательных рабочих.

7.4 Пути улучшения эксплуатации МТП

Пути улучшения использования МТП включают следующие мероприятия: технические, организационные, агротехнологические, экономические.

Технические мероприятия: подбор машин, соответствующих данным условиям работы; поддержание машин в работоспособном состоянии; правильное комплектование МТА и выбор рациональных скоростных режимов работы; механизация и автоматизация вспомогательных процессов.

Организационные мероприятия: выбор наиболее рациональной формы использования техники; рациональная организация рабочего места; обеспечение квалифицированными кадрами; организация ритмичности и поточности процессов; организация инженерно-технической службы.

Агротехнологические мероприятия: выбор прогрессивных технологий работ; применение технологий, позволяющих совмещение нескольких операций за один проход агрегата.

Экономические мероприятия: прогрессивные условия оплаты труда механизаторов; материальное и моральное стимулирование труда механи-

заторов.

7.5 Анализ использования МТП по основным показателям эффективности

При анализе использования МТП наиболее широко применяют следующие основные показатели эффективности.

Показатели оснащенности и уровня механизации сельскохозяйственного производства:

- энергонасыщенность земледелия:

$$N_{\text{за}} = \sum Ne/F, \text{ кВт/га} \quad (3.16)$$

где N_e – суммарная мощность всех источников энергии в предприятии, кВт;

F – общая площадь пашни, га;

- энерговооруженность труда:

$$N_{\text{чел}} = \sum Ne/N_x, \text{ кВт/чел} \quad (3.17)$$

где N_x – общая численность работников в предприятии;

- машинообеспеченность, количество машин определенного типа, приходящихся на 100 га пашни:

$$M_F = \sum N_m/F; \quad (3.18)$$

- плотность механизированных работ:

$$П = \sum Q_o/F_k, \text{ у.э.га/га}, \quad (3.19)$$

где Q_o – суммарный объем работ в условных эталонных гектарах по каждой сельскохозяйственной культуре, возделываемой в предприятии, у.э.га;

F_k – площадь под соответствующей культурой, га.

Показатели использования и эффективности МТП:

- металлоемкость машин:

$$M_m = \sum m / \sum Ne, \quad (3.20)$$

где $\sum m$ – суммарная масса машин предприятия;

- коэффициент использования МТП:

$$k_u = \sum n_p D_p / \sum n_{\text{ин}} D_{\text{ин}}, \quad (3.21)$$

где $\sum n_p D_p$ – общее число отработанных машино-дней за рассматриваемый период;

$\sum n_{\text{ин}} D_{\text{ин}}$ – число календарных машино-дней;

- коэффициент технической готовности МТП:

$$k_{\text{мг}} = \sum n_p D_p / (\sum n_p D_p + \sum n_{\text{нр}} D_{\text{нр}}), \quad (2.22)$$

где $\sum n_p D_p$ – число машино-дней пребывания в исправном состоянии;

$\sum n_{\text{ин}} D_{\text{ин}}$ – число календарных машино-дней пребывания в предприятии.

При необходимости число показателей можно расширить за счет оценки расхода топлива, наработки, эксплуатационных затрат денежных средств и др.

РАЗДЕЛ 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАШИН

Глава 1 Основы технической эксплуатации машин

1.1 Структура технической эксплуатации машин

Техническая эксплуатация машин как наука определяет пути и методы наиболее эффективного управления техническим состоянием машин в целях их высокопроизводительной и надежной работы при оптимальных затратах ресурсов.

Техническая эксплуатация машин как область практической деятельности представляет комплекс технических, экономических, организационных и других мероприятий, обеспечивающих поддержание машин в работоспособном, исправном состоянии, предупреждение их простоев из-за технических неисправностей.

Техническая эксплуатация включает: обкатку, техническое обслуживание, заправку, хранение, технические осмотры, диагностирование машин и предупреждение или устранение неисправностей.

Обкатка – период работы машины после ее изготовления или ремонта при определенной нагрузке.

Техническое обслуживание – комплекс операций по поддержанию работоспособности машины при использовании и хранении.

Заправка - комплекс операций по заполнению её баков и картеров топливом, маслами и рабочими жидкостями.

Хранение - комплекс операций по обеспечению сохранности машины до её использования.

Технический осмотр – комплекс контрольных операций, проводимых перед началом напряженных полевых работ в целях проверки готовности машин к их использованию.

Диагностирование машин – процесс определения их технического состояния с определенной точностью без разборки.

Ремонт машин – комплекс операций по восстановлению их исправности и работоспособности.

Модернизация машины – комплекс работ по улучшению показателей качества машины заменой ее составных частей таковыми лучшего качества или изменением конструкции сборочных единиц.

Таким образом, цель технической эксплуатации заключается в обеспечении машин работоспособным или исправным техническим состоянием.

Обычно под техническим состоянием подразумевают совокупность изменяющихся в процессе использования свойств машины. Эти свойства характеризуют пригодность машины к использованию по назначению и определяются значениями параметров и качественными признаками, состав которых установлен технической документацией.

1.2 Техническое состояние машин

Работоспособность машин в первую очередь зависит от скорости изменения параметров их технического состояния, стабильности и продолжительности сохранения значений этих параметров в заданных допустимых пределах. Превышение хотя бы одним параметром предельного значения означает нарушение исправности или работоспособности машины.

С учетом вышеизложенного целесообразно рассмотреть состояния и свойства машины. Техническое состояние – это совокупность изменяющихся в процессе эксплуатации свойств машины. Эти свойства характеризуют пригодность машины к использованию по назначению и определяются значениями параметров и качественными признаками, состав которых установлен технической документацией. Различают следующие виды технического состояния: исправное и неисправное, работоспособное и неработоспособное.

Состояние машины: исправное – если машина удовлетворяет всем требованиям технических условий; неисправное в противном случае.

Работоспособным называют состояние, когда машина может выполнять заданные функции с установленными параметрами, установленными нормативно-технической и конструкторской документацией. Машина может быть работоспособной, но не исправной.

Отказы – это события, приводящие к полной или частичной утрате работоспособности машины. Отказы бывают частичные и полные. При частичном отказе машина перестает выполнять одну или несколько функций, продолжая в тоже время выполнять все остальные. При полном отказе машина перестает выполнять все свои основные функции.

По своей физической сущности отказы подразделяются на: приработочные, внезапные и износные (рис. 4.1).

Свойства машины: надежность – это свойство машины выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в установленных пределах в течение определенного периода времени.



Рис. 4.1 Виды отказов и свойств машины

Надежность машины определяется – безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью и долговечностью (рис. 4.1).

Безотказность – свойство машины сохранять работоспособность в течение заданного промежутка времени без вынужденных перерывов на устранение отказов.

Ремонтопригодность – свойство машины, заключающееся в её приспособленности к предупреждению, обнаружению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонта.

Сохраняемость – свойство машины сохранять эксплуатационные показатели во время хранения и транспортирования.

Долговечность – свойство машины сохранять работоспособность до предельного состояния с перерывами на техническое обслуживание и ремонт.

К техническим характеристикам использования машины относятся следующие: наработка, срок службы.

Наработка – это продолжительность или объем работы машины, измеряемой в часах, гектарах или других условных единицах.

Срок службы – календарная продолжительность использования машины до предельного состояния.

Документы, регламентирующие техническую эксплуатацию машины. Техническая эксплуатация машин организуется и регламентируется государственными стандартами (ГОСТ) и отраслевыми нормативными документами.

Руководящим техническим материалом РТМ 10.16.0001.018-95 «Нормативно-техническая документация на техническое обслуживание и ремонт техники. Номенклатура, общие требования к построению и оформлению» определяется перечень документов по технической эксплуатации и ремонту.

В РТМ указана инструкция по досборке, регулированию и обкатке, руководство по техническому обслуживанию и сервису.

1.3 Факторы, влияющие на техническое состояние машин

На техническое состояние машинно-тракторного парка влияют различные факторы:

- характер объектов обработки (почва, растения и их технологические свойства);

- природные условия: тип и состояние почвы, ее засоренность, температурный режим и влажность в период проведения полевых работ;

- уровень технического сервиса (ТО и Р);

- социально-экономические условия (квалификация механизаторов, развитость инженерно-технической службы, качество запасных частей).

Условия использования техники в нашей стране, а особенно в Сибири значительно тяжелее, чем в странах Америки и Европы. Технический уровень отечественных тракторов, сельскохозяйственных машин и автомобилей ниже лучших зарубежных аналогов.

Таким образом, в сложившихся условиях основным методом повышения экономичности и надежности работы машин становится качественное техническое обслуживание.

В условиях низкой оснащенности хозяйств новой техникой поддержание работоспособности МТП является главной задачей инженерной службы предприятия.

Работоспособность машины зависит от скорости изменения параметров их технического состояния, стабильности и продолжительности сохранения значений этих параметров в заданных допустимых пределах. Превышение параметром предельного значения означает нарушение исправности или работоспособности машины.

Пути обеспечения работоспособности: улучшение физико-механических свойств материалов деталей и конструкции машины; обеспечение работоспособности машин при их технической эксплуатации; высококвалифицированное использование машин в процессе производственной эксплуатации.

1.4 Закономерности изменения технического состояния машин

Исправность машины характеризуется соответствием всех ее параметров величинам, приведенным в технической документации. Эти параметры называются параметрами технического состояния машины.

Изменение параметров при работе допустимо, но существуют предельные значения. Наибольшее влияние на нарушение параметров технического состояния оказывает изнашивание деталей.

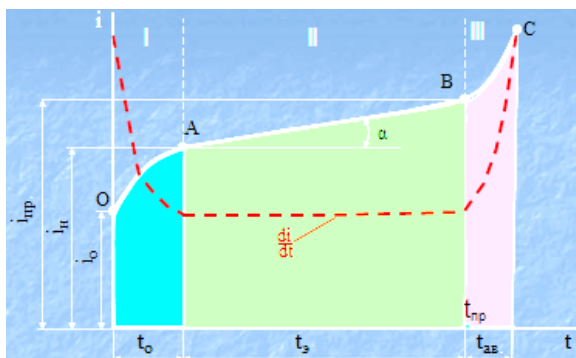


Рис. 4.2. График нарастания износа в сопряженных деталях

Рассмотрим общие закономерности изнашивания деталей на кривой износа (рис. 4.2). На участке I происходит приработка соединений, связанная со срезанием шероховатостей сопрягаемых поверхностей. На участке II кривой отмечаем медленное нарастание износа в период нормальной эксплуатации машины. Этот период, выраженный в единицах времени, характеризует межремонтный срок работы машины. На участке III происходит резкое увеличение износа деталей, приводящее к отказу и потере работоспособности машины.

Срок службы машины можно определить по формуле:

$$t_c = t_0 + (i_{np} - i_n) g \alpha \quad (4.1)$$

Кривая износа только качественно характеризует процесс изнашивания. Количественно у разных деталей изнашивание различно как по значению, так и по интенсивности нарастания износа в зависимости от наработки.

1.5 Эксплуатационная технологичность машин

Под эксплуатационной технологичностью машины понимается совокупность свойств конструкции, определяющих ее приспособленность к операциям технологического регулирования, технического обслуживания, диагностирования, заправки, транспортирования, хранения и ремонта.

К основным свойствам конструкции машины, характеризующим ее эксплуатационную технологичность, относятся контролепригодность, доступность, стандартизация и унификация составных частей, легкосъемность, восстанавливаемость, сложность операций технического обслуживания и ремонта, сохраняемость.

Контролепригодность характеризуется наличием на машине встроенных средств контроля технического состояния.

Доступность характеризуется наличием удобного свободного доступа к составным частям при технологическом регулировании, технического обслуживания и ремонта.

Стандартизация и унификация составных частей определяются уровнем применения стандартных и унифицированных деталей.

Легкосъемность характеризуется небольшой трудоемкостью замены неисправных деталей.

Восстанавливаемость машины определяется применением материалов и деталей, позволяющих восстановить составные части до номинальных значений их параметров состояния.

Использование в машине составных частей с высокими показателями безотказности, долговечности и *сохраняемости*.

Внедрение автоматически регулируемых механизмов для сокращения числа *операций планового технического обслуживания*; сокращение объема ТО.

Конструкция машины должна быть приспособлена к системе технического обслуживания, принятой в сельском хозяйстве, отвечать условиям эксплуатации, быть адаптированной к серийным средствам ТО.

Приспособленность машин к диагностированию

Приспособленность машины к диагностированию является комплексным свойством конструкции и характеризуется эксплуатационной технологичностью.

Конструкция машины должна обеспечивать: доступность к местам, требующим контроля технического состояния; легкость и простоту диагностирования путем применения унифицированных штуцеров, разъемов и других соединительных элементов; приспособленность конструкции к серийным средствам контроля; рациональную компоновку агрегатов и

контроль параметров без предварительной разборки; безопасность выполнения операций контроля технического состояния.

Места проверки должны позволять подсоединение средств контроля без демонтажа других узлов. Получаемая информация о техническом состоянии объектов диагностирования должна представляться в доступном для считывания виде без дополнительных преобразований.

Допускаемые отклонения параметров и периодичность диагностирования устанавливаются по минимуму издержек, связанных с использованием, техническим обслуживанием и ремонтом машины.

Глава 2 Система технического обслуживания машин

2.1 Основы системы технического обслуживания и ремонта машин

Плановость системы технического обслуживания машин обусловливается тем, что машину ставят на ТО в плановом (регламентном) порядке через определенный интервал наработки машины. Предупредительность заключается в том, что основное число операций технического обслуживания выполняют до появления отказа.

Под *системой технического обслуживания* понимается совокупность взаимосвязанных средств, документации по техническому обслуживанию и ремонту и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления работоспособности машин. Система технического обслуживания машин включает: эксплуатационную обкатку машин; периодические технические обслуживания; технический осмотр; ремонты и хранение машин (рис. 4.3).



Рис.4.3. Элементы планово-предупредительной системы ТО машин

К *техническим средствам* относятся: технологическое оборудование, инструменты, сооружения, расходные материалы для проведения ТО.

Нормативно-техническая документация – это документация регламентирующая периодичность, последовательность, технологию выполнения операций, технические требования на восстановление параметров технического состояния с указанием допускаемых значений.

Исполнители – мастера-наладчики, диагносты, слесари и другие специалисты выполняющие операции обслуживания.

Стратегии проведения работ: по потребности после отказа; регламентированные в зависимости от наработки; по техническому состоянию с периодическим или непрерывным контролем (рис. 4.4).

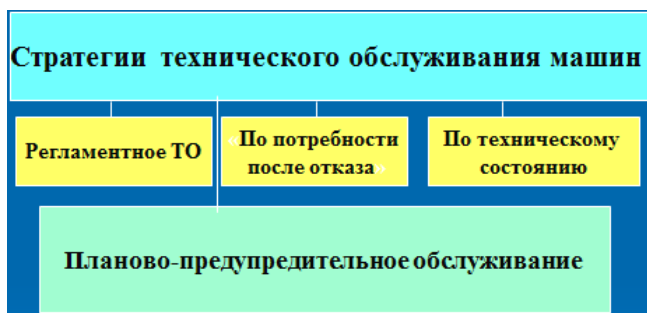


Рис. 4.4 Стратегии технического обслуживания машин

Система технического обслуживания характеризуется видом, периодичностью и циклом ТО.

Под видом технического обслуживания следует понимать комплекс определенных операций, которые выполняют с заданной периодичностью.

Периодичность технического обслуживания характеризуется интервалом времени или наработки между видами ТО.

Цикл технического обслуживания – наименьший повторяющийся интервал времени или наработки в течение, которой выполняются все виды ТО установленные исходя из технических и экономических условий. Такой подход позволяет содержать МТП в постоянной технической готовности при минимально возможных затратах труда и средств на технический сервис в расчете на единицу работ, выполняемых машиной.

Это достигается путем сопоставления издержек, связанных с устранением износа машины, которые увеличиваются по мере продолжительности эксплуатации, с предстоящими затратами на проведение ТО.

Выбор той или иной стратегии ТО машин зависит от финансовых возможностей владельца техники, надёжности и сложности машины, производственной ситуации для конкретной машины.

Стратегия планово-предупредительного обслуживания во многих случаях обеспечивает наименьшие затраты, что и является главной причиной её широкого применения.

Развитие системы технического обслуживания и ремонта происходит в направлении увеличения периодичности ремонтно-технических воздействий, уменьшения перечня операций ТО, облегчения выполнения этих операций, применения универсальных смазочных материалов и рабочих жидкостей.

Развитие системы заключается в расширении работ по техническому состоянию, применении современных средств механизации и автоматизации для выполнения операций ТО, разработке более простой, доступной и наглядной нормативно-технической документации. Улучшение организации процесса ТО.

Эксплуатационная обкатка есть обоснованная система мероприятий при использовании новой или отремонтированной машины, обеспечивающая приработку рабочих поверхностей деталей перед вводом ее в режим нормальной эксплуатации.

Обкатку проводят вначале на холостом ходу, затем под нагрузкой. Нагрузку постепенно, обычно ступенчато увеличивают до номинальной.

Значения параметров обкатки рекомендуют фирмы-изготовители.

Техническое обслуживание предусматривает проведение всех периодических регламентированных операций, связанных с поддержанием работоспособности машины в период ее использования.

Технические осмотры проводятся за мобильными машинами один раз в год, как правило, перед началом полевых работ.

Ремонты проводятся по потребности при наступлении отказов.

Хранение машин заключается в поддержании их работоспособности в период времени, когда они не используются.

2.2 Виды технического обслуживания и их характеристика

Видами технического обслуживания являются (рис.4.5): предпродажное ТО техники; ТО при обкатке; ежесменное, ЕТО; периодические номерные ТО-1, ТО-2 и ТО-3; сезонное ТО; ТО при хранении машин; ТО в особых условиях эксплуатации.

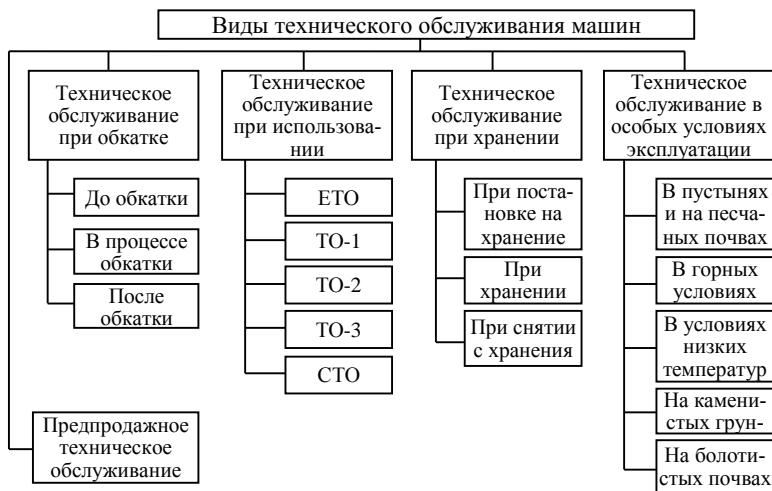


Рис. 4.5. Виды технического обслуживания машин

Для сезонно работающих комбайнов и сложных мобильных машин предусмотрено технического обслуживания перед началом работ и послесезонное ТО, для простых сельскохозяйственных машин предусмотрено – ЕТО и послесезонное техническое обслуживание.

Послесезонное техническое обслуживание совмещают с ТО при подготовке машины к хранению. Техническое обслуживание при хранении машин включает в себя обслуживание при подготовке к хранению, ТО при хранении и ТО при снятии с хранения.

Предпродажное ТО проводят перед продажей новой техники с целью доведения её до состояния полной готовности к работе. Это обслуживание выполняет дилер. После передачи машины потребителю начинается период её производственной эксплуатации.

Проведение ТО и устранение неисправностей техники дилером при её работе в течение гарантийного срока составляет содержание гарантийного обслуживания машин.

Техническое обслуживание при обкатке - это комплекс операций, проводимых перед, во время, и после эксплуатационной обкатки.

Ежесменное техническое обслуживание проводят в начале каждой смены.

Периодические (номерные) технические обслуживания проводят для обеспечения безотказной, качественной, безопасной и экономичной работы машины до следующего аналогичного или более сложного вида ТО. При этом операции предыдущего вида ТО входят в последующие виды ТО.

Сезонное техническое обслуживание проводят для машин круглогодичного использования. Сезонное ТО состоит из комплекса операций, предназначенных для подготовки машины к соответствующему сезону эксплуатации.

Техническое обслуживание *при длительном хранении* состоит из комплекса операций, предназначенных для обеспечения сохранности машины и дальнейшего использования её по назначению.

Техническое обслуживание *в особых условиях эксплуатации* отличается дополнительными операциями, предназначенными для надежной и экономичной работы машины в условиях низких температур и на болотистых почвах.

Для тракторов в период их эксплуатации в производственных условиях проводят ЕТО, ТО-1, ТО-2, ТО-3, СТО, ТО при использовании в особых условиях и ТО при хранении.

Для мобильных сельскохозяйственных машин система технического обслуживания состоит из ЕТО, ТО-1, ТО-2, ТО при хранении и ТО перед началом сезона работ.

Для остальных сельскохозяйственных машин система включает ЕТО, послесезонное ТО и ТО при хранении.

Для автомобилей система технического обслуживания включает ЕТО, ТО-1, ТО-2, СТО, ТО в особых условиях использования и текущий ремонт.

2.3 Периодичность технического обслуживания машин

Обоснование периодичности ТО является сложной задачей, относящейся к области многокритериальной оптимизации. Выделено несколько частных критериев, по которым можно устанавливать периодичность ТО: максимальная производительность машины; среднее значение наработки между отказами; минимальные затраты на эксплуатацию; минимальная вероятность отказа и др.

При испытании и работе техники её отказы анализируют, рассчитывают средние показатели для интервалов безотказной работы. Таким образом, могут быть получены периодичности ТО и перечни технологических операций, которые уточняются с помощью перечисленных технико-экономических критериев.

Периодичность номерных ТО установлены ГОСТ 20793-86. Периодичность технического обслуживания тракторов и комбайнов установлена в мото-часах наработки или килограммах израсходованного топлива.

Целесообразность включения операций в тот или иной вид ТО определяется исходя из их назначения и значимости. При отсутствии особых требований к операции уровень устанавливается на основании технико-экономических расчётов по критерию минимальных удельных издержек.

Структура ремонтно-обслуживающих воздействий на тракторы при установленной периодичности приведена на временной оси, на рис. 4.6.

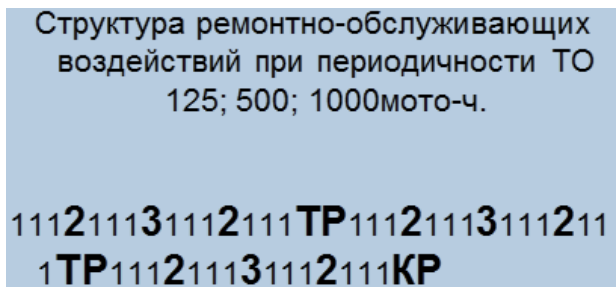


Рис. 4.6 Структура ремонтно-обслуживающих воздействий для тракторов

Допускается отклонение фактической периодичности ТО-1 и ТО2 до $\pm 10\%$, ТО-3 до $\pm 5\%$ от установленного значения.

Таблица 4.1. Периодичность и условия проведения ТО тракторов

Вид технического обслуживания	Периодичность, условия
1	2
1.Предпродажное	При подготовке к продаже
2.При эксплуатационной обкатке	При подготовке и после обкатки
3. ЕТО	Через 8...10 мото-часов
4. ТО-1	Через 125 мото-часов

1	2
5. ТО-2	Через 500 мото-часов
6. ТО-3	Через 1000 мото-часов
7. СТО-ВЛ	При $t > 5^{\circ}\text{C}$ (конец апреля)
8. СТО-ОЗ	При $t < 5^{\circ}\text{C}$ (конец октября)
9. В особых условиях использования	При низких температурах и на заболоченных почвах
10. При хранении	Один раз в месяц

Таблица 4.2 Периодичность и условия проведения ТО комбайнов и сельскохозяйственных машин

Вид технического обслуживания	Периодичность, условия
1. Предпродажное	При подготовке к продаже
2. При эксплуатационной обкатке	При подготовке и после обкатки
3. ЕТО	Через 10 мото-часов для всех видов сельскохозяйственных машин
4. ТО-1	Через 60 мото-часов для мобильных машин
5. ТО-2	Через 240 мото-часов для мобильных машин
6. Послесезонное ТО	После окончания сезона работ
7. Перед началом сезона работ	Мобильные машины
8. При подготовке к длительному хранению	Не позднее 10 дней после работы
9. В процессе длительного хранения	Один раз в два месяца
10. При снятии с хранения	За 15 дней до использования

Глава 3 Содержание и технологии технического обслуживания машин

3.1 Основные операции и понятие о технологиях технического обслуживания техники

Техническое обслуживание включает в себя следующие основные операции: очистительно-моечные; контрольно-осмотровые; диагностические; монтажно-демонтажные, крепёжные; заправочные, смазочные; регулировочные, по консервации и расконсервации машин.

Содержание каждого вида технического обслуживания машины конкретной марки приводится в инструкции по эксплуатации и разрабатывается на основании примерного перечня операций, рекомендованных ГОСТ.

Указанные операции проводят не хаотически, а в определённой последовательности с использованием специальных технических средств и нормативной документации.

Технология технического обслуживания машины включает перечень операций для каждого вида технического обслуживания, технические требования, определённые в технологических картах.

Типовая операционная технология технического обслуживания разрабатывается отраслевыми НИИ с участием фирм-изготовителей.

При разработке технологий технического обслуживания сельскохозяйственной техники учитывают следующие основные принципы:

- проведение технического обслуживания машин с учетом их технического состояния;
- разделение и специализация труда при техническом обслуживании;
- обеспечение рациональной последовательности работ;
- применение средств механизации и автоматизации;
- совершенствование управления процессом технического обслуживания.

Первый принцип позволяет резко сократить число отказов машин и значительно снизить трудоемкость ТО.

Второй и третий принципы обеспечивают технологичность выполнения операций ТО. По каждой машине разрабатывается маршрутный технологический график проведения определенного вида ТО. График включает последовательность работ для каждого исполнителя.

Четвертый принцип предусматривает разделение и специализацию труда с использованием современного оборудования.

Пятый принцип заключается в совершенствовании управления процессами ТО за счет применения информационных технологий.

Технологии технического обслуживания обычно представляют технологическими картами, в которых изложен процесс обслуживания, указаны необходимые операции, материалы, инструменты, приспособления, приборы и оборудование, а также режимы и технические требования на их выполнение.

Операции, изложенные в технологических картах, выполняются в строгой технологической последовательности при высоком качестве работ.

3.2 Содержание технического обслуживания тракторов

Предпродажное техническое обслуживание. Основная задача предпродажного обслуживания – доведение машины, полученной от завода-изготовителя, до состояния полной готовности к работе.

Основные технологические операции: приёмка машины грузополучателем, с учетом комплектности; выгрузку машины с платформы; доставку машин к месту их досборки; расконсервация машины.

При досборке: на машину устанавливают демонтированные при транспортировании сборочные узлы; контролируют затяжку резьбовых соединений; готовят аккумуляторные батареи к эксплуатации; проверяют уровень технологических жидкостей; проверяют давление воздуха в шинах; регулируют натяжение цепных и ременных передач; проверяют техническое состояние по условиям безопасности движения.

Завод-изготовитель устанавливает на машину гарантийный срок (один или два года и квоту по наработке в м-ч), в этот период дилер проводит техническое обслуживание и ремонт, систематически следит за правильной эксплуатацией техники потребителем.

Работу по устранению неисправностей в гарантийный период проводят в центрах предпродажного и гарантийного обслуживания (ЦПГО).

Техническое обслуживание тракторов при эксплуатационной обкатке

При подготовке к обкатке удаляют консервационную смазку; проверяют уровни жидкостей во всех картерах трактора; проверяют подтяжку резьбовых соединений; регулируют натяжение ремней, гусеничных цепей, механизмов управления, давление в шинах; заправляют трактор топливом.

При проведении обкатки устраняют течи жидкостей; проверяют уровень жидкостей в картерах трактора; работоспособность дизеля, работу всех систем трактора; через 30 м/ч регулируют натяжение ремней.

По окончании обкатки осматривают трактор; промывают фильтры – топливные, гидросистемы; заменяют масло во всех картерах трактора; устраняют обнаруженные неисправности; проверяют и проводят необходимые регулировки.

Техническое обслуживание тракторов при использовании.

При ежесменном техническом обслуживании проверяют уровень жидкостей в картерах; работоспособность двигателя, рулевого управления, контрольно-измерительных приборов, всех систем трактора; заправляют трактор топливом.

При первом техническом обслуживании (125 м-ч) очищают трактор, проверяют течь жидкостей и уровень их в картерах; регулируют натяжение приводных ремней, давление в шинах; проверяют систему пуска основного двигателя, аккумуляторную батарею; смазывают составные части трактора согласно карты смазки.

При ТО-2 (500 м-ч) выполняют все операции ТО-1; проверяют и регулируют зазоры в ГРМ, муфту сцепления, сходимость управляемых колес, рулевое управление, натяжение гусеничных цепей; заменяют масло в двигателе, смазывают трактор согласно карты смазки; после проведения обслуживания проверяют герметичность воздухопроводов и воздухоочистителя; проводят при необходимости диагностирование (заявочное).

При ТО-3 (1000 м-ч) выполняют все операции ТО-2; проверяют и регулируют ТНВД и форсунки на стенде, угол начала подачи топлива, муфту сцепления пускового двигателя, подшипники направляющих колес, осевое перемещение кареток и гидроусилитель руля. Проверяют и регулируют: агрегаты гидросистемы, стояночный тормоз, подшипники промежуточной опоры карданной передачи, пневмосистему машины. Промывают: фильтры отстойники баков, карбюратор пускового двигателя, фильтр турбокомпрессора. Проверяют: износ шарниров гусеничных цепей, профиль зубьев ведущих звездочек, техническое состояние всех

систем двигателя, работу КИП, зазоры в подшипниках главных передач. Заменяют фильтрующие элементы, промывают систему охлаждения, проводят ресурсную диагностику трактора.

Сезонное техническое обслуживание. Перед наступлением осенне-зимнего периода, выполняют следующие виды работ: заправляют систему охлаждения антифризом или тосолом, устанавливают утеплительные чехлы, заменяют масло летних сортов на зимние, отключают радиатор смазочной системы, плотность электролита доводят до 1,29...1,30. Проверяют: систему пуска дизеля, зарядный ток генератора, отопитель кабины, герметичность системы охлаждения. Сливают отстой из топливных баков, неисправности устраняют. Перед весенне-летним периодом, выполняют операции в обратной последовательности, плотность электролита доводят до 1,26...1,27.

Техническое обслуживание тракторов в особых условиях эксплуатации.

При низких температурах, $t < +5^{\circ}\text{C}$ применяют зимнее или арктическое топливо и специальные сорта масел и смазок, систему охлаждения заправляют антифризом или тосолом.

При использовании техники в условиях заболоченной местности: очищают агрегаты системы охлаждения ежедневно, проверяют наличие воды в агрегатах трансмиссии и в ходовой системе.

3.3 Техническое обслуживание мобильных сельскохозяйственных машин

Для мобильных сельскохозяйственных машин установлены ЕТО, ТО-1 и ТО-2 (исключения). Простые же машины (плуги, бороны, культиваторы, катки, выравниватели и т.д.) *подвергаются лишь ежегодному обслуживанию* (ЕТО). Все сложные операции технического обслуживания и ремонта переносятся для них на период хранения и проводятся на машинном дворе.

Ежегодное техническое обслуживание (ЕТО) несложных сельскохозяйственных машин проводят, как правило, одновременно с выполнением технического обслуживания трактора, с которым они агрегируются в агрегате.

При ЕТО выполняют следующие операции: очищают рабочие органы от растительных остатков, визуально проверяют техническое состояние; проверяют течь рабочих жидкостей, регулировку рабочих органов; смазывают составные части машины.

При ТО-1 выполняют все операции ЕТО; проверяют натяжение цепей и ремней, техническое состояние рабочих органов, правильность агрегатирования, состояние механизмов управления, тормозной системы, состояние автономного двигателя, давление воздуха в шинах, уровень жидкостей в картерах, уровень и плотность электролита. Смазывают машину согласно карты смазки.

При ТО-2 выполняют все операции ТО-1; заменяют масло в системе

смазки двигателя; проверяют плотность электролита и заряженность аккумуляторной батареи; регулируют рабочие органы и сложные составные части машины с их частичной разборкой. Смазывают машину согласно карты смазки.

Система ТО машин является основой поддержания техники в исправном состоянии. Своевременное и качественное обслуживание машин обеспечивает их высокую техническую готовность и выполнение технологических процессов в заданные сроки, сокращает затраты труда на эксплуатацию техники, повышает эффективность деятельности предприятия.

3.4 Эффективность соблюдения правил технической эксплуатации машин

Эффективность соблюдения правил технического обслуживания и ремонта в области технической эксплуатации машин позволяет повышать их надежность, мощностные и тяговые показатели. Снижение числа отказов, как аварийных, так и технологических, что приводит к сокращению простоя техники по техническим причинам и в соответствии с этим к повышению производительности машинно-тракторных агрегатов.

Эффективность реализации правил технической эксплуатации машин может быть оценена снижением издержек от несоблюдения установленных требований. В качестве примера можно привести данные по количественному ущербу от несоблюдения некоторых правил технической эксплуатации машин. Ресурс элементов любой мобильной машины снижается при систематическом нарушении своевременной замены масла в картерах, из-за несвоевременных регулировок ГРМ, форсунок, ТНВД, из-за вторичного использования масляных, воздушных и топливных фильтров. Ресурс агрегатов машины может снижаться от 5 до 25...30 %.

Таким образом, можно заключить, что система технического обслуживания и ремонта является основой поддержания машин в исправном состоянии. Своевременное и качественное обслуживание машин обеспечивает их высокую техническую готовность и выполнение технологических процессов в заданные агротехнические сроки.

Глава 4 Основные неисправности машин и их внешние признаки

4.1 Неисправности двигателя

В процессе эксплуатации возникают неисправности и отказы в работе составных частей машин. Важно научиться определять их как по внешним качественным признакам, так и с помощью диагностических средств.

Рассмотрим основные неисправности двигателя (рис. 4.7), трансмиссии, систем и механизмов трактора и их внешние признаки.

Неисправности двигателя чаще всего возникают вследствие нарушения тепловых и нагрузочных режимов работы, герметичности внутренних полостей, а также использования некачественных сортов топлива и масел.

Цилиндропоршневая группа работает в самых тяжелых условиях. По мере изнашивания ЦПГ, а также при закоксовывании колец или их поломке герметичность рабочего объема цилиндра становится недостаточной. Это приводит к уменьшению давления и температуры сжатого воздуха, что затрудняет пуск и вызывает перебои в работе ДВС.

При сгорании топливовоздушной смеси газы под большим давлением прорываются в картер и выходят через сапун в атмосферу. С износом деталей, потерей упругости колец, увеличивается количество масла, проникающего в над поршневое пространство и сгорающего там под действием высоких температур.

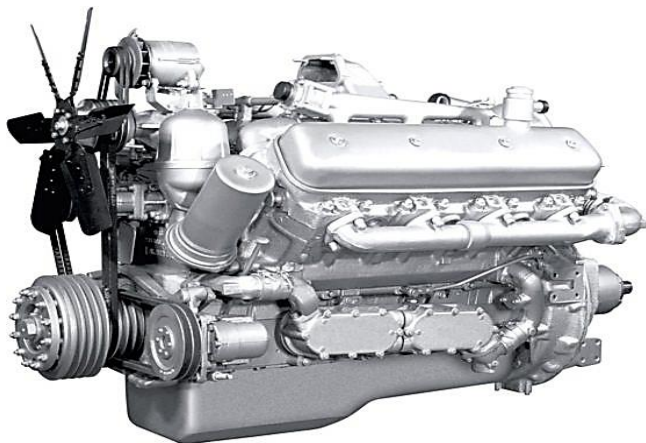


Рис 4.7 Двигатель ЯМЗ-238НД5

Цилиндропоршневая группа – внешние признаки неисправности: дымление из сапуна, перерасход картерного масла, трудный запуск двигателя, снижение мощности, белый дым при запуске, синий при работе.

Кривошипно-шатунный механизм детали, которого работают в условиях больших знакопеременных нагрузок. Основной фактор, влияющий на работу соединений коленчатого вала и шатунов – зазор в подшипниках. С увеличением зазора нарушаются условия жидкостного трения, возрастают динамические нагрузки. Давление масла в магистрали двигателя понижается. Это ухудшает смазывание гильз цилиндров, поршней и колец. Внешние признаки увеличения зазоров: снижение давления масла при исправной смазочной системе.

Кривошипно-шатунный механизм - внешние признаки неисправности: пониженное давления масла, прослушиваемые стуки на определенных режимах.

Газораспределительный механизм. В процессе эксплуатации герметичность ЦПГ нарушается из-за неплотностей прилегания клапанов при подгорании их фасок и рабочих фасок гнезд в головке цилиндров, из-за негерметичности стыка головки и блока и прогорания прокладки, из-за нарушения теплового зазора между клапаном и его приводом.

По мере изнашивания шестерен механизма газораспределения, подшипников и кулачков распределительного вала нарушаются фазы газораспределения. Это приводит к металлическому стуку, ухудшению пуска, перебоям в работе и снижению мощности двигателя и увеличению расхода топлива.

Признаки неисправности ГРМ: нарушение фаз газораспределения, ухудшение пуска двигателя, перебои в работе, снижение мощности двигателя, увеличение расхода топлива.

Система питания двигателя. На систему питания ДВС приходится 25...50% всех неисправностей, встречаемых на тракторных двигателях. На рабочий процесс и скорость изнашивания ЦПГ большое влияние оказывает система очистки воздуха. Из-за засорения фильтрующих элементов при работе в условиях повышенной запыленности воздуха необходим периодический контроль герметичности системы очистки воздуха.

О неудовлетворительной работе топливной аппаратуры свидетельствует затрудненный пуск двигателя и его неустойчивая работа, повышенная дымность отработавших газов, что ведет к снижению мощности и экономичности работы трактора.

Затрудненный пуск и неустойчивая работа дизеля происходят из-за попадания в цилиндры воды, наличия в топливе воздуха, закоксовывания или залегания иглы в корпусе распылителя, износа плунжерных пар топливного насоса, неравномерности подачи топлива в цилиндры, износа механизмов регулятора, неисправности подкачивающего насоса.

Повышенная дымность отработавших газов вызывается не полным сгоранием топлива из-за неудовлетворительной работы форсунок, при раннем или позднем впрыскивании топлива, недостаток воздуха, чрезмерная цикловая подача топлива.

Неисправности топливного бака, топливопроводов, фильтров, крышки заливной горловины приводят к отказам системы питания двигателя.

Признаки неисправности системы питания: попадание воды в камеру сгорания, подсос воздуха в топливопроводы, залегание иглы в корпусе распылителя, износ плунжерных пар ТНВД, износ механизмов регулятора, поломка пружин нагнетательных клапанов, заедание рейки ТНВД, отказ турбокомпрессора.

Система смазки двигателя. Техническое состояние смазочной системы оценивается давлением масла в магистрали и его температурой. На давление и температуру масла влияют состояние системы охлаждения, тепловой и нагрुзочный режимы двигателя, сорт применяемого масла.

К понижению давления масла в магистрали приводит чрезмерный износ сопряжений в КШМ, низкая подача масляного насоса и износ или разрегулировка сливного и перепускного клапанов, загрязнение масляных фильтров, сетки маслозаборника.

Неисправности системы смазки: тепловой и нагрузочный режимы, сорт масла; неисправность клапана-термостата; износ кривошипно-шатунного механизма, масляного насоса смазочной системы, износ клапанов; загрязнение масляных фильтров.

Система охлаждения двигателя. Тепловой режим зависит от герметичности рубашки охлаждения. Герметичность может быть нарушена из-за проседания гильз, не плотности стыка головки и блока (прогорание прокладки), трещин в головке или блоке, нарушении геометрии резиновых уплотнительных колец.

Тепловой режим зависит от исправности водяного насоса, клапана термостата, привода водяного насоса, накипи на стенках водяной рубашки.

Перегрев возможен из-за засорения радиатора, неисправности клапана термостата, ослабления натяжения приводных ремней вентилятора.

Неисправности системы охлаждения: неисправность клапанов-термостатов; забивание радиатора; образование накипи в системе; ослабление приводных ремней; попадание масла в систему охлаждения.

Система пуска дизеля. Неисправности пускового двигателя связаны с магнето, свечами зажигания, системой питания (карбюратор), углом опережения зажигания.

Редуктор пускового двигателя: изношенность дисков муфты сцепления, неправильная регулировка привода муфты сцепления, отсутствие масла в редукторе пускового двигателя.

Стартер, основные неисправности: подгорание контактов, попадание масла на коллектор якоря, износ щеток.

4.2 Неисправности трансмиссии

Основные причины неисправностей механизмов трансмиссии – их разрегулирование, разгерметизация картеров, нарушение режимов смазывания, а также износ и увеличение зазоров соединений, обеспечивающих возрастание ударных нагрузок в кинематических парах и подшипниках трансмиссии.

Фрикционные муфты: неисправность механизмов управления, уменьшение свободного хода педали, неисправность колодки тормозка, нарушение регулировок, износ фрикционных накладок.

Нормальная работоспособность зубчатых передач сохраняется в течение длительного периода времени, если обеспечены: зацепление на всю ширину зубьев шестерен, бесшумное введение в зацепление переключаемых пар шестерен, правильное взаимное расположение шестерен; нормальные зазоры в подшипниковых опорах валов или блоков шестерен.

Признаками изнашивания зубьев шестерен, шлицев валов является шум и вибрация из-за роста ударных нагрузок в трансмиссии при колебании тягового усилия трактора. Самопроизвольное выключение передачи.

Муфта сцепления, неисправности: ведет, буксует; свободный ход больше или меньше номинального; затруднено переключение передач, неисправна колодка тормозка.

Коробка перемены передач, основные неисправности: шум, признак износа зубьев шестерен, шлицев валов; вибрация – признак возрастания ударных нагрузок в трансмиссии.

4.3 Неисправности ходовой системы, механизмов управления и тормозов

Ходовая система гусеничных машин работает в абразивной среде при больших нагрузках. Основные неисправности: увеличение шага гусеничной цепи, изменение параметров звеньев цепи, пальцев, ведущего колеса; износ ободов катков, направляющих колес, поддерживающих роликов. Ходовая система колесных машин: износ шин, боковые трещины, проколы, порезы.

Внешние признаки неисправности механизмов управления могут быть следующие: значительный нагрев корпуса заднего моста гусеничного трактора, трудность поворота, поворот трактора рывками.

Тормозные системы, основные неисправности: замасливание или износ накладок, тормозных колодок, дисков и лент; нарушение регулировок, утечки воздуха в пневмоприводах тормозов, повреждённые уплотнения; нарушение регулировок регулятора давления и тормозного крана; неисправности компрессора.

В гидрофицированном рулевом управлении колесных тракторов работоспособность нарушается из-за: неисправностей гидропривода, увеличение зазора в червячной паре рулевого механизма, износа шаровых шарниров тяг; ослабления затяжки червяка, сошки, поворотных рычагов; увеличения осевого перемещения поворотного вала; увеличения зазоров в конических подшипниках передних колес, нарушения сходимости передних колес.

Неисправности рам тракторов: наличие трещин в сварных соединениях лонжеронов, кронштейнов, ослабление и срез заклёпок; износ вертикального и горизонтального шарниров.

Внешние признаки неисправности вертикального шарнира полурамы: толчки, передающиеся в кабину оператора, вытекание смазочного материала, появление вибрации в сочленениях полурам.

Внешние признаки неисправности горизонтального шарнира полурамы: нарушение плавности движения трактора, стуки и шумы в промежуточной опоре, течи смазочного материала из-под крышек.

4.4 Неисправности тракторных гидросистем

Нарушение работоспособности любой гидравлической системы можно объединить в две группы.

В первом случае гидравлическая система вообще не работает – не происходит подъема навешенного орудия. Причины: неплотное соединение маслопроводов и агрегатов; неисправности соединительных муфт; залегание клапанов, загрязнение масляного фильтра; неисправность масляного насоса; недостаточный уровень масла в баке.

Во втором случае гидравлическая система функционирует, но значения основных показателей работы отклоняются от номинальных значений.

Внешние признаки неисправностей: медленный подъем навешенного орудия; самопроизвольное опускание; образование пены в баке; подтекание, нагрев масла, заедание или отсутствие фиксации золотников гидрораспределителя.

Современные электрогидравлические системы управления навесным устройством обладает способностью самопроверки. Все неисправности таких систем управления подразделяются на три группы: *сложные, средние и легкие*.

При обнаружении *сложных* неисправностей, регулирование прекращается и система отключается. После устранения неисправности и пуска двигателя работа системы восстанавливается.

При *средних* неисправностях, регулирование прекращается и система блокируется. Система управляется с выносных кнопок, контрольная лампа выдает код неисправности. После устранения дефекта и пуска двигателя система восстанавливается.

При *легких* неисправностях контрольная лампа выдает соответствующий код, и система управляется, не блокируется. После устранения дефекта лампа гаснет.

4.5 Неисправности электрооборудования

К наиболее уязвимым элементам в электрооборудовании трактора относятся электропроводка, отказ аккумуляторных батарей, стартеров, генераторов и регуляторов напряжения.

Неисправности аккумуляторных батарей: сульфатация и короткое замыкание пластин, ускоренный саморазряд батарей (более 3% в сутки), неисправность зарядной цепи.

Неудовлетворительная работа генератора, стартера, реле-регулятора.

Неисправности зарядной цепи заключаются в отсутствии или малом значении зарядного тока, что приводит к недозарядке аккумуляторной батареи из-за проскальзывания ремня привода генератора, неисправности генератора, неисправности реле-регулятора.

Неисправности стартера при исправной аккумуляторной батарее могут быть из-за: подгорания коллектора и щеток, разрегулирования реле включения, короткого замыкания в обмотках стартера, отсутствия контакта стартера с «массой».

4.6 Неисправности сельскохозяйственных машин

Наиболее часто встречающимися неисправностями сельскохозяйственных машин являются деформации, затупления режущих кромок и неправильная установка рабочих органов, разрегулирование составных частей, ослабление креплений, износ и поломка деталей, отказы в работе гидравлических систем.

Глава 5 Техническое диагностирование машин

Износы проявляются через параметры технического состояния, т.е. физические величины, характеризующие работоспособность и исправность машины. Различают структурные и диагностические параметры, которые можно количественно измерить.

Структурные параметры – износ, зазор, натяг в сопряжении, размер детали – характеризующие техническое состояние машины.

Диагностические параметры – параметры, используемые для определения технического состояния машин.

5.1 Основные понятия и определения

Качественные признаки – признаки, определяющие техническое состояние объекта без использования количественных показателей.

Параметры технического состояния – различные физические величины, характеризующие работоспособность или исправность объекта.

Диагностические параметры – параметры, используемые для определения технического состояния машин, которые характеризуются номинальными, допускаемыми и предельными значениями (рис. 4.8).

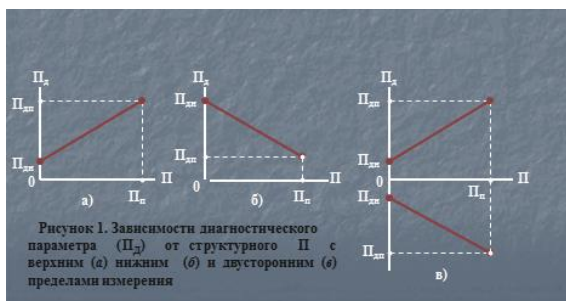


Рис. 4.8. Зависимость диагностического параметра от структурного
Номинальное значения параметра, Π_n – исходное значение, установленное технической документацией для новой или капитально отремонтированной машины.

Допускаемое значение параметра, Π_0 – значение, при котором составную часть машины после контроля допускают к эксплуатации без выполнения операций ТО или ремонта. В этом случае составная часть может надежно работать до следующего планового контроля.

Предельное значение параметра, P_n – значение параметра, достижение которого определяет отказ объекта диагностирования.

Техническое диагностирование – процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определенной точностью без его разборки.

Диагностика – научная дисциплина, раскрывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объекта без разборки.

Остаточный ресурс – прогнозируемый срок безотказной работы объекта до перехода в предельное состояние

5.2 Техническое диагностирование машин

Диагностирование машин позволяет определить техническое состояние агрегатов, механизмов и систем машины без их разборки и прогнозировать сроки службы составных частей машины. Это снижает простой машины из-за отказов и обеспечивает экономию средств на ТО и ремонт.

Задачи диагностирования: контроль технического состояния для установления значений параметров требованиям технической документации; поиск места и причин отказа; прогнозирование остаточного ресурса машины.

Виды диагностирования: предпродажное диагностирование; диагностирование при ТО; заявочное диагностирование; ресурсное диагностирование; предремонтное и приремонтное; послеремонтное диагностирование; диагностирование при утилизации машины.

Предпродажное диагностирование агрегатов и машин осуществляют после их транспортирования и досборки перед продажей в целях оценки готовности к работе.

Диагностирование при техническом обслуживании выполняют в целях выявления значений параметров машины, превышающих допустимые.

Заявочное диагностирование проводят при поступлении заявки оператора о появившихся в процессе работы неисправностях в виде уменьшения мощности, снижения производительности, увеличения расхода топлива и др.

Ресурсное диагностирование составных частей и агрегатов проводят при ТО-3 с целью определения остаточного ресурса; при этом контролируют ресурсные параметры с целью, заключения о дальнейшем использовании машины до следующего ТО-3 или при предельных значениях параметров определяют проведение капитального ремонта агрегата.

Предремонтное и приремонтное диагностирование выполняют перед ремонтом или в процессе ремонта объекта; основное содержание такого диагностирования заключается в проверке состояния ресурсных составных частей и сборочных единиц в агрегате.

Послеремонтное диагностирование проводят в целях контроля качества ремонта агрегата по параметрам функционирования и параметрам, характеризующим способность выполнять заданные функции до следующего ремонта.

Диагностирование при утилизации машины проводят в процессе списания машины с целью отбора составных частей для их дальнейшего использования при ремонте других аналогичных машин.

5.3 Методы диагностирования машин

Методы диагностирования подразделяются на *органолептические* (субъективные) и *инструментальные* (объективные) (рис. 4.9).

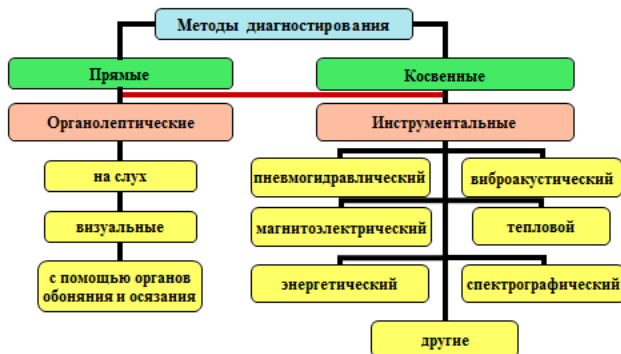


Рис. 4.9. Методы диагностирования машин

Инструментальные методы по характеру измерения параметров подразделяются на *прямые* и *косвенные*.

Прямые методы основаны на измерении структурных параметров технического состояния непосредственно прямым измерением: зазоров в подшипниках прогиба ремней и натяжения цепей; размеров деталей; зазоров в газораспределительном механизме и др.

Косвенные методы основаны на определении технического состояния агрегатов машин по диагностическим (косвенным) параметрам. Косвенные методы основываются на измерении значений непосредственно физических величин, характеризующих техническое состояние механизмов, систем и агрегатов машин: давления, температуры, расхода топлива, расхода масла, ускорения при разгоне двигателя и др.

Кинематический метод диагностирования основан на измерении относительного перемещения деталей, изменения их относительного положения, макрогеометрии деталей. Включает контроль зазоров в соединениях, суммарных зазоров в кинематической цепи, радиальных, торцевых и угловых перемещений валов механизмов.

Изменение суммарных зазоров в кинематической цепи механизма в зависимости от наработки согласуется с классической кривой процесса изнашивания, состоящего из периодов приработки, нормального и аварийного изнашивания. Суммарный зазор непосредственно зависит от износа всех соединений, входящих в контролируемую кинематическую цепь механизма, и является обобщенным диагностическим параметром.

Кинематический метод позволяет оценить такие дефекты деталей, как износ и деформации, нарушение посадок и жесткости их соединений. Такие дефекты наиболее часто встречаются в механических системах.

Кинематический метод является одним из основных методов диагностирования механических систем. Техническая реализация этого метода несложна.

Пневматические методы диагностирования основаны на оценке герметичности замкнутых полостей различных устройств: ЦПГ ДВС, уплотнительных устройств агрегатов трансмиссии и ходовой системы, сердцевин радиаторов, соединений трубопроводов и др.

Пневматические методы просты и доступны, реализуются на базе несложных технических средств.

В качестве диагностических наиболее часто используются следующие параметры: время снижения давления воздуха при заданных пределах изменения давления; относительная не плотность; абсолютная не плотность.

В качестве технических средств используют манометры, пневматические и пневмовакуумные калибраторы, индикаторы герметичности и др.

Многие методы осуществляются на основе преобразования механических величин в электрические с применением электронных диагностических приборов и устройств.

В процессе использования машин техническое состояние агрегатов в основном контролируют по встроенным приборам для измерения давления в смазочной системе, в КПП, температуры охлаждающей жидкости и масла в двигателе и коробке перемены передач.

Глава 6 Технология диагностирования машин

6.1 Характеристика технологии диагностирования

Технологию диагностирования машин разрабатывают с учетом особенностей планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта.

Технология диагностирования машин состоит из трех разделов: инструктивного, технологического и справочного.

Инструктивный раздел необходим для организации работы и обучения диагностов, содержит рекомендации по созданию поста диагностирования, описание устройства сложных диагностических средств и порядка ввода их в эксплуатацию, особенностей работы с диагностическими средствами.

Технологический раздел включает комплекты диагностических карт для регламентированного и заявочного диагностирования, определяющих последовательность диагностирования.

Справочный раздел содержит систематизированные данные об оборудовании поста, номинальных, допускаемых и предельных значениях

измеряемых параметров, диагностическую карту, рекомендации по поиску и устранению неисправностей, нормативы трудоемкости диагностирования машин.

Технологические карты содержат перечень работ, методы их выполнения, технические требования к состоянию проверяемых механизмов и систем. В ТК приведена последовательность работ и их трудоемкость, число исполнителей.

Диагностическая карта документ, содержащий основные результаты диагностирования, отражающий техническое состояние машины и рекомендации по необходимым операциям ТО, сложным регулировкам или ремонту агрегатов. В основной части карты записывают результаты оценки качественных признаков состояния и измеренные значения ресурсных и функциональных параметров. В заключительной части указывают потребность в ремонтно-обслуживающих работах.

Весь процесс диагностирования включает подготовительный, основной и заключительный этапы.

Подготовительный этап – работа зависит от целей диагностирования.

Основной этап – последовательно определяют потребность машины в ремонте, устранении неисправностей, сложных регулировках и других предупредительных операциях.

Заключительный этап – снимают с машины диагностические средства, проводят сложные регулировки, по возможности устраняют выявленные неисправности, анализируют состояние и дают рекомендации о ремонтно-обслуживающих работах.

Диагностирование систем, составных частей машины. Техническое состояние отдельной системы или составной части машины определяют по нескольким диагностическим параметрам. Среди параметров выделяют обобщенные и частные. Первые позволяют оценить техническое состояние элемента в целом, вторые – углубленно оценить состояние элемента по результатам проверки его частей.

В результате измерения обобщенных параметров выявляют, исправна ли система или нет, при исправной – диагностирование прекращают, при неисправной продолжают до момента выяснения места и причины неисправности.

Углубленное диагностирование элемента необходимо в тех случаях, когда значение обобщенного параметра находится за пределами допустимого. При диагностировании агрегата разрабатывают универсальную маршрутную технологию, в которой все работы технологического процесса увязаны между собой.

Маршрутная технология включает следующие этапы: изучение структуры проверяемой системы; расчленение её на составные части; установление структурных параметров, ограничивающих работоспособность системы и её составных частей; выбор и обоснование диагностических параметров, выявление обобщенных и частных; обоснование последовательно-

сти диагностирования изделия по обобщенным параметрам и составление схемы маршрутной технологии; разработка комплексной маршрутной технологии.

На основе маршрутных технологий, составленных для отдельных механизмов и агрегатов, разрабатывают технологию диагностирования сборочных единиц машины.

На основе диагностирования агрегатов разрабатывают процесс диагностирования машины в целом.



Рис. 4.10. Технология диагностирования машины

Диагностирование машины в целом. Типовую технологию создают применительно к прогрессивным формам ТО и ремонта, серийным диагностическим средствам и подготовленным кадрам диагностов с учетом специфических особенностей предприятий.

Цель – снижение эксплуатационных затрат на ТО и ремонт машин.

Технология диагностирования машины включает: цель диагностирования; структуру и содержание диагностирования; перечень диагностических параметров для требуемого вида ТО; последовательность диагностирования (рис. 4.10).

6.2 Организация диагностирования машин

Техническое диагностирование является составной частью ТО и ремонта машин. В основу организации технологии диагностирования положен принцип специализации и разделения труда. В зависимости от числа обслуживаемых машин применяют следующие организационные методы: на одном стационарном посту – поточный и передвижной.

Стационарный пост – тупиковый въезд и выезд машин. Поточный – обслуживание большого числа машин на одной технологической линии.

Передвижной – при заявочном диагностировании в расположении межменной стоянки машин.

Последовательность диагностирования: проверка состояния машины по качественным признакам; инструментальное диагностирование по обобщенным параметрам технического состояния агрегатов; инструментальное диагностирование по частным параметрам технического состояния агрегатов; определение остаточного ресурса агрегатов; постановка диагноза и заполнение диагностической карты с указанием операций по ТО и Р.



Рис. 4.11. Последовательность диагностирования ДВС

Диагностирование, проводимое совместно с техническим обслуживанием – совмещенное или отдельно – специализированное.

Совмещенное диагностирование проводят при несложных ТО-1 и ТО-2. В качестве примера на рисунке 3.11 приведена последовательность диагностирования двигателя при его внезапной остановке.

Специализированное диагностирование проводят при ТО-3 тракторов; при ТО-2 комбайнов и при ТО-2 автомобилей. Специализированное диагностирование проводят на станциях СТОТ и СТОА и при плановом диагностировании передвижными средствами.

6.2 Диагностирование машин органолептическими методами

При проверке по качественным признакам общего состояния агрегатов трактора используют карту проверки и выполняют следующие операции:

1. Проверяют работу двигателя при максимальной и минимально устойчивой частоте вращения коленчатого вала;
2. Проверяют работу КИП;
3. Проверяют систему освещения и сигнализации;
4. Проверяют муфту сцепления трактора;
5. Проверяют легкость включения передач и ВОМ;

6. Включают рабочую передачу и проверяют состояние механизмов управления трактором;
7. Прослушивают работу двигателя, нагрев корпусов агрегатов трансмиссии;
8. Проверяют работу гидросистемы, механизма навески;
9. Останавливают трактор и двигатель осматривают узлы и агрегаты на предмет течи жидкостей.

Диагностирование двигателя. Выявление неисправности по отработавшим газам, что вызывает снижение мощности дизеля, при выполнении энергоемких работ обеспечивая появление дымного выхлопа черного цвета.

Причины: неполное сгорание топлива; недостаток воздуха; неравномерное впрыскивание и распыливание топлива. Синий дым из-за наличия масла в продуктах сгорания: износ ЦПГ; нарушение состояния уплотнительных колец ротора турбокомпрессора. Голубой дым – при позднем угле опережения впрыска топлива или плохом распыле. Белый дым – наличие паров воды в выхлопных газах.

Выход пара из сапуна на прогретом двигателе свидетельствует о наличии воды или топлива в масле.

Понижение мощности дизеля при бездымном выхлопе свидетельствует о недостаточной подаче топлива.

6.3 Диагностирование машин инструментальными методами

Для диагностирования машин используют необходимые инструменты и оборудование. С использованием оборудования на постах технического обслуживания при проведении ресурсного диагностирования можно измерить следующие параметры технического состояния двигателя и других систем трактора:

- измерение расхода картерных газов;
- измерение давления (компрессии) в цилиндрах двигателя;
- оценка неплотности прилегания клапана к седлу при положении поршня в ВМТ;
- проверка угла опережения впрыска топлива;
- проверка технического состояния форсунок;
- проверка работоспособности системы топливоподачи низкого давления.
- измерение давления масла в главной масляной магистрали смазочной системы;
- диагностирование ГУР трактора;
- диагностирование гидросистемы трактора.

При разработке средств диагностирования особое внимание уделяют комплектам приборов и приспособлений для контроля технического состояния тракторов и комбайнов.

6.4 Прогнозирование технического состояния и остаточного ресурса машин по результатам диагностирования

Как показывают результаты исследований, прогнозирование остаточного ресурса элементов машин позволяет увеличить их безотказность в производственной эксплуатации на 40...50 % и более путем предупреждения отказов и неисправностей.

Остаточным ресурсом называют наработку от момента контроля элемента машины до наступления его предельного состояния, т.е. отказа по определенному параметру.

Остаточный ресурс определяют по ресурсным элементам, определяющим проведение ремонта агрегата машины. Отличительная особенность остаточного ресурса заключается в том, что его определяют для конкретного элемента на основе динамики его параметров состояния.

Остаточный ресурс определяют для агрегатов машин по их ресурсным параметрам – технологическим, техническим, экономическим. Для определения остаточного ресурса элемента машины устанавливают перечень ресурсных прогнозируемых параметров, а затем перечень диагностических. Для двигателя машины такими элементами служат ЦПГ, КШМ, ГРМ.

Для прогнозирования остаточного ресурса разработаны компьютерные программы. Измерение параметра аппроксимируют степенной случайной функцией с показателем степени α : при увеличении параметра в течение наработки используют выражение:

$$P(t) = P_n + vt^\alpha + Z(t) + DP \quad (4.2)$$

При уменьшении параметра определяют по формуле:

$$P(t) = P_n + vt_k^\alpha + Z(t) + DP \quad (4.3)$$

где $P(t)$ – измеренное значение параметра;

P_n, P_n – номинальное и предельное значение параметра;

v – показатель скорости изменения параметра;

t_k – наработка в момент контроля параметра;

$Z(t)$ – случайная величина характеризующая фактическое отклонение параметра от теоретической кривой.

Величина $Z(t)$ подчиняется нормальному закону распределения; DP – показатель, характеризующий приработку элемента, составной части и численно равный значению функции при $t=0$.

Определим средний остаточный ресурс по известной наработке t_k от начала эксплуатации агрегата до момента контроля и одном измеренном значении параметра по формуле,

$$T_{осм} = t_k \left[(P_n / P_u)^{1/\alpha} - 1 \right], \quad (4.4)$$

где P_n - предельное отклонение параметра;

P_u - измеренное отклонение параметра;

α - показатель степени функции изменения параметра, $\alpha = 0,8...1,6$.

Своевременное прогнозирование остаточного ресурса позволяет повысить работоспособность диагностируемых элементов машин.

Глава 7 Техническое обслуживание автомобилей

7.1 Назначение системы технического обслуживания и основные требования к ней

Для поддержания высокого уровня работоспособности, дорожной и экологической безопасности необходимо, чтобы большая часть отказов и неисправностей была предупреждена, т.е. работоспособность машины была восстановлена до наступления неисправности или отказа.

Система ТО и ремонта регулируется комплексом взаимосвязанных положений и норм, определяющих порядок, организацию, содержание и нормативы проведения работ по обеспечению работоспособности парка автомобилей.

К системе ТО и ремонта автомобилей предъявляются следующие основные требования:

- обеспечение заданных уровней эксплуатационной надежности автомобильного парка при рациональных материальных и трудовых затратах;
- ресурсосберегающая и природоохранная направленность, обеспечения дорожной безопасности;
- планово-нормативный характер, позволяющий определять и рассчитывать программу работы и ресурсы, необходимые для обеспечения работоспособности автомобилей; планировать и организовывать ТО и ремонт на всех уровнях инженерно-технической службы;
- нормативно обеспечивать хозяйственные отношения внутри предприятий и между ними;
- конкретность, доступность и пригодность для руководства и принятия решений всеми звеньями инженерно-технической службы автомобильного транспорта;
- стабильность основных принципов и гибкость конкретных нормативов, учитывающие изменение условий эксплуатации, конструкции и надежности автомобилей, а также хозяйственного механизма;
- учет разнообразия условий эксплуатации автомобилей;
- объективная оценка фиксации с помощью нормативов уровней эксплуатационной надежности и реализуемых показателей качества автомобилей.

В случае изменения условий эксплуатации и конструкции автомобилей возможно изменение не только нормативов, но и структуры системы ТО и их ремонта.

7.2 Содержание системы технического обслуживания и ремонта

Задачи ежесменного обслуживания: общий контроль, направленный на обеспечение безопасности движения; поддержание внешнего вида автомобиля; заправка его топливом, маслом и охлаждающей жидкостью.

Ежедневное обслуживание выполняется, как правило, перед выездом на линию. В ходе обслуживания проводится осмотр автомобиля, проверяется его комплектность и общее состояние основных систем и агрегатов.

Проводится контроль действия приборов освещения и сигнализации, свободный ход рулевого колеса, привода тормозов, КИП, систем двигателя.

Смазочные, очистительные и заправочные работы предполагают проверку (доливку) уровня масла в картере двигателя, доливку уровня жидкости в системе охлаждения, заправку топливом.

Уборочные и моечные работы, в первую очередь номерных знаков.

Задачи ТО-1 и ТО-2: снижение интенсивности изменения параметров технического состояния механизмов и агрегатов автомобиля; выявление и предупреждение неисправностей и отказов; обеспечение экономичности работы, безопасности движения; защита окружающей среды путем своевременного выполнения контрольных, смазочных, крепежных и регулировочных работ.

Диагностические работы являются технологическим элементом технического обслуживания и ремонта автомобиля и дают информацию о его техническом состоянии при выполнении соответствующих операций. В свою очередь диагностические работы подразделяются на два вида: общее диагностирование, ориентированное на элементы автомобиля, обеспечивающие безопасность дорожного движения, Д-1; *поэлементное углубленное диагностирование*, Д-2.

Основные операции ТО-1. Выполняют следующие виды работ: контрольно-диагностические, крепежные и регулировочные, которые делятся по специализации:

– *трансмиссия и задний мост* – проверка и регулировка свободного хода педали, люфта в шарнирах и шлицевых соединениях карданной передачи;

– *рулевое управление* – проверка герметичности гидроусилителя руля, крепления шаровых пальцев, люфта рулевого колеса, шарниров рулевых тяг и др.

– *тормозная система* – проверка эффективности действия тормозной системы, свободного и рабочего хода педали, действие стояночного тормоза;

– *ходовая часть* – проверка состояния узлов и деталей подвески, состояние шин и давление воздуха в них;

– *кабина, платформа и оперение* – проверка замков, петель и ручек дверей кабины и другие работы;

– *система питания* – проверка состояния агрегатов и приводов системы питания, герметичность их соединений;

– *электрооборудование* – очистка и проверка аккумуляторной батареи, генератора, приборов и электропроводки.

Смазочные и очистительные работы включают смазку узлов трения и проверку уровня масла в картерах агрегатов и бачках гидропривода автомобиля в соответствии с картой смазки.

Дополнительные работы по специальным автомобилям и тягачам при этом проверяют, состояние несущих элементов, соединений и коммуникаций, проверка уровня масла в баке механизма подъёма платформы и др.

Основные операции ТО-2 включают следующие виды работ: контрольно-диагностические, крепёжные и регулировочные работы:

- *двигатель, системы охлаждения и смазки* – проверка герметичности системы охлаждения, проверка состояния ЦПГ, проверка крепления приёмных труб глушителя, поддона картеров двигателя и сцепления;
- *трансмиссия и задний мост* – проверка действия пружины сцепления, свободного и полного хода педали, работы сцепления, проверка люфта в шарнирах и шлицевых соединениях карданной передачи, проверка состояния картеров ведущих мостов;
- *рулевое управление и передняя ось* – регулировка схождения передних колес, развала, продольного и поперечного наклонов шкворней и углов поворота передних колес, проверка степени износа тормозных барабанов или дисков, колодок, накладок, свободного и рабочего ходов педали тормоза, состояния пружин, подшипников, колес и др.
- *ходовая часть* – проверка состояния и герметичности трубопроводов тормозной системы, работы тормозов, проверка состояния несущих конструкций и элементов автомобиля, правильность расположения заднего моста, проверка состояния колесных дисков и крепления колёс, состояние шин;
- *кабина, платформа* и оперение – проверка состояния поверхности кабины, кузова, оперения, системы вентиляции и отопления и др.
- *система питания* – проверка крепления всех агрегатов и элементов системы;
- *аккумуляторная батарея* – проверка функциональности аккумуляторной батареи;
- *генератор, стартер, реле-регулятор* – проверка состояния контактных элементов, подшипников, проверка работы стартера и реле-регулятора;
- *приборы зажигания* – проверка свечей и катушек зажигания, прерывателя-распределителя, регулировка зазоров в контактах;
- *приборы освещения и сигнализации* – проверка функционирования и регулировка.

Смазочные и очистительные работы включают смазку узлов трения автомобиля, замену масла в системе смазки двигателя, проверку и замену фильтрующих элементов.

Сезонное обслуживание проводят два раза в год, которое включает подготовку подвижного состава к эксплуатации при изменении сезона на осенне-зимний или весенне-летний.

Текущий ремонт автомобилей предназначен для устранения возникших отказов и неисправностей, а также для обеспечения нормативов ресурсов автомобилей и агрегатов до капитального ремонта. Характерными работами текущего ремонта являются следующие: разборочные, сборочные, слесарные, сварочные, дефектовочные, окрасочные, замена деталей и агрегатов. При текущем ремонте агрегата допускается замена деталей, достигших предельного состояния, кроме базовых. У автомобиля при текущем ремонте могут заменять отдельные детали, механизмы, агрегаты, требующие текущего или капитального ремонта.

При текущем ремонте допускается одновременная замена агрегатов, узлов и деталей, близких по ресурсу. Отработавшие агрегаты направляются в специализированные производства для восстановления и комплектования из них *ремонтных комплектов*.

Под *ремонтными комплектами* понимаются наборы агрегатов и узлов необходимые для устранения неисправностей при текущем ремонте. Ремонтный комплект должен обеспечивать безотказную работу отремонтированных агрегатов и узлов при пробеге не меньше чем до очередного технического обслуживания номер два.

Для текущего ремонта регламентируется удельная трудоёмкость, т.е. трудоёмкость, отнесенная к пробегу автомобиля, а также суммарные удельные простои в текущем ремонте и техническом обслуживании.

На хозяйственном уровне необходимо регламентировать затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт отнесенные на 1000 км пробега.

7.3 Фирменные системы технического обслуживания и ремонта

Фирменные системы технического обслуживания и ремонта основаны на планово-предупредительной стратегии и информационно поддерживаются рядом документов. В руководстве по эксплуатации автомобиля приводится минимум сведений. Структура системы технического обслуживания фиксируется в сервисных книжках, в которых приведен план-график проведения ТО. Заводы-изготовители для сервисных предприятий издают рекомендации по трудоёмкости технического обслуживания и ремонта.

С учетом международного обмена автомобильной техникой большое значение и распространение приобретают обобщающие нормативные и технологические материалы, которые при их составлении автотранспортными и информационными компаниями приобретают функции рекомендуемых нормативов технической эксплуатации автомобилей.

7.4 Ресурсное корректирование нормативов технической эксплуатации автомобилей

Главные задачи ресурсного корректирования: количественно учесть влияние объективно действующих факторов на ТЭА; оценить реальную потребность в ресурсах с учетом условий эксплуатации; обеспечить сопоставимость трудоемкостей и затрат АТП на автомобили, работающие в разных условиях эксплуатации; иметь законное обоснование для контролирующих органов при изменении себестоимости и тарифов (табл. 4.3).

При ресурсном корректировании признаны объективно действующими пять основных факторов: условия эксплуатации, K_1 (табл. 4.4); модификация и условия работы автомобиля, K_2 (табл. 4.5); природно-климатические условия, K_3 (табл. 4.6); возраст (пробег) автомобиля, K_4 (табл. 4.7); размер парка и унификация автомобилей в парке, K_5 (табл. 4.8).

Таблица 4.3 Ресурсное корректирование нормативов ТО и Р автомобилей

Вид корректирования	Вариант коррект.	Период. ТО	Трудоем. ТО	Трудоем. ТР	Ресурс до КР	Расход запасных частей
Условия эксплуатации	Пять категор.	0,6...1,0	1,0	1,0...1,5	0,6...1,0	1,0...1,65
Модификац. и условия работы	Восемь модиф.	1,0	1,0...1,25	1,0...1,25	1,0...0,7 5	1,0...1,3
Природо-климат. условия	Пять клим. районов	0,8...1,0	1,0	0,9...1,3	0,7...1,1	0,8...1,4
Возраст автомобиля	Девять возраст. групп	1,0	1,0	0,4...2,5	1,0	1,0
Размер парка	Пять вариант	1,0	0,8...1,3	0,8...1,3	1,0	1,0

Основной метод ресурсного корректирования – это изменение нормативов технической эксплуатации автомобилей с помощью коэффициентов корректирования для данных условий относительно эталонных.

Таблица 4.4 Коэффициент корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации, K_j

Корректируемые параметры	Нормативы корректирования				
	категории условий эксплуатации автомобилей				
	I	II	III	IV	V
Периодичность ТО	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
Удельная трудоемкость, ТР	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5
Пробег до КР	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5
Расход ЗЧ	1,0	1,1	1,4	1,65	2,0

Результирующий норматив для конкретных условий эксплуатации определяется по формуле:

$$H_p = H_э \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = H_э \cdot K_p, \quad (4.5)$$

где $H_э$ – норматив для эталонных условий;

K_p - результирующий коэффициент, $K_p = \sum K_i \geq 0,5$.

Таблица 4.5 Коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификации автомобилей, K_2

Модификация подвижного состава	Нормативы корректирования		
	Трудоемкость ТО И ТР	Пробег до КР	Расход запасных частей
Базовый автомобиль	1,00	1,00	1,00
Седельные тягачи	1,10	0,95	1,05
Автомобили с одним прицепом	1,15	0,90	1,10
Автомобили-самосвалы с прицепом	1,20	0,80	1,25

Оперативное корректирование производится непосредственно на АТП силами ИТС после внедрения исходных нормативов ТЭА и ресурсного корректирования.

Таблица 4.6 Коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий, K_3

Характеристика района	Нормативы корректирования			
	Периодичность ТО	Удельная трудоемкость ТР	Пробег до КР	Расход запасных частей
Умеренный	1,0	1,0	1,0	1,0
Умеренно теплый	1,0	0,9	1,1	0,9
Умеренно холодный	0,9	1,1	0,9	1,1
Холодный	0,9	1,2	0,8	1,25
Очень холодный	0,8	1,3	0,7	1,4

Цель оперативного корректирования: учет специфических условий конкретного АТП; повышение уровня технического состояния парка; более эффективное использование ресурсов ИТС.

Таблица 4.7 Коэффициент корректирования нормативов удельной трудоемкости, K_4

Пробег с начала эксплуатации в долях от нормат до КР	Автомобили		
	легковые	автобусы	грузовые
	K_4	K_4	K_4
1	2	3	4
до 0,25	0,4	0,5	0,4
от 0,25 до 0,50	0,7	0,8	0,7
от 0,50 до 0,75	1,0	1,0	1,0
от 0,75 до 1,00	1,4	1,3	1,2

1	2	3	4
от 1,00 до 1,25	1,5	1,4	1,3
от 1,25 до 1,50	1,6	1,5	1,4
от 1,50 до 1,75	2,0	1,8	1,6
от 1,75 до 2,00	2,2	2,1	1,9

Таблица 4.8 Коэффициент корректирования нормативов ТО и ТР в зависимости от количества технологически совместимых групп подвижного состава, K_5

Количество автомобилей обслуживаемых и ремонтируемых в АТП	Количество технологически совместимых групп подвижного состава			
	Менее 3	3	Более 3	-
до 100	1,15	1,20	1,30	-
от 100 до 200	1,05	1,10	1,20	-
от 200 до 300	0,95	1,00	1,10	-
от 300 до 600	0,85	0,90	1,05	-
свыше 600	0,80	0,85	0,95	-

Для расчетов принимаем:

- при определении периодичности корректировочный коэффициент равен:

$$k_{p1} = K_1 \cdot K_3, \quad (4.6)$$

- при определении пробега до КР корректировочный коэффициент равен:

$$k_{p2} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (4.7)$$

- при определении трудоемкости ТО:

$$k_{p3} = K_2 \cdot K_5, \quad (4.8)$$

- при определении трудоемкости ТР:

$$k_{p3} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (4.9)$$

Техническое обслуживание планируют по каждому автомобилю с учетом конструкции и условий эксплуатации.

К эталонным условиям эксплуатации относятся: первая категория условий эксплуатации $K_1=1$; базовая модель автомобиля $K_2 = 1$; умеренный климатический район, $K_3=1$; пробег с начала эксплуатации 50...70 % от нормативного ресурса до капитального ремонта, $K_4=1$; размер парка 200...300 автомобилей, $K_5=1$.

7.5 Практическое применение нормативов при проектировании и организации технического обслуживания и ремонта

Нормативы системы ТО и ремонта необходимы для решения следующих задач ТЭА. Расчет производственной программы ТО и ТР. Производственная программа может определяться в целом по автотранспорт-

ному предприятию или группам автомобилей, а также по зонам и участкам.

В основу расчета производственной программы положены нормы трудоёмкости, периодичности, ресурса автомобилей и агрегатов до капитального ремонта, простоя автомобиля в ТО и ремонте. Нормативы корректируют с учетом условий эксплуатации. После установления нормативных значений периодичности ТО-1, L1, ТО-2, L2, ресурса автомобиля до капитального ремонта L_k , и цикл до списания L_u определяют число КР и ТО на один автомобиль за цикл по формулам:

$$N_{ук} = L_u / L_k, \quad (4.10)$$

где $N_{ук}$ – число капитальных ремонтов за цикл.

$$N_2 = L_{u2} / L_2 - N_{ук}, \quad (4.11)$$

где N_{u2} – число вторых обслуживаний за цикл;

$$N_1 = L_{u1} / L_1 - N_2 - N_{ук}, \quad (4.12)$$

где N_{u1} – число первых обслуживаний за цикл;

Далее рассчитываем число технических обслуживаний и ремонтов на один автомобиль N_z за год по формуле:

$$N_z = N_u \eta_z, \quad (4.13)$$

где η_z – коэффициент перехода от циклового L_u к среднегодовому L_z пробегу:

$$\eta_z = L_z / L_u.$$

Затем число ТО и КР рассчитывают на парк в целом, при определении годового пробега используют данные по коэффициенту выпуска α_v и технической готовности α_r с учетом среднесуточного пробега l_{cc} или получим:

$$L_{Г} = 365 \alpha_v l_{cc}. \quad (4.14)$$

Годовая программа по видам воздействий на парк определяется по формуле:

$$\sum N_{Г} = A_u N_z, \quad (4.15)$$

где A_u – число автомобилей данной марки.

Программа работ, выражаемая трудоёмкостью и определяется:

- для ТО по формуле:

$$\sum t_{mo} = \sum N_{Г} t_{mo}, \quad (4.16)$$

где t_{mo} – трудоёмкость ЕО, ТО-1 и ТО-2;

- для ТР – произведением скорректированного норматива удельной трудоёмкости на ТО - t_{mp} и годового пробега парка автомобилей:

$$\sum t_{mp} = A_u L_{Г} t_{mp} / 1000. \quad (4.17)$$

При постановке автомобилей на техническое обслуживание с учетом календарного планирования необходимо определить конкретный день проведения очередного ТО:

$$D_{mo} = l_{mo} / l_{cc} + 1. \quad (4.18)$$

Потребности в рабочей силе с учетом трудоемкости работ в зоне ТО и ТР и нормированного фонда рабочего времени можно определить количество рабочих по формулам:

$$M_{mo} = \sum t_{mo} / \Phi_p, \quad (4.19)$$

$$M_{mp} = \sum t_{mp} / \Phi_p, \quad (4.20)$$

где Φ_p – годовой фонд времени одного рабочего при односменной работе, ч.

Число универсальных постов для выполнения ТО и ремонта определяется по формуле:

$$X_{mo} = \sum t_{mo} k / D_p T_{cm} M_{mo} \lambda, \quad (4.21)$$

где D_p – число рабочих дней в течение года;

T_{cm} – продолжительность смены, ч;

k – коэффициент неравномерности загрузки постов, $k = 1 \dots 1,4$;

λ – коэффициент использования времени смены, $\lambda = 0,85 \dots 0,95$.

Площади зон ТО и ТР определяются числом постов, коэффициентом плотности расстановки оборудования, учитывающим проезды и проходы, и площадью, занимаемой обслуживаемым автомобилем. Площадь зон определяется по формуле:

$$F_s = f_a X_n K_n, \quad (4.22)$$

где f_a – площадь подвижного состава по габаритным размерам, м²;

X_n – число постов;

K_n – коэффициент плотности расстановки постов.

Площадь производственных участков определяется по формулам:

$$F_{ymo} = f_1 + f_2 (M_{mo} - 1), \quad (4.23)$$

$$F_{ymp} = f_1 + f_2 (M_{mp} - 1), \quad (4.24)$$

где f_1 и f_2 – площадь для одного работающего и каждого последующего, м².

Независимо от форм собственности владельцам автотранспортных средств и специалистам ИТС необходимо знать, что обеспечить постоянную работоспособность, дорожную и экологическую безопасность, а также экономичность использования автомобилей можно при условии регулярного и качественного выполнения планово-предупредительной системы технического обслуживания.

7.6 Особенности эксплуатации автомобилей при низких температурах

Основными факторами отрицательного воздействия на ресурс двигателя автомобиля являются следующие: низкая температура; поступление холодного воздуха в систему питания; понижение общего теплового режима двигателя; увеличение сопротивления шин и трансмиссии при движении.

С учетом вышеизложенного возрастают пусковые износы, при этом следует отметить, что их существенная доля приходится на период пуска

и послепусковой прогрев. В период пуска на сопрягаемых поверхностях деталей двигателя имеется холодная и прочная пленка масла. После нескольких секунд работы двигателя эта пленка разогревается и под одновременным воздействием температуры, механических нагрузок и химически агрессивной среды начинает разрушаться, а новые порции масла поступают в недостаточном количестве, что увеличивает интенсивность изнашивания. Затем по мере прогрева двигателя и масла, темп износа снижается. Износы за период пуска и послепускового прогрева дизельного двигателя грузового автомобиля составляют около 7% в общем износе за период его эксплуатации.

Пусковой износ может увеличиться в 8...12 раз при нарушении режимов послепускового прогрева за счет форсирования числа оборотов коленчатого вала, длительной работы на оборотах холостого хода.

Пониженная температура окружающего воздуха оказывает отрицательное на двигатель и в начальный период движения из-за пониженного теплового режима двигателя и возрастающей нагрузки.

Эксплуатация автомобилей при отрицательных температурах приводит к повышенному расходу топлива, которое не полностью сгорает из-за ухудшения испарения и распыления. Двигатель в условиях низких температур длительно работает на пониженных и неуставившихся режимах и требует дополнительное топливо на прогрев. Агрегаты трансмиссии оказывают повышенное сопротивление из-за загустевания масла, дополнительного сопротивления качению колес автомобиля по зимней дороге все эти факторы существенно влияют на расход топлива. Необходимо отметить, что повышенный расход топлива наблюдается при прогреве двигателя и шин при длительной стоянке автомобиля на открытой площадке при низкой температуре воздуха.

В условиях реальной эксплуатации автомобиля при низких температурах в Сибири указанные факторы взаимодействуют и на 5...20% увеличивают расход топлива.

При низких температурах усложняется работа топливной аппаратуры двигателя из-за увеличения плотности топлива, ухудшения фильтрации и пропускной способности фильтрующих элементов.

Низкие температуры неблагоприятны и для стартерного пуска двигателя автомобиля, усложняя работу аккумуляторной батареи.

Основной способ, облегчающий запуск двигателя в условиях низких температур это тепловая подготовка двигателя перед пуском за счет сохранения тепла от предыдущей работы, а также за счет использования тепла внешних источников.

Эксплуатация автомобилей в зимних условиях Западной Сибири накладывает определенные условия на:

- своевременное выполнение сезонного технического обслуживания;
- применение соответствующих сезону топлив, масел, эксплуатационных жидкостей и шин;
- применение утеплительных ковриков для двигателя.

Естественное снижение надежности и увеличение трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей, работающих при низких температурах, учитывается ресурсным и оперативным корректированием нормативов технической эксплуатации.

Глава 8 Техническое обслуживание современных отечественных комбайнов и тракторов

8.1 Краткая техническая характеристика и техническое обслуживание тракторов К-744

Мощные и производительные тракторы серии К-744, машины 5...8-го тягового класса мощностью от 220 до 309 кВт, отличаются от базовой модели К-701 повышенным благоустройством рабочего места водителя, современным дизайном, увеличенным ресурсом основных и вспомогательных агрегатов, энергонасыщенностью. Тракторы данной серии могут успешно эксплуатироваться в сельском хозяйстве с широкозахватными высокопроизводительными сельскохозяйственными машинами.

Модели четвертого поколения созданы с учетом особенностей эксплуатации базовой разработки К-701. Краткая техническая характеристика тракторов К-744 приведена в таблице 4.9.

Таблица 4.9. Краткая техническая характеристика тракторов К-744

Показатели	К-744Р1	К-744Р2	К-744Р3	К-744Р4
Марка двигателя	ЯМЗ-238НД5	ЯМЗ-8481.10	ЯМЗ-8481.10-02	ЯМЗ-8481.10-04
Тяговый класс	5	5...6	6...8	6...8
$P_{кр}$, кН	50	50	75	75
$N_{ен}$, кВт/лс	220/300	257/350	287/390	309/420
n_n , об/мин	1900	1900	1900	1900
q_e , г/кВт-ч	220	220	213	213
Масса, кг	14900	15680	17500	17500
Число перед., передний ход	16	16	16	16
Число перед. задний ход	8	8	8	8
Давление в гидросистеме	200...210	200...210	200...210	200...210
Масса трактора со сдвоенными колесами	16140	17620	19200	19200
Ресурс до КР	8000	8000	8000	8000
Срок службы	10	10	10	10



Рис. 4.12. Трактор К-744Р1

Периодичность технических обслуживаний тракторов К-744 приведена в таблице 4.10.

Таблица 4.10 Периодичность и условия проведения ТО тракторов К-744

Вид технического обслуживания	Периодичность, условия
1. Предпродажное обслуживание	При подготовке к продаже
2. При эксплуатационной обкатке	При подготовке и после обкатки
3. ЕТО	Через 8...10 мото-ч
4. ТО-1	Через 125 мото-ч
5. ТО-2	Через 500 мото-ч
6. ТО-3	Через 1000 мото-ч
7. СТО-ВЛ	При $t > 5^\circ$ (конец апреля)
8. СТО-ОЗ	При $t < 5^\circ$ (конец апреля)
9. В особых условиях использования	При низких t и на заболоченных почвах
10. При хранении	10 дней, 1 раз в месяц, за 15 дней

Техническое обслуживание при подготовке к обкатке. Необходимо проверить уровень масла в баке гидросистемы трактора; уровень масла в гидросистеме КПП; уровень масла в картерах главных передач и передачах ведущих мостов; уровень охлаждающей жидкости в расширительном баке; масло в системе смазки двигателя; давление в шинах колес; уровень и плотность электролита.

Техническое обслуживание во время обкатки. Проверить состояние и крепление всех узлов и агрегатов; уровень охлаждающей жидкости; уровень масла в системе смазки; работу двигателя на слух; работу механизмов управления; работу турбокомпрессора и центрифуги. Слить конденсат из воздушных баллонов; 0,1 л топлива из топливных фильтров.

Техническое обслуживание после обкатки. Проверить состояние трактора визуально; уровень жидкостей во всех картерах и бачках; состояние фильтрующих элементов воздухоочистителя. Заменить масло и промыть фильтры в системе смазки ДВС (центробежный); в гидросистеме КПП; в картерах главных передач и ведущих мостов; слить конденсат из воздушных баллонов и отстой из топливных фильтров.

Техническое обслуживание № 1. Проверить состояние трактора; уровень масла в системе смазки ДВС; уровень масла в гидросистеме; уровень масла в гидросистеме КПП; уровень масла в картерах главных и конечных передач; уровень охлаждающей жидкости; состояние шин и давление воздуха в них; уровень электролита в аккумуляторной батарее; состояние фильтрующих элементов воздухоочистителя, вентиляции кабины. Заменить фильтрующие элементы гидробака. Слить конденсат из воздушных баллонов; 0,1 л из топливных фильтров.

Отрегулировать натяжение приводных ремней; привод педали слива (МСЦ); ход штоков тормозных камер; блокировку пуска ДВС при включенной передаче.

Смазать пальцы всех гидроцилиндров; опоры кулаков рабочих тормозов; опоры вала главных рычагов механизма навески; оси вертикального и горизонтального шарниров рамы; подшипники крестовин карданных валов.

Техническое обслуживание № 2. Выполнить все операции ТО-1. Промыть фильтр гидросистемы КПП. Проверить клиновые соединения осей вертикального и горизонтального шарниров; болты крепления прижимов промежуточной опоры; угол опережения впрыска топлива; плотность электролита и степень заряженности аккумуляторной батареи; герметичность трассы подвода очищенного воздуха к ДВС. Заменить масло в системе смазки двигателя.

Техническое обслуживание № 3. Выполнить все операции ТО-2. Промыть сапуны ведущих мостов.

Заменить масло: в гидросистеме навесного устройства; в гидросистеме КПП; в картерах главных и конечных передач ведущих мостов.

Заменить фильтры грубой и тонкой очистки топлива. Проверить и провести обслуживание турбокомпрессора; работу механизмов трактора на холостом ходу и под нагрузкой.

Сезонное техническое обслуживание. В осенне-зимний период, выполняют следующие виды работ: заправляют систему охлаждения антифризом, устанавливают утеплительные чехлы, заменяют масло летних сортов на зимние, отключают радиатор смазочной системы, плотность электролита доводят до 1,29...1,30.

Проверяют: систему пуска дизеля, зарядный ток генератора, отопитель кабины, герметичность системы охлаждения. Сливают отстой из топливных баков, неисправности устраняют.

При переходе на весенне-летнюю эксплуатацию трактора все вышеперечисленные операции выполняют в обратной последовательности. Плотность электролита в аккумуляторной батарее доводят до 1,25...1,27.

8.2 Краткая техническая характеристика и техническое обслуживание тракторов VERSATIL

Необходимо отметить, что в настоящее время компания «Ростсельмаш» включена в пятерку самых крупных мировых лидеров по производству сельскохозяйственной техники.



Рис. 4.13 Трактор Versatile 2375

Выпускается продукция этой марки на 13 предприятиях, построенных не только в России, но и в Казахстане, США, Украине и Канаде. Реализуется техника «Ростсельмаш» в 26 странах мира. И пользуется заслуженной популярностью. В ассортимент компании «Ростсельмаш», помимо комбайнов, входит еще 23 наименования техники.

Рассмотрим краткую техническую характеристику тракторов Versatile компании «Ростсельмаш» приведенную в таблице 4.11.

Виды и периодичность технических обслуживаний, установленные за тракторами Versatile приведены в таблице 3.12. Необходимо отметить, что кроме характерных видов отечественной системы ТО и ремонта добавляются технические обслуживания ТО-4 и ТО-5.

Таблица 4.11 Краткая техническая характеристика тракторов Versatile

Наименование показателя	Versatile 460	Versatile 520	Versatile 570	Versatile 620
Двигатель	Cummins QSX 15	Cummins QSX 15	Cummins QSX 15	Cummins QSX 15
Мощность, N_n , кВт/лс	320/435	356/485	393/535	422/535
M_k , кгм	2000	2258	2440	2542
Трансмиссия	Автоматич.	Автоматич.	Автоматич.	Автоматич.
Производит. масляного насоса ГС, л/мин	201	201	201	201
Максимальное давление в гидросистеме, бар	200...210	200...210	200...210	200...210
Эксплуатационный вес трактора, кг	19739	22000	24268	26082

Таблица 4.12 Виды технических обслуживаний за тракторами Versatile

Наименование технического обслуживания	Периодичность технического обслуживания	Исполнитель технического обслуживания
ТО в период обкатки	После первых 50 м-ч	Авторизованный СЦ
ЕТО	Каждые 10 м-ч эксплу.	Оператор техники

ТО-1	Через каждые 50 м-ч	Оператор техники
ТО-2	Через каждые 250 м-ч	Авторизованный СЦ
ТО-3	Через каждые 500 м-ч	Авторизованный СЦ
ТО-4	Через каждые 1000 м-ч	Авторизованный СЦ
ТО-5	Через каждые 1500 м-ч	Авторизованный СЦ
ТО при длительном хранении техники	Постановка/Снятие	Оператор техники эксплуатирующей организации

Периодичность ТО техники Versatile определяется в отработанных мото-часах, с допустимым отклонением не более $\pm 10\%$.

Техническое обслуживание после первых 50 м-ч работы. Необходимо выполнить следующие операции, заменить: топливные фильтры; фильтроэлемент дополнительного топливного фильтра; мало в двигателе; масляный фильтр в двигателе; фильтр системы охлаждения двигателя; масло в мостах ведущих колес; масло в гидравлической системе; фильтры в гидравлической системе; фильтр в трансмиссии; масло в трансмиссии трактора. Трудоемкость работ при проведении первого технического обслуживания составляет от 5 до 6,5 час.

Второе техническое обслуживание. Выполняются следующие операции, заменить: топливные фильтры; масло в двигателе; масляный фильтр в системе смазки двигателя; фильтр трансмиссии при первых 250 м-ч; масло в трансмиссии трактора. Трудоемкость работ при проведении второго технического обслуживания составляет от 3,5 до 5,5 час.

Третье техническое обслуживание. Необходимо выполнить следующие операции, заменить: топливные фильтры; фильтроэлемент дополнительного топливного фильтра; мало в двигателе; масляный фильтр в двигателе; Трудоемкость работ при проведении третьего технического обслуживания составляет 4,5 час.

Четвертое техническое обслуживание. Заменить: топливные фильтры; фильтроэлемент дополнительного топливного фильтра; мало в двигателе; масляный фильтр в двигателе; фильтр системы охлаждения двигателя; масло в мостах ведущих колес; фильтры в гидравлической системе. Очистить всасывающий гидравлический фильтр. Заменить: оба фильтрующие элемента воздуха; фильтр в кабине трактора; фильтр в трансмиссии; масло в трансмиссии. Трудоемкость работ по ТО-4 – 6,5...8,0 час.

Пятое техническое обслуживание. Необходимо выполнить следующие операции, заменить: топливные фильтры; фильтроэлемент дополнительного топливного фильтра; мало в двигателе; масляный фильтр в системе смазки двигателя; масло в гидравлической системе; фильтры в гидравлической системе. Трудоемкость работ по ТО-5 – 5,5 час.

8.3 Краткая техническая характеристика и техническое обслуживание комбайнов АКРОС, TORUM

Комбайны АКРОС и TORUM рассчитаны на уборку, прежде всего очень больших площадей высокоурожайных культур с высокой скоростью и без потерь времени. За сезон с использованием моделей этой марки мож-

но убрать в Западной Сибири более 500 гектар зерновых культур и подсолнечника.



Рис. 4.14. Зерноуборочный комбайн АКРОС-595 Плюс

На сегодняшний день фирма «Ростсельмаш» предлагает сельхозпредприятиям четыре модели этой техники. Это комбайны АКРОС 550, 560, 585 и 595. Все эти модели характеризуются высокой производительностью и адаптированы для уборки самых разных сельскохозяйственных культур. Отличия между ними заключаются, прежде всего, в мощности двигателя и скорости производства полевых работ.

Следует отметить, что на современные высокопроизводительные зерноуборочные комбайны АКРОС устанавливаются, как отечественные двигатели ЯМЗ, так и зарубежных фирм мощностью от 280 до 325 и более лошадиных сил.

Зерноуборочные комбайны модели TORUM являются самыми высокопроизводительными в мире роторных зерноуборочных комбайнов. Эта мощная машина способна за один сезон убрать свыше 1000 га различных культур, обмолачивая до 40 т зерна в час, т.е. около 300 т за восьмичасовую смену. Помимо высокой производительности и экономичности, комбайны TORUM отличает способность эффективно работать на засоренных и влажных фонах. Это обусловлено применением в конструкции технологического тракта уникальной системы обмола Advanced Rotor System (ARS), которая включает сразу три инновационных решения: битерную наклонную камеру, ротор с вращающейся декой и тремя точками обмола и бесступенчатый привод ротора.

Таблица 4.13 Краткая техническая характеристика комбайнов АКРОС, TORUM

Наименование показателя	Марка комбайна				
	АКРОС-550	АКРОС-850	АКРОС-595	TORUM-750	TORUM-780
1	2	3	4	5	6
Марка двигателя	ЯМЗ-236БЕ-2	Cummins 6LTAA	Cummins 6LTAA	OM460LA MTU (Mercedes)	OM460LA MTU (Mercedes)

1	2	3	4	5	6
Мощность двигателя, кВт/лс	206/280	221/300	239/325	312/425	372/506
Объем бункера, л	9000	9000	9000	10500	12000
Скорость разгрузки бункера, л/с	90	90	90	105	105

В таблице 4.13 приведена краткая техническая характеристика комбайнов АКРОС, TORUM.

Техническое обслуживание комбайнов АКРОС

За зерноуборочными комбайнами АКРОС заводом изготовителем установлены следующие виды технических обслуживаний: ежесменное техническое обслуживание, ЕТО; первое техническое обслуживание, ТО-1; второе техническое обслуживание, ТО-2; третье техническое обслуживание, ТО-3.

Периодичность технических обслуживаний приведена в таблице 4.14.

При наработке первых 100 мото-часов заменяют: масло в картере двигателя; масляный фильтр; масло в КПП; масло в бортовых редукторах; масло в редукторе отбора мощности; масло в редукторе молотильного барабана; масло в редукторе вертикального шнека. Регулируют осевой люфт ступиц колес и их сходимость.

Таблица 4.14 Виды и периодичность технических обслуживаний за зерноуборочными комбайнами АКРОС

Наименование технического обслуживания	Периодичность технического обслуживания	Исполнитель технического обслуживания
ТО в период обкатки	После первых 50 или 100 м-ч эксплуатации	Авторизованный СЦ
ЕТО	Каждые 10 м-ч эксплуатации (ежесменно)	Оператор техники, эксплуатирующая организация
ТО-1	Через каждые 50 м-ч эксплуатации	Оператор техники, эксплуатирующая организация
ТО-2	Через каждые 250 м-ч эксплуатации	Авторизованный СЦ
ТО-3	Через каждые 500 м-ч эксплуатации	Авторизованный СЦ
ТО при длительном хранении	В период длительного хранения	Оператор техники, эксплуатирующая организация

При ЕТО проверяют: систему питания двигателя, наличие конденсата в водоотделителе; уровень охлаждающей жидкости; натяжку гаек на мосту ведущих колес; регулировку цепей и ремней; уровень масла в гидробаке, герметичность рукавов и трубопроводов; уровень масла в редукторе отбора мощности; натяжение клинового ремня привода компрессора. Необходимо очистить камнеуловитель и вращающиеся части комбайна.

При ТО-1 проверяют: натяжку крепления соединения шарниров со штоками гидроцилиндров моста управляемых колес; натяжку крепления

соединения шарниров с кронштейнами на поворотных кулаках моста управляемых колес; стояночный тормоз; рабочие тормоза; аккумуляторную батарею, клеммы, наконечники и выводы; крепление ресивера пневмосистемы к ферме подвеса щита; резьбовые соединения наружных сборочных единиц. Необходимо выполнить очистку штекерных колодок сжатым воздухом.

При ТО-2 проверяют: фильтр воздухоочистителя и при необходимости очищают его; трубопроводы охладителя наддувочного воздуха; уровень масла в КПП и бортовых редукторах; уровень масла в редукторе вертикального шнека бункера. Промывают фильтр центробежной очистки масла. Заменяют масло в редукторе наклонного шнека бункера.

При ТО-3 заменяют масло: в картере двигателя; в КПП и бортовых редукторах; в редукторе отбора мощности; в редукторе молотильного барабана; в редукторе конического наклонного шнека бункера; в редукторе барабана; в редукторе конического выгрузного шнека нижнего. Необходимо заменить фильтр в системе смазки, а также фильтры грубой и тонкой очистки топлива. Подтянуть головки цилиндров и отрегулировать тепловые зазоры в ГРМ. Снять форсунки и провести их ТО, затем очистить сапун гидробака.

Проверяют: охладитель наддувочного воздуха; трассы линии нагнетателя пневмокомпрессора; крышку расширительного бачка; натяжитель ремня компрессора кондиционера; систему впуска и выпуска; электропроводку двигателя; генератор.

Очищают и промывают датчик системы расхода топлива.

При наработке 1000 мото-часов дополнительно выполняют следующие операции проверяют: ремень и натяжитель привода вентилятора системы охлаждения уровень электролита в аккумуляторных батареях. Заменяют: смазку в редукторе колена выгрузного шнека; масло в гидросистеме комбайна; фильтр основной гидросистемы; фильтрующий элемент ГСТ; фильтр воздухоочистителя кабины; масло в бортовых редукторах и коробке диапазонов. Очищают сапун гидробака. Прокачивают гидросистему рулевого управления.

При необходимости проверяют: уровень охлаждающей жидкости; воздушный фильтр и трассу эжекции, при наличии пожнивных остатков; затяжку гаек шарнирных соединений; затяжку крепления контргаек рулевой тяги и рулевого гидроцилиндра с шарнирами. Регулируют осевой люфт ступиц колес.

После уборки урожая необходимо смазать нож жатки и ножи барабана ИРС, очистить весь комбайн и жатвенную часть.

Техническое обслуживание комбайнов TORUM

При **ТО-1** необходимо проверить и при необходимости произвести установку сходимости колес и устранить осевой люфт.

При **ТО-2** выполняют следующие операции, заменяют: масло в системе смазки двигателя; заменить масло в редукторе загрузочного шнека

бункера; заменить фильтр тонкой очистки топлива; заменить фильтр грубой очистки топлива; заменить масляный фильтр СС двигателя. Проверить натяжение ремня генератора, смазать комбайн согласно карты смазки.

При **ТО-3** выполняют следующие операции, заменяют масло: в системе смазки двигателя; масло в гидросистемах комбайна; в редукторе загрузочно-го шнека бункера; в редукторе нижнем выгрузного шнека; в редукторе привода ротора; в редукторе отбора мощности; в бортовых редукторах и коробке диапазонов; в редукторе привода деки. Далее необходимо заменить фильтр тонкой очистки топлива; фильтр грубой очистки топлива; масляный фильтр системы смазки двигателя; фильтр гидробака; фильтрующий элемент ГСТ привода ходовой части; фильтрующий элемент ГСТ привода ротора.

Отрегулировать тепловые зазоры в газораспределительном механизме двигателя. Очистить и промыть сапун гидробака и смазать комбайн согласно карты смазки.

8.4 Краткая техническая характеристика и техническое обслуживание комбайнов Дон-680М, РСМ-1401

В настоящее время завод «Ростсельмаш» выпускает усовершенствованную модификацию Дон-680М. Этот комбайн предназначен для уборки и заготовки кормов, прежде всего, в небольших и средних хозяйствах, со стадом КРС до 500 голов. Возможности комбайна «Дон-680М» – это уборка и заготовка порядка 30-ти тысяч тонн силоса и зелёных кормов за сезон. А всего за один час работы на уборке комбайн способен переработать кормовую массу общим объёмом в 108 тонн (если это кукуруза с влажностью до 80% и урожайностью 45 т с гектара).

Основными критериями при выборе комбайна является его мощность, производительность и универсальность. По всем пунктам, РСМ-1401, выпускаемый компанией «Ростсельмаш», заслуживает высокой оценки.

Кормоуборочный комбайн РСМ-1401 предназначен для скашивания или подбор подвяленной массы из валков, измельчения и погрузки в транспортное средство силосных культур, в том числе кукурузы в фазе восковой спелости зерна, подсолнечника и других грубостебельных культур, многолетних и однолетних трав и смесей.

Техническое обслуживание комбайнов ДОН-680М и РСМ-1401

За кормоуборочными комбайнами ДОН-680М и РСМ-1401 заводом изготовителем установлены следующие виды технических обслуживаний: ежесменное техническое обслуживание, ЕТО; первое техническое обслуживание, ТО-1; второе техническое обслуживание, ТО-2 и третье техническое обслуживание, ТО-3.

Периодичность технических обслуживаний приведена в таблице 4.11.

Краткая техническая характеристика кормоуборочных комбайнов приведена в таблице 4.15.



Рис. 4.15 Кормоуборочный комбайн РСМ-1401

Таблица 4.15 Краткая техническая характеристика комбайнов
ДОН-680М, РСМ-1401

№ п/п	Наименование показателя	ДОН-680М	РСМ-1401
1	Двигатель	ЯМЗ-238ДК-1	ЯМЗ-7511.10-09
2	Номинальная мощность, кВт/лс	213/290	295/400
3	Емкость топливного бака, л	540	1080
4	Ширина питающего аппарата, мм	680	680
5	Скорость вращения барабана, об/мин	838	1200
6	Диаметр измельчающего барабана, мм	750	630
7	Длина резки, мм	3,5/8/20	4/7/10/17
8	Трансмиссия	Гидростатическая	Гидростатическая
9	Рабочая скорость, км/ч	до 15	до 15
10	Ширина захвата жатки для уборки трав, м	4,2; 4,95	5,0
11	Ширина захвата жатки для уборки силосных культур, м	4	6,2
12	Ширина захвата подборщика, м	2,2; 3,0	3,0
13	Масса комбайна, кг	9400	9900

Техническое обслуживание комбайнов ДОН-680М

При наработке первых 50 мото-часов: заменить масло в системе смазки двигателя; заменить масляный фильтр; промыть фильтр центробежной очистки масла; подтянуть болты крепления головок блока и отрегулировать тепловые зазоры в ГРМ; подтянуть резьбовые соединения муфты привода ТНВД и отрегулировать угол опережения впрыска топлива.

При наработке первых 100 мото-часов: заменить масло в гидросистеме комбайна, в бортовых редукторах и коробке диапазонов. Заменить фильтр основной гидросистемы и фильтрующий элемент ГСТ.

Через каждые 250 мото-часов работы проверить и при необходимости произвести установку сходимости колес и устранить осевой люфт; смазать узлы трения согласно таблицы смазки.

Заменить масло: в редукторе ускорителя; в редукторе питающего аппарата; в редукторе верхних пальцев; в системе смазки двигателя; в редукторах жатки и подборщика. Заменить масляный фильтр в системе смазки двигателя; промыть фильтр центробежной очистки масла двигателя; снять топливные форсунки с двигателя и провести их техническое обслуживание.

Через каждые е 500 м-ч или 1 раз в сезон проверить и при необходимости произвести установку сходимости колес и устранить осевой люфт. Заменить масло: в редукторе ускорителя; в редукторе питающего аппарата; в редукторе верхних пальцев; в системе смазки двигателя; в редукторах жатки и подборщика; в гидросистеме комбайна; в бортовых редукторах и коробке диапазонов. Смазать узлы трения согласно карты смазки комбайна. Подтянуть болты крепления головок блока и отрегулировать тепловые зазоры в ГРМ; промыть фильтр центробежной очистки масла двигателя. Заменить фильтр тонкой очистки топлива; фильтр в основной гидросистеме; фильтрующий элемент ГСТ.

Техническое обслуживание комбайнов RSM-1401

При наработке первых 100 мото-ч: проверить и при необходимости произвести установку сходимости колес и устранить осевой люфт. Заменить масло в: гидросистеме комбайна; редукторе питающего аппарата; редукторе привода верхних валцов питающего аппарата; редукторе привода вентилятора; редукторе отбора мощности; бортовых редукторах и коробке диапазонов. Заменить фильтр основной гидросистемы и фильтрующий элемент ГСТ.

Через каждые 250 мото-ч работы заменить: масло и масляный фильтр в системе смазки двигателя; масло в редукторе подборщика; фильтры грубой и тонкой очистки топлива. Отрегулировать тепловые зазоры в ГРМ. Смазать узлы трения согласно таблицы смазки.

Через каждые 500 мото-ч работы или 1 раз в сезон, заменить масло в: системе смазки двигателя; гидросистеме комбайна; редукторе питающего аппарата; редукторе привода верхних валцов питающего аппарата; редукторе привода вентилятора; редукторе отбора мощности; бортовых редукторах и коробке диапазонов; редукторах жатки и подборщика. Заменить фильтр тонкой очистки топлива; фильтр грубой очистки топлива; фильтр основной гидросистемы; фильтрующий элемент ГСТ; Отрегулировать тепловые зазоры в ГРМ и смазать узлы трения согласно карты смазки.

При наработке 1000 мото-ч заменить: масло в системе смазки двигателя; фильтр тонкой очистки топлива; фильтр грубой очистки топлива; масло в бортовых редукторах и коробке диапазонов.

Глава 9 Техническое диагностирование импортных мобильных машин

9.1 Особенности эксплуатации импортных мобильных машин в России

Основными производителями сельскохозяйственной техники в странах Западной Европы и Северной Америки, являются транснациональные корпорации John Deere, Case, New Holland, Claas и др. на долю которых приходится более 70% машин. Все эти фирмы присутствуют в России.

В Европе различные фирмы предлагают более 720 моделей тракторов мощностью от 12...330 кВт, более 150 моделей зерноуборочных комбайнов с мощностью двигателя от 125 до 214 кВт для уборки зерновых культур в диапазоне урожайностей от 3 до 12 т/га. При этом емкость бункера у современных комбайнов превышает 10 м³, а скорость его разгрузки достигает до 6 т/мин.

Современные модели машин имеют электронное управление агрегатами, а также располагают встроенной системой бортовой диагностики и спутниковой системой позиционирования (GPS), которая обеспечивает контроль качества выполнения технологических операций в составе МТА.

Нормативный ресурс за срок службы составляет в США для: тракторов формулы 4x4 - 16000 мото-ч; тракторов формулы 4x2 - 12000 м-ч; зерноуборочных комбайнов - 3000 мото-ч, за 10 лет эксплуатации.

В Западной Европе для: тракторов мощностью 38...184 кВт - 12000 мото-ч; зерноуборочных комбайнов - 3000 м-ч, за 10 лет эксплуатации.

Наработка на отказ для американских и европейских машин составляет: тракторы - 1000 мото-ч; зерноуборочные комбайны - 100...250 м-ч или в 4...6 раз выше, чем отечественных.

В США нормативы общих затрат Y на техническое обслуживание (ТО) и ремонт (P) для основной группы мобильных машин рассчитывают по формуле:

$$Y = C \cdot f \cdot (T/1000)^k, \quad (4.25)$$

где: C - цена машины;

f и k - эмпирические коэффициенты;

T - наработка машины, мото-ч.

Значение коэффициентов f и k : для тракторов $f = 0,006944$, $k = 2,0$; для зерноуборочных комбайнов $f = 0,039820$, $k = 2,1$.

В России при низком качестве технического сервиса эти затраты, по данным ВНИИЭСХ, будут в 1,5...2,0 раза выше.

Нормативные затраты на ТО и ремонт за срок эксплуатации зарубежной техники составляют:

- по тракторам 80...120% стоимости приобретения новых машин и при общей наработке 10000 м-ч;
- по самоходным зерноуборочным комбайнам - 80%.

Необходимо отметить, что эксплуатация зарубежной мобильной техники в России имеет ряд особенностей:

- высокая наработка зарубежных машин обусловлена большей технической и технологической надежностью и более интенсивным использованием;
- многомарочность приобретаемой техники препятствует правильной организации и проведению ТО и ремонта в отдельных предприятиях;
- технико-экономический анализ состояния ремонтно-технологической базы показывает, что качественный ремонт и ТО сложных агрегатов отечественной и зарубежной техники обеспечивается только на дилерских и специализированных предприятиях;
- качественное ТО техники могут обеспечить квалифицированные специалисты с использованием специального оборудования и информационных технологий;
- технический сервис зарубежных мобильных машин в нашей стране находится на начальном этапе.

Современные конструкции зарубежных машин значительно отличаются от отечественной техники наличием большого числа различных электронных, электро- и гидроуправляемых узлов и агрегатов. Высокая цена заменяемых узлов и элементов делает актуальной задачу наиболее полного использования их ресурса. Такая постановка проблемы значительно повышает роль диагностирования в системе ТО и ремонта как основы управления качеством технологического состояния системы. Как показывает передовой опыт использования зарубежной мобильной техники в регионе, отказы в основном связаны с нарушением правил ТО, низким качеством применяемого дизельного топлива и смазочных материалов.

9.2 Организация технического сервиса

Эффективность технического сервиса в значительной мере определяется качеством проведения ТО и ремонта, реализацией запасных частей и услуг. Владелец дорогостоящей и высокопроизводительной техники заинтересован в качественном и быстром проведении операций ТО и Р, что обусловлено техническим оснащением и квалификацией специалистов сервисного предприятия.

Из всего многообразия систем технического сервиса выделим три наиболее распространенные: система фирменного сервиса; дилерская система технического сервиса; дилерская система фирменного сервиса.

Рассмотрим *систему фирменного сервиса*, которую осуществляет фирма–производитель техники, при этом сервисное предприятие находится на балансе фирмы. Положительным является участие фирмы непосредственно в процессе эксплуатации, негативным – содержание на своем балансе множества сервисных станций (пример сервисные предприятия объединений ВАЗ и КамАЗ).

Дилерская система технического сервиса предусматривает проведение ТО и устранение отказов дилером на собственном сертифицированном

предприятию (без посредников). Для организации дилерского предприятия необходима финансовая обеспеченность и наличие соответствующей материально-технической базы. При выполнении этих условий фирма-производитель и предприятие заключают дилерский договор. Такая схема организации наиболее распространена в России.

Дилерская система фирменного сервиса предусматривает проведение работ по техническому сервису под жестким контролем качества выполняемых мероприятий фирмой-производителем. Предприятие не принадлежит фирме, но пользуется ее логотипом и названием, имеет право гарантийного обслуживания и ремонта. Для организации в условиях России эффективного технического сервиса зарубежной мобильной сельскохозяйственной техники необходимо создавать независимую дилерскую сеть.

Основные функции дилера заключаются в изучении конъюнктуры рынка; поиске потенциальных покупателей; продаже и рекламе продукции и услуг; проведении продажного и предпродажного обслуживания машин, досборке, установке дополнительного оборудования и обкатке машин; проведении ТО и Р в гарантийный и послегарантийный периоды; обучении владельцев машин и ремонтно-обслуживающего персонала правильной эксплуатации техники; обеспечении запасными частями и расходными материалами; учет отказов и предоставление фирме информации о надежности узлов и агрегатов и машин в целом.

Основная задача дилерской службы – ответственность за техническое состояние реализуемой техники в течение всего срока службы.

Дилер из общего объема работ, принятого за 100% затрачивает на: продажу нового оборудования – 40%; продажу подержанных машин и оборудования – 15%; продажа запасных частей – 20%; проведение технического обслуживания машин – 20%; сдача машин в аренду – 5%.

Зона обслуживания дилеров за рубежом находится в пределах 40...250 км, в условиях России эти границы на порядок выше.

В системе обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники зарубежного производства особая роль отводится специализированному предприятию по техническому сервису. Применение электронных, пневматических, гидравлических схем в отдельных узлах, агрегатах и в управлении всей машины в целом предопределяет необходимость внедрения агрегатно-узлового метода ремонта.

Специализированное предприятие по техническому сервису оснащенное оборудованием и квалифицированными кадрами, предназначено для технического обслуживания и ремонта сложных узлов и агрегатов тракторов и мобильных СХМ.

Сервисное предприятие, оказывающее услуги на должном уровне, после добровольной аттестации фирмой-производителем может организовать свою деятельность уже как ее дилер и непосредственный представитель. Предприятие в зависимости от объемов работ комплектуется стационарным и переносным оборудованием и приборами; нормативно-технической документацией, специальной литературой и электронными базами данных.

Рассмотрим номенклатуру оборудования для сервисных предприятий на примере фирмы Bosch, предназначенных для технического сервиса топливной аппаратуры дизельных двигателей, которые включают:

- стенд для испытаний топливной аппаратуры (EPS 815);
- стенд для регулировки дизельных форсунок (EPS 100);
- оснастка и инструмент для разборки-сборки и регулировки ТНВД на стенде;
- системный тестер для сканирования бортовой системы диагностики (KTS 520);
- оснастка и инструмент для электронно-управляемых ТНВД (EDC);
- пакет обновляемых прикладных программ ESItronic с технической информацией и инструкциями по ремонту.

Фирма Bosch сервисному предприятию присваивает статус: кандидата, авторизованного сервиса, гарантийного сервиса или центра.

Различие статуса предприятий определяется набором оборудования, специализированного инструмента и квалификацией персонала. Для предприятия авторизованного сервиса – качество работ должно соответствовать уровню Bosch.

Предприятие гарантийного сервиса дополнительно имеет право проводить гарантийный ремонт и обслуживание.

В фирме Bosch существует международная оценка качества сервисного обслуживания, основанная на анализе комплекса оценочных критериев.

Электронные базы данных и программные продукты применяются для организации работы предприятия на основе электронной системы обработки и хранения данных по эксплуатируемому парку машин, для которых проводятся диагностические и ремонтно-обслуживающие работы.

База данных создается непосредственно инженерной службой предприятия.

Фирмы производители техники разрабатывают пакеты программного обеспечения, содержащие различные сведения о регулировочных параметрах машин и данные для их диагностирования.

Эффективное использование инженером технической информации требует владение информационными технологиями.

9.3 Система электронного диагностирования современных машин

В настоящее время мобильные машины используют большое число электронных систем, которые интенсивно обмениваются данными и информацией в процессе работы.

Электронные системы управления (ЭСУ) устанавливаются на современных тракторах и комбайнах. На современном зарубежном комбайне задействовано до 10 независимых, подстраивающихся электронных систем для управления механическими, гидравлическими и пневматическими агрегатами машины, а также осуществляют функции диагностирования.

Основные электронные системы управления (ЭСУ) обеспечивают функции: управления работой двигателя; управления работой трансмиссии; управления тормозной системой; управления работой рабочих органов; самодиагностики электронных систем; управления климат-контролем; навигации, связи и других мультимедийных устройств.

Сбор информации с датчиков, обработка данных, формирование управляющих сигналов для работы машины происходит в электронных блоках управления (ЭБУ). Как правило, каждая электронная система имеет собственный ЭБУ, хотя достаточно часто в одном блоке замыкаются несколько систем.

Основными функциями ЭБУ являются: непрерывный контроль работы всех составляющих системы; преобразование аналоговых сигналов в цифровой вид; сохранение и обработка данных; сравнение полученных данных с заданными; распознавание ошибок; расчет необходимого сигнала управления в случае отклонения от заданного значения; обмен данными с пультом управления и диагностическим прибором; контроль состояния исполнительных механизмов и рабочих органов.

Система диагностирования современных машин может проводить оценку качества работы всех элементов, участвующих в общей схеме ее работы. Функции самодиагностики чаще всего прописываются в ЭБУ жизненно важных систем, но могут быть дополнительно введены в программы любого ЭБУ.

Таким образом, проведение непрерывного диагностирования множества датчиков, исполнительных механизмов и самого ЭБУ заложено в его программу. Если машина снабжена дополнительными рабочими органами и системами, предназначенными для выполнения каких-либо технологических операций, то число датчиков и исполнительных элементов, участвующих в процессе самодиагностики значительно увеличивается.

Необходимость контроля всех систем и агрегатов мобильной техники объясняется стремлением производителей обеспечивать оперативный контроль технологического процесса работы и технического состояния всех сложных агрегатов машины.

Это позволяет повысить надежность машины и в то же время ведет к усложнению бортовой электронной системы в целом.

В современных мобильных машинах число электронных блоков, исполнительных элементов, датчиков неуклонно растет, что существенно усложняет контроль их технического состояния, поиск и устранение неисправностей. В то же время у разработчиков техники появляется возможность, интегрировав в ЭБУ систему, которая бы анализировала происходящие через него управляющие и ответные сигналы, косвенно или напрямую оценивать работоспособность узлов мобильных машин. Это послужило предпосылкой появления в составе ЭБУ новой системы, получившей название – *бортовая система диагностирования*.

В большинстве электронных систем современных машин реализована бортовая система диагностирования, включающая в себя активное и пассивное диагностирование.

Активное диагностирование предполагает проведение различных тестовых операций.

Пассивное диагностирование – проводится путем сбора информации о состоянии блоков управления, датчиков и исполнительных механизмов систем с фиксацией распознанных ошибок.

Работа бортовой системы диагностирования основана на непрерывной проверке исправности основных электрических цепей, анализе откликов основных устройств на тестовые сигналы, измерении сигналов в определенных точках системы и сравнении их с эталонными значениями. Бортовая система диагностирования осуществляет: идентификацию системы и блоков управления; контроль входных и выходных сигналов; контроль передачи данных и внутренних функций блока управления; считывание, распознавание и хранение информации о статистических ошибках; считывание текущих реальных данных; программирование параметров и моделирование функций системы; согласование работы между ЭБУ разных систем.

Бортовые системы диагностирования характеризуются увеличением числа сигнальных указателей за счет введения новых датчиков и алгоритмов диагностирования и развитием диагностического контроля через *систему предупредительной сигнализации*.

Например, на многих моделях комбайнов оператор имеет возможность постоянно контролировать состояние элементов привода и рабочих механизмов жатки, молотильного аппарата, двигателя, трансмиссии, расход топлива, потери и влажность обмолачиваемого зерна и другие параметры и в соответствии с полученной информацией задавать наиболее рациональные режимы работы. Информация о работе наиболее важных систем выводится на сигнальное табло, установленное на панели кабины или на рабочий монитор, установленный в кабине машины.

Помимо системы предупредительной сигнализации современные мобильные машины оснащаются встроенной бортовой системой диагностирования. Такая система позволяет проводить непрерывный мониторинг узлов и агрегатов, с помощью специальных алгоритмов выявлять отклонения в их работе, фиксировать эти ошибки в памяти системы в виде определенных *диагностических кодов неисправностей* (ДКН) и при необходимости выводить их на монитор.

Доступ к диагностическим кодам неисправностей производится в определенной для каждой модели машины последовательности и определяется возможностями бортовой системы диагностирования. Одной из особенностей бортовой системы диагностирования является максимальное использование информации, получаемой от датчиков. При необходимости расширения функций самодиагностирования, можно ввести дополнительные датчики, которые также могут быть адаптированы в электронную систему управления.

Необходимо отметить, что наряду со встроенной системой диагностирования получили распространение устанавливаемые технические средства диагностирования (УТСД), которые отличаются конструктив-

ным исполнением средств обработки, хранения и выдачи информации и предназначены для машин, не имеющих бортового диагностирования.

Такие системы диагностирования выполняются в виде легкоъемного блока, который периодически устанавливается на машину и после определенного промежутка времени эксплуатации снимается.

Применение УТСД позволяет диагностировать машину на различных режимах, в том числе и под нагрузкой. Таким образом, одним прибором (УТСД) можно обслуживать несколько единиц эксплуатируемой в предприятии техники.

9.4 Технические средства диагностирования машин, снабженных бортовой системой диагностирования

Встроенные бортовые системы технического диагностирования (СТД) включают в себя входящие в конструкцию машины датчики, устройства измерения, микропроцессоры и устройства отображения диагностической информации.

Внешние СТД, не входящие в конструкцию машины, в зависимости от их устройства и технологического назначения могут быть стационарными или переносными.

Технические средства диагностирования могут включать в себя в различных комбинациях следующие основные элементы:

- датчики, воспринимающие диагностические параметры и преобразующие их в сигнал, удобный для обработки или непосредственного использования;
- устройства, позволяющие считывать данные с блоков управления машиной, двигателем, рабочим органом и агрегатами;
- измерительные устройства и модули,
- устройства, задающие контрольные тесты или тестовый режим;
- кабели-адаптеры и переходники;
- компьютеры с соответствующим программным обеспечением;
- устройства отображения результатов (стрелочные и цифровые индикаторы, дисплей, монитор или экран осциллографа, принтер).

Как правило, одной диагностической установкой диагностируется и определяется работоспособность сразу нескольких систем машины.

Внешние диагностические устройства по функциональным возможностям можно условно разделить на три группы: сканеры, системные тестеры и мотор-тестеры.

Сканер – современный многофункциональный диагностический прибор, который используется для считывания внутрисистемной информации с ЭБУ и датчиков, имеет возможность корректировки параметров и перепрограммирования ЭБУ. Методика проведения диагностических воздействий и номенклатура определяемых параметров может быть различной в зависимости от модели ЭБУ. Наиболее широко эти приборы применяются при диагностировании двигателей с электронным управлением.

В развернутом виде основные функции сканера можно определить следующим образом: считывание из памяти ЭБУ неисправностей и сброс ошибок; считывание фактических значений, которые рассчитывает блок управления работой двигателя; диагностирование исполнительного механизма; тестирование двигателя; корректировка параметров и программирование.

Сканер предназначен для непосредственного взаимодействия с ЭБУ машины и является необходимым инструментом для диагностирования электронных систем. Диагностический прибор позволяет считывать коды неисправностей в контроллере, а также стирание их без отключения аккумуляторной батареи от бортовой сети автомобиля. Одной из наиболее полезных возможностей сканера является запись данных в его электронную память во время испытаний. С помощью сканера обеспечивается быстрый доступ к потоку различных цифровых параметров в электронных системах машин.

Системный тестер – это стационарный или портативный компьютерный тестер, предназначенный для диагностирования различных электронных систем управления посредством считывания цифровой информации по линии последовательного интерфейса диагностического разъема. В системном тестере предусмотрены все функции сканера, расширенные следующими возможностями: функция мультиметра (измерение силы тока, напряжения, сопротивления в режиме обычного мультиметра); развертка по времени (измеряемые величины можно представлять графически на экране монитора); сохранение и вывод данных на печать.

Мотор-тестер (МТ) выполняется на базе персонального компьютера и может быть: стационарным, консольным, портативным. Мотор-тестер – универсальный прибор для комплексного диагностирования машины, двигателя и его систем. Наиболее востребованной функцией МТ является возможность имитировать сигналы различных датчиков и за счет этого отключать из работы в процессе диагностирования подозрительные элементы системы. Это позволяет проверять работоспособность датчиков и качество электрических соединений без отключения их от машины и диагностировать неисправности, которые раньше приходилось локализовать лишь методом пробной замены деталей.

В мотор-тестере возможности системного сканера дополнены следующими функциями: одновременное измерение большого числа электрических сигналов; проведение тестовых испытаний и на основании анализа можно делать вывод о состоянии исполнительных систем двигателя и машины; измерение неэлектрических сигналов, в первую очередь давление топлива, масла, воздуха и других величин с преобразованием их из аналогового в цифровой вид; анализ состава отработавших газов.

Глава 10 Техническое обслуживание зарубежной мобильной сельскохозяйственной техники

Эксплуатация зарубежной мобильной техники в России имеет ряд особенностей: высокая наработка зарубежных машин обусловлена большей технической и технологической надежностью и более интенсивным использованием; многомарочность приобретаемой техники препятствует правильной организации и проведению ТО и ремонта в отдельных предприятиях.

Технико-экономический анализ состояния ремонтно-обслуживающей базы показывает, что качественный ремонт и техническое обслуживание сложных агрегатов отечественной и зарубежной техники обеспечивается только на дилерских и специализированных предприятиях.

Качественное ТО техники могут обеспечить квалифицированные специалисты с использованием специального оборудования и информационных технологий. Необходимо отметить, что технический сервис зарубежных мобильных машин в нашей стране находится на начальном этапе.

10.1 Техническое обслуживание тракторов John Deere серии 9030

Тракторы серии 9030 (9330, 9430, 9530, 9630) являются самыми мощными колесными тракторами, производимыми компанией «John Deere» на заводе Waterloo (США). Серия 9030 представлена пятью моделями, имеющими диапазон мощности двигателей от 280 до 500 л.с. Данные тракторы – общего назначения, которые предназначены для выполнения энергоемких технологических работ в растениеводстве с широкозахватными почвообрабатывающими и посевными машинами.



Рис. 4.16. Трактор John Deere серии 9030

Особенности технологий технического обслуживания зарубежной техники в сравнении с отечественной заключаются в следующем: организация работ по ТО и ремонту с учетом обязательного диагностирования в соответствии с планово-предупредительной системой технического обслуживания и ремонта; широкое использование в конструкции маши-

ны бортовой системы диагностирования различных электронных систем, блоков управления и датчиков; организация системы технического сервиса с четкой специализацией полномочий технических служб по проведению операций ТО и ремонта; применение в этом случае современных диагностических средств.

Техническое обслуживание зарубежных машин основано на плано-во-предупредительной по состоянию системе обслуживания.

В отличие от отечественной практики отсутствуют ТО-1, ТО-2 и ТО-3. Фирмы производители техники при определении периодичности устанавливают различные сроки обслуживания.

Рассмотрим периодичность ТО на примере тракторов John Deere серии 9330 – 9630. Как правило, регламентируются операции с периодичностью 10ч; 100ч; 250ч; 500ч; 750ч; 1000ч; 1250ч; 1500ч; 1750ч; 2000ч; 2250ч; 2500ч; 2750 ч; 3000 ч; 3250 ч; 3500 ч; 3750 ч; 4000 ч; 4250 ч; 4500 ч; 4750 ч; 5000 ч.

Ежедневное обслуживание через каждые 10 мото-ч. Проверить: уровень масла в двигателе; уровень охлаждающей жидкости; уровень масла в трансмиссии и гидросистеме; ведущие колеса, опорные и натяжные ролики и натяжение гусеничной цепи (гусеничный трактор); давление в шинах – еженедельно; систему пневмоподвески (гусеничный трактор).

Смазать: оси балансиров и сцепное устройство; подшипники цапфы и пальцев рулевого цилиндра; цилиндр натяжения (гусеничный трактор); передние натяжные колеса (гусеничный трактор).

Техническое обслуживание через 100 мото-ч. Заменить: масло в двигателе; масляный фильтр в картере двигателя; фильтр предварительной очистки топлива; масляный фильтр в трансмиссии; масляный фильтр гидросистемы; масляный фильтр моста (гусеничный трактор); проверить: затяжку крепежных болтов опоры тяговой штанги; затяжку крепежных болтов ведущих колес, грузов (колесный трактор); ведущие колеса, опорные ролики и натяжные ролики.

Техническое обслуживание через 250, 500, 1000, 1250, 1750, 2000, 2750, 3250, 3500, 4000, 4250, 4750 мото-ч. Заменить: масло в двигателе; масляный фильтр в картере двигателя; фильтры основной и предварительной очистки топлива.

Проверить: уровни масла в трансмиссии и гидросистеме; систему запуска с нейтрали и положение «Парковки»; уровень охлаждающей жидкости; систему пневмоподвески (*гусеничный трактор*); затяжку крепежных болов опоры тяговой штанги.

Смазать: пальцы рулевого цилиндра; ведущие валы и нижний подшипник карданной передачи (*колесный трактор*); подшипники цапфы, вал привода *ВОМ*, компоненты сцепки, датчик сцепки.

Слить: воду из водоотделителя; отстой из топливного бака. Обслужить аккумуляторные батареи. Очистить фильтры кабины трактора.

Техническое обслуживание через 750, 2250, 3750 мото-ч. При данном техническом обслуживании выполняются все регламентные опера-

ции ТО 250 м-ч, дополнительно необходимо выполнить следующие операции. Заменить: масляные фильтры трансмиссии, моста и гидросистемы; фильтр с сапуном бака гидросистемы; воздушные фильтры двигателя и кабины. Проверить холостой ход двигателя. Очистить сетку бака гидросистемы.

Техническое обслуживание через 1500, 3000, 4500 мото-ч. При данном техническом обслуживании выполняются все регламентные операции ТО 750 м-ч, дополнительно необходимо выполнить следующие операции. Заменить впускной воздушный фильтр компрессора (гусеничный трактор). Проверить натяжные устройства ременных передач и состояние ремней. Очистить сетчатый фильтр трансмиссии.

Техническое обслуживание через 2500, 5000 мото-ч. При данном техническом обслуживании выполняются все регламентные операции ТО 250 м-ч, дополнительно необходимо выполнить следующие операции. Отрегулировать зазоры клапанов в газораспределительном механизме.

10.2 Техническое обслуживание тракторов AXION серии 900

В 2003 году фирмой CLAAS было начато производство сельскохозяйственной техники в России. В настоящий момент завод в Краснодаре производит десять моделей тракторов.

Тракторы 900-й (950-930-920) серии отличаются уникальными тягово-сцепными параметрами, высоким уровнем автоматизации и компьютеризации управления, высокой производительностью, экономным расходом топлива смазочных и расходных материалов. Мощность машин от 206 до 302 кВт. В России тракторы фирмы CLAAS находят широкое применение в сельскохозяйственном производстве. Рассмотрим техническое обслуживание тракторов AXION на примере серии 900.



Рис. 4.17 Трактор AXION серии 900

При наработке 100 мото-ч необходимо выполнить следующие виды работ:

заменить: топливные фильтры; масло в системе смазки двигателя; масляный фильтр в СС двигателя; масляный фильтр коробки ПП; масло в

картере дифференциала переднего моста; масло в бортовых редукторах переднего моста; масло и фильтр в картере переднего механизма отбора мощности; масляный фильтр аварийного гидронасоса усилителя рулевого управления; масляный фильтр вспомогательной гидросистемы;

проверить: уровень охлаждающей жидкости; работу вентилятора; герметичность контура системы охлаждения; приводные ремни двигателя; герметичность впускного воздушного тракта; давление воздуха в шинах; затяжку колесных дисков на ступицах; сходжение колес переднего моста; соединительные головки пневматической тормозной системы; продувочные клапаны пневматической тормозной системы прицепа; проверить работу гидросистемы; уровень рабочей жидкости гидросистемы; уровень масла в трансмиссии трактора; герметичность капота двигателя; затяжку креплений балластных грузов задних колес;

Очистить: воздушный фильтр двигателя; охладители; воздушный фильтр кабины; фильтр рециркуляции воздуха в кабине; решетку радиатора.

Через каждые 10 мото-часов работы. Проверить: уровень масла в двигателе; уровень охлаждающей жидкости; уровень рабочей жидкости в гидросистеме трансмиссии; соединительные головки пневматической тормозной системы; продувочные клапаны пневматической тормозной системы прицепа.

Очистить: воздушный фильтр двигателя; воздушный фильтр кабины; фильтр рециркуляции воздуха в кабине. Один раз в неделю необходимо проверять включение кондиционера.

Через каждые 100 мото-часов. Проверить: уровень масла в картере дифференциала переднего моста; уровень масла в бортовых редукторах переднего моста; давление воздуха в шинах; затяжку колесных дисков на ступицах; затяжку креплений ободьев колес к колесным дискам; уровень масла в картере механизма переднего отбора мощности; затяжку креплений передних балластных грузов; затяжку креплений балластных грузов задних колес. Слить масло из сборных емкостей. Очистить амортизаторы кабины.

Через каждые 300 мото-часов. Заменить топливные и масляные фильтры; масло в двигателе.

Через каждые 600 мото-часов. Проверить: герметичность контура системы охлаждения, вентилятор; натяжение приводных ремней двигателя; герметичность впускного воздушного тракта; эффективность системы предпускового и последующего прогрета; свободный ход ручного тормоза; герметичность капота двигателя.

Заменить: масляный фильтр коробки перемены передач; масло в бортовых редукторах переднего моста; масляный фильтр аварийного гидронасоса усилителя рулевого управления; масляный фильтр вспомогательной гидросистемы; топливные фильтры системы питания; масло в двигателе; масляный фильтр системы смазки двигателя; масло и фильтр в картере переднего механизма отбора мощности.

Проанализировать историю ошибок двигателя. Очистить и смазать выводы аккумуляторной батареи. Проверить работоспособность гидросистемы.

Через каждые 1200 мото-часов. Замена: центробежного фильтра паров масла; приводных ремней двигателя; воздушного фильтра двигателя; масла в картере дифференциала переднего моста; масло в бортовых редукторах переднего моста; рабочей жидкости в гидросистеме и агрегатах трансмиссии; сетку маслозаборника аварийного гидронасоса усилителя рулевого управления; сетчатый фильтр вспомогательной гидросистемы; сапун заднего моста; воздушный фильтр кабины; фильтр рециркуляции воздуха в кабине. Слить отстой из топливных баков.

Через каждые 1800 мото-часов заменить охлаждающую жидкость в двигателе.

Через каждые 3000 мото-часов: отрегулировать ГРМ; заменить амортизаторы кабины.

Через каждые 3600 мото-часов: заменить воздушный фильтр и предохранительный патрон двигателя.

Через каждые 6000 мото-часов: заменить тормозную жидкость в рабочей тормозной системе.

10.3 Техническое обслуживание зерноуборочных комбайнов фирмы CLAAS

Мировое лидерство компания CLAAS сохраняет за собой в области зерноуборочных комбайнов. В ассортимент компании входят самые современные информационные технологии в области сельского хозяйства.

В 2003 году было начато производство зерноуборочных комбайнов в России. В настоящий момент завод в Краснодаре производит девять моделей зерноуборочных комбайнов. Рассмотрим техническое обслуживание комбайнов на примере серии TUCANO.



Рис. 4.18 Зерноуборочный комбайн TUCANO 580

При наработке первых 100 мото-часов. Выполняются следующие операции:

проверить: настройку разгрузочных пружин приставки подающего агрегата; заменить масло в редукторе молотильного барабана. Отрегулировать подбарабанье, проверить натяжение всех приводных ремней и при необходимости подтянуть;

заменить масло в: коробке перемены передач; главной передаче; раздаточной коробке двигателя.

Ежедневно очищать фильтр кабины; подбарабанье, камнеуловительный лоток; сенсоры прибора контроля потерь в соломотрясе и очистке комбайна; зону над вентилятором, стрясную доску, решета; шнековые лотки; зону вокруг коробки перемены передач и КПШ; зону двигателя, системы ДВС.

При наработке 50 мото-часов проверить: уровень тормозной жидкости; и натянуть цепи подающего агрегата; и натянуть цепь зернового элеватора; натянуть цепь элеватора сходового продукта. Проверить тормозные колодки.

При наработке через 100 и 250 мото-часов необходимые операции не предусмотрены.

При наработке 500 мото-часов или ежегодно, заменить масло: в редукторе молотильного барабана; в редукторе опорожнения зернового бункера; в коробке перемены передач; в главной передаче. Заменить фильтры в гидросистеме комбайна и в раздаточной коробке двигателя.

Отрегулировать натяжение всех ремней. Очистить конденсатор и испаритель кондиционера. Заменить фильтр в кабине комбайна.

Через каждые два года необходимо заменить тормозную жидкость и фильтр-осушитель кондиционера. Проверить огнетушитель.

Глава 11 Производственная база технического обслуживания и диагностирования машин

11.1 Классификация средств технического обслуживания

Для обеспечения своевременного и качественного проведения всех видов ТО машинно-тракторного парка сельскохозяйственное предприятие должно располагать необходимыми средствами ТО. К средствам ТО относятся приборы, оборудование, приспособления, инструмент и сооружения. По месту проведения ТО различают следующие уровни обслуживания: места работы машин; места межсменной стоянки машин; центральные усадьбы предприятий.

Средства ТО МТП подразделяются на стационарные, передвижные и стационарные. Основной базой ТО МТП служат стационарные объекты ремонтно-технические базы (РТБ) сельскохозяйственных предприятий.

Ремонтно-техническая база имеет три уровня: первый – РТБ агропромышленных предприятий, эксплуатирующих технику; второй - РТБ районных (межрайонных) технических предприятий; третий – РТБ областных, краевых, республиканских предприятий агропромышленного комплекса.

Ремонтно-техническая база сельскохозяйственных предприятий может быть трех типов.

Тип А – каждое подразделение хозяйства имеет самостоятельный хозяйственный центр, где размещается закрепленная сельскохозяйственная техника и организован пункт технического обслуживания (ПТО).

Тип Б – на центральной усадьбе находится хозяйственный центр одного из подразделений хозяйства. Остальные подразделения имеют свои ПТО.

Тип В - все подразделения базируются в одном хозяйственном центре.

11.2 Средства технического обслуживания машин

Станции технического обслуживания тракторов (СТОТ) предназначены для ТО и текущего ремонта в основном энергонасыщенных тракторов. Станции технического обслуживания автомобилей (СТОА) осуществляют ТО и текущий ремонт автомобилей, объединяемых, как правило, одним административным районом.

Станции технического обслуживания оборудования животноводческих ферм (СТОЖ) предназначены для централизованного выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования животноводческих ферм, комплексов и птицефабрик.

При каждой центральной ремонтной мастерской хозяйств выделяются посты (или секторы) технического обслуживания и диагностики тракторов. На них осуществляются сложные виды технического обслуживания (ТО-3), ресурсное, предремонтное и послеремонтное диагностирование.

Пункты технического обслуживания (ПТО) в подразделениях хозяйств предназначены для выполнения всех видов ТО (кроме ТО-3) и устранения последствий отказов (эксплуатационные ремонты) сельскохозяйственной техники.

Стационарные комплекты средств ТО (КСТО) формируют в зависимости от вида материально-технической базы. КСТО-1 для ПТО МТП подразделений хозяйств и небольших сельскохозяйственных предприятий, где выполняются операции технического обслуживания не выше ТО-2. КСТО-2 – предназначен для материально-технической базы на центральной усадьбе хозяйства, где проводятся в полном объеме диагностирование машин и операции ТО-3.

КСТО-3 – для материально-технических баз районного уровня (СТОТ, СТОА, СТОЖ и др.). Для стационарных объектов разработаны комплекты стационарных средств технического обслуживания КСТО. Основное оборудование, входящее в комплекты стационарных средств, приведено в таблице 4.16. Комплект оснастки мастера наладчика ОРГ-16395.

ГОСНИТИ (ОРГ-4999А ГОСНИТИ) может быть использован автономно от КСТО. Он предназначен для выполнения моечно-очистительных, контрольно-диагностических, регулировочных и слесарно-монтажных работ при проведении ТО-1, ТО-2 и СО тракторов.

Специфические условия использования машин в сельском хозяйстве требуют обязательного применения передвижных средств ТО, которые

необходимо использовать в сочетании со стационарными. Поэтому стационарным объектам придаются передвижные мобильные средства, которые позволяют сократить нагрузку на стационарные.

Таблица 4.16 Оборудование комплектов КСТО для проведения ТО

Оборудование	Число в комплектах, шт		
	КСТО-1	КСТО-2	КСТО-3
Моечная установка	1	1	1
Комплект оснастки наладчика	1	1	1
Установка для смазывания и заправки	1	1	1
Установка для промывки системы смазки	1	1	1
Компрессор	1	1	1
Комплект диагностических средств	-	1	1

Передвижные средства в основном классифицируют на: механизированные заправочные агрегаты на шасси автомобиля; агрегаты ТО и передвижные ремонтные мастерские. Все перечисленные мобильные средства смонтированы на шасси автомобиля. Передвижные агрегаты снабжаются комплектом средств для ТО машин в полевых условиях.

Ремонтно-технической базой предприятия АПК называется территория, оборудованная для обслуживания, ремонта, хранения и приведения в готовность к использованию тракторов, комбайнов, автомобилей и сельскохозяйственных машин. Ремонтно-техническую базу размещают на центральной усадьбе предприятия АПК. При этом машины размещают на машинном дворе. Территорию РТБ разбивают на участки, которые закрепляют за должностными лицами предприятия.

Ремонтно-техническая база должна располагать: центральной ремонтной мастерской (ЦРМ); гаражом с профилакторием для автомобилей; материально-техническим складом; центральным складом топлива и смазочных материалов; машинным двором.

По каждому типу хозяйств с парком на 25,50 и 75 тракторов предусмотрены два варианта планировок. Первый вариант включает отдельно стоящее здание ЦРМ, гараж и материально-технический склад. Второй вариант совмещает все объекты в одном здании.

Центральная РМ предназначена для проведения ТР тракторов, комбайнов автомобилей и другой сложной техники, а также сложные ТО МТП. В ЦРМ предусматривают, как правило, однопостовые совмещенные участки для ТО и диагностирования.

Ремонтно-техническая база бригады включает следующие участки: эксплуатации МТП; технического обслуживания и ремонта машин; длительного хранения машин и топливо-смазочных материалов.

Ремонтно-техническая база бригад предназначена для проведения ЕТО, ТО-1, ТО-2, СО, техническое обслуживание машин при кратковременном и длительном хранении и текущего ремонта простых сельскохозяйственных машин (табл. 4.17).

Таблица 4.17 Основные показатели типовых РТБ бригад

Показатели	Типовое проектное решение		
	на 20 тракторов	на 30 тракторов	на 40 тракторов
Число обслуживаемых машин: тракторов, комбайнов	20 14	30 21	40 28
Число машинно-мест	12	18	24
Площадь участка, га	1,68	2,12	2,54
Плотность застройки, %	32,0	35,2	30,8
Расчетный объем работ по ТО и Р, чел-ч	7695	11295	15072

11.3 Выбор и обоснование средств ТО и исполнителей

Основные факторы, влияющие на выбор средств ТО следующие: количественный состав и структура парка машин по маркам; годовая загрузка машин и неравномерность их использования; структура и рассредоточение МТБ ТО; характер специализации и структура организации ТО в хозяйстве.

Для ориентировочного выбора числа стационарных и передвижных средств ТО используют нормативы на 100 физических тракторов. При более точном определении используют следующую методику: учитывают максимальный объем работ за смену в напряженный период загрузки МТП и выражают его в числе ТО за смену. Потребность в передвижных средствах ТО на 100 тракторов. Согласно нормативов на 100 тракторов требуется: механизированных заправочных агрегатов – 2,48; агрегатов ТО – 2,77; передвижных ремонтных мастерских - 2,95; передвижных диагностических установок - 0,56. Водители передвижных средств являются исполнителями соответствующих видов работ по ТО.

Необходимое число передвижных средств (АТО, МЗА, ПДУ, МПР) можно определить по формуле:

$$A_n = \mu_n n_{cm}^n / d_n, \quad (4.26)$$

где μ_n – коэффициент учитывающий часть суммарного объема работ выполненных передвижными средствами ТО, $\mu_n=0,15\dots0,35$;

n_{cm}^n – максимальное число обслуживаний за смену;

d_n – сменная пропускная способность передвижного средства ТО с учетом времени на переезды.

Необходимое число стационарных средств определяем по выражению:

$$A_c = \mu_c n_{cm}^c / d_c, \quad (4.27)$$

где μ_c – коэффициент учитывающий часть суммарного объема работ выполненных стационарными средствами ТО, $\mu_c = 0,65 \dots 0,85$;

$n^c_{см}$ – максимальное число обслуживаний за смену;

d_c – сменная пропускная способность стационарного средства ТО.

Число ТО всех видов для МТП за определенный период можно определить по формуле:

$$N = \sum_m Q/t_1, \quad (4.28)$$

где m – число марок машин в МТП;

Q – наработка в мото-часах или расход топлива за период работы машин МТП;

t_1 - периодичность ТО-1 в мото-часах или в кг израсходованного топлива.

Среднесменное число ТО всех видов можно определить по формуле:

$$n_{cc} = N/D, \quad (4.29)$$

где D – число рабочих дней в периоде.

С учетом (4.29) и соответствующих значений коэффициента μ по формулам (4.27) и (4.28) определяем необходимое число передвижных и стационарных средств для проведения ТО.

Глава 12 Проектирования технического обслуживания машин

12.1 Методы проектирования технического обслуживания машин

Для проектирования технического обслуживания МТП предприятия служат различные методы расчета. Наибольшее распространение получили аналитический (индивидуальный и групповой) и графический методы проектирования ТО машин.

Цель проектирования – установить число, виды и сроки проведения ТО машин, затраты труда и в соответствии с этим численность рабочих и потребность в материальных и денежных ресурсах.

Аналитический метод предусматривает расчет технического обслуживания для каждой машины в отдельности с учетом ее прошлой наработки и проведенных ранее обслуживаний. При индивидуальном проектировании достигаются достаточно точные результаты определения числа и видов обслуживаний. В случае использования графического метода определяем сроки проведения технических обслуживаний в течение года.

При групповом (усредненном) способе проводят расчеты числа ТО исходя из проектируемой наработки и периодичности проведения обслуживаний данной марки. Усредненный метод применяют для оперативного планирования потребности в ресурсах для технического обслуживания крупных МТП. Расчет ТО проводят по суммарной годовой наработке и нормативам удельных затрат труда на ТО машин. Недостаток – обезличивание конкретных тракторов.

Рассмотрим методику расчетов при проектировании технического обслуживания индивидуально для каждого трактора. В качестве исходных данных используем число машин по маркам, планируемая годовая наработка, периодичность ТО, наработка от последнего ТО. Расчет ведем по следующим формулам:

$$n_i = (Q_i + Q_c) / t_i + n_{i+1}, \quad (4.30)$$

где Q_i – наработка от последнего ТО i -го вида на начало проектируемого периода;

Q_c – планируемая годовая наработка; t_i – периодичность ТО i -го вида;

n_{i+1} – число вышестоящих по номеру ТО.

Планируемую наработку, как правило, в течение года определяют согласно плана механизированных работ в предприятии. Нарботку трактора и периодичность проведения ТО измеряют в литрах израсходованного топлива или в м-часах. С использованием вычислительной техники при учете расхода топлива, легко определить фактическое время постановки трактора на обслуживание:

$$n_{mo3} = (Q_3 + Q_c) / t_{mo3}, \quad (4.31)$$

$$n_{mo2} = (Q_2 + Q_c) / t_{mo2} - n_{mo3}, \quad (4.32)$$

$$n_{mo1} = (Q_1 + Q_c) / t_{mo1} - n_{mo3} - n_{mo2}, \quad (4.33)$$

где n_{mo3} , n_{mo2} , n_{mo1} – соответственно число ТО-3, ТО-2 и ТО-1;

t_{mo3} , t_{mo2} , t_{mo1} – соответственно периодичность проведения ТО-3, ТО-2 и ТО-1;

Q_3 , Q_2 , Q_1 – наработка трактора до ТО-3, ТО-2 и ТО-1 соответственно.

Число сезонных технических обслуживаний для тракторов, работающих в зимний период принимают равным двум для каждого.

При графическом способе планирования, число технических обслуживаний определяют по интегральным кривым расхода топлива для каждого трактора.

По оси абсцисс строят шкалу расхода топлива и шкалу периодичности ТО, а по оси ординат шкалу времени по месяцам года. В конце каждого месяца отмечают ординату планируемого расхода топлива для трактора за этот период. Полученные точки соединяют линией, которая образует интегральную кривую расхода топлива для каждого трактора данной марки.

По интегральным кривым определяют число обслуживаний и сроки их проведения. На основании выполненных расчетов составляют годовой план технического обслуживания тракторов предприятия.

12.2 Расчет трудоемкости и числа рабочих на техническое обслуживание

Трудоемкость технического обслуживания тракторов определяют по формуле:

$$Z_{mp} = \sum_m n_{mo1} Z_{mo1} + \sum_m n_{mo2} Z_{mo2} + \sum_m n_{mo3} Z_{mo3} + \sum_m n_{co} Z_{co}, \text{ чел-ч} \quad (4.34)$$

где Z_{mo1} , Z_{mo2} , Z_{mo3} – трудоемкость соответствующих видов ТО-1, ТО-2 и ТО-3; m – число марок тракторов в предприятии.

$$Z_k = \sum_n n^k_{mo1} Z^k_{mo1} + \sum_n n^k_{mo2} Z^k_{mo2}, \text{ чел-ч} \quad (4.35)$$

где n^k_{mo1} , n^k_{mo2} – числа первых и вторых ТО для комбайнов; Z^k_{mo1} , Z^k_{mo2} – трудоемкость первого и второго ТО для комбайнов; n – число марок комбайнов в предприятии.

Трудоемкость ТО сельскохозяйственных машин можно определить по формуле:

$$Z_{схм} = (0,35 \dots 0,45) Z_{mp}. \quad (4.36)$$

Тогда затраты труда на проведение технического обслуживания МТП предприятия будут равны

$$Z_o = Z_{mp} + Z_k + Z_{схм} + Z_n. \quad (4.37)$$

Затраты труда на устранение неисправностей в процессе использования машинно-тракторных агрегатов можно определить ориентировочно по формуле:

$$Z_n = (0,2 \dots 0,6) Z_o. \quad (4.38)$$

Полученные значения трудоемкости позволяют определить потребность в рабочих для проведения ТО МТП предприятия.

Численность рабочих определяем по формуле:

$$N = Z_o / \Phi_p, \quad (4.39)$$

где Φ_p – фонд рабочего времени одного слесаря, ч.

Фонд рабочего времени равен,

$$\Phi_p = D_p T_o \tau_{см}, \quad (4.40)$$

где D_p – число рабочих дней в расчетном периоде; T_o – продолжительность работы в течение дня, ч;

$\tau_{см}$ – коэффициент использования времени смены.

Для стационарных пунктов технического обслуживания, $\tau_{см} = 0,8 \dots 0,85$, для мобильных агрегатов ТО, $\tau_{см} = 0,6 \dots 0,7$. При проведении ТО оператор трактора выполняет 40% от общего объема работ, 60% выполняет мастер наладчик.

Усредненный метод планирования ТО, определяем трудоемкость работ по формуле:

$$Z_o = \sum q_j Q_{ej}, \quad (4.41)$$

где q_j – норматив удельных затрат на 1 т израсходованного топлива; Q_{ej} – годовой расход топлива трактором j -й марки.

12.3 Организация технического обслуживания машин

В сельскохозяйственном производстве существуют различные способы и методы организации технического обслуживания машин. Среди них выделяются следующие: по способу передвижения машин при ТО: поточный и тупиковый; по способу выполнения технических обслужи-

ваний централизованный, автономный и комбинированный. По степени специализации выполняемых работ с частичной специализацией, полной специализацией и без использования специализированных звеньев. По виду организации ТО – силами и средствами предприятия, эксплуатирующего технику; силами и средствами специализированных организаций; силами и средствами дилерских центров.

При *тупиковом способе* – основные работы выполняются на одном стационарном посту ТО.

При *поточном способе ТО* – работы выполняются на специализированных постах с определенной технологической последовательностью и ритмом. Его обычно применяют на СТОТ и СТОА при большой программе обслуживания.

При *централизованном способе* – обслуживание проводят на посту ТО и диагностики в центральной ремонтной мастерской, а передвижные средства проводят ТО-1 и ТО-2 на местах работы техники (Рис. 4.19).

При *комбинированном способе* на ПТО бригады выполняются операции ТО-1, ТО-2 и СО, передвижные средства в местах работы техники проводят ТО-1 и ТО-2. Третье техническое обслуживание машин проводят на стационарном посту в ЦРМ (Рис. 4.19).

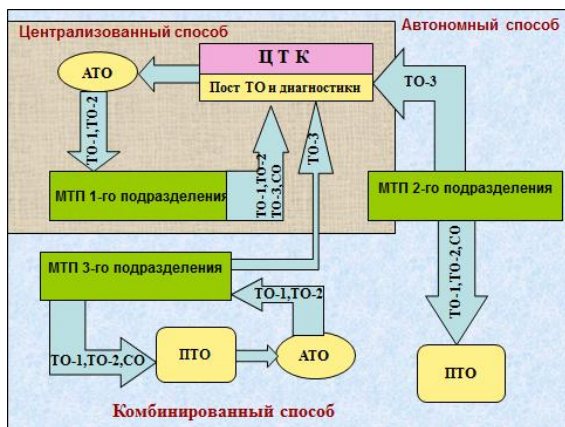


Рис. 4.19 Методы организации ТО машин

По *специализации выполняемых работ* - вспомогательные операции выполняет механизатор эксплуатирующий трактор, а регулировочно-наладочные механик. При *полной специализации* все операции выполняются специализированными звеньями.

При проведении ТО *эксплуатирующей организацией* все операции по ТО и диагностированию машин проводятся силами и средствами самого предприятия.

При проведении ТО *специализированной организацией* обслуживание машин проводят на станциях СТОТ и СТОА. Работы выполняются на договорных условиях.

Проведение ТО *предприятием-изготовителем* работы по обслуживанию выполняют специалисты дилерских сервисных центров. Этот способ проведения ТО в настоящее время получил широкое распространение в АПК.

Применительно к сложным отечественным и импортным машинам целесообразно привлекать соответствующие дилерские сервисные центра для проведения технического обслуживания и диагностики.

Перед проведение ТО-3 предшествующего текущему ремонту необходимо выполнить ресурсное диагностирование машины.

Сезонное ТО совмещают с очередным ТО-2 или ТО-3 и выполняют на СПТО или в ЦРМ.

При проведении технического обслуживания устраняют все обнаруженные неисправности.

Необходимо отметить, что: оператор машины проводит ЕТО, участвует в проведении ТО-1, ТО-2, ТО-3 и СО, устранении неисправностей, ремонте и постановке техники на хранение; специализированное звено выполняет все наиболее ответственные операции ТО. Проводит все виды диагностирования.

Первое техническое обслуживание и ТО-2 проводят с использованием АТО на межсменных стоянках машин или на СПТО. Третье техническое обслуживание проводят на стационарных постах в ЦРМ. Технические обслуживания ТО-1, ТО-2 и СО автомобилей проводят в АТП в зонах ТО и текущего ремонта.

Техническое обслуживание прицепных, навесных и полунавесных сельскохозяйственных машин проводят одновременно с обслуживанием трактора с которым они агрегируются. Работы по То машин целесообразно выполнять постоянными высококвалифицированными слесарями со звеньевой организацией труда. Обычно звено стационарного пункта ТО в ЦРМ состоит из мастера-наладчика и тракториста эксплуатирующего трактор. На передвижных агрегатах ТО работает один мастер-наладчик с использованием механизатора трактора, и он же водитель АТО.

Управление постановкой машин на ТО осуществляют по расходу топлива или по наработке в мото-часах для тракторов и мобильных СХМ и в километрах пробега для автомобилей с использованием ПЭВМ. Следует отметить, что на большинстве современных зарубежных и некоторых отечественных машинах устанавливаются автоматические системы управления ТО.

Глава 13 Организация и технология хранения машин

13.1 Виды и способы хранения машин

Изменение технического состояния машин в нерабочий период связано с проявлением коррозии, структурных превращений и остаточных деформаций от собственной массы. Необходимо отметить, что характерной особенностью использования МТП является сезонность работы ма-

шин, постоянное воздействие атмосферных факторов и агрессивных сред. Большинство зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов работают в Сибири 30...45 дней, а остальное время находятся на длительном хранении.

Действие атмосферных факторов на узлы и агрегаты неработающих машин в случаях может привести к их выходу из строя. Таким образом, часто разрушаются не подготовленные к хранению кромки и лезвия режущих аппаратов жаток комбайнов, косилок, растрескиваются опорные колеса и клиновые ремни, резиновые шланги гидравлических систем тракторов и комбайнов, разрушаются и стареют лакокрасочные покрытия машин.

Общие правила хранения машин и требования к их хранению в различных условиях установлены ГОСТ 7751-85.

Различают три вида хранения: межсменное, кратковременное и длительное.

На межсменное хранение ставят машины, перерыв в использовании которых составляет до 10 дней; на кратковременное – при продолжительности нерабочего периода от 10 дней до 2 месяцев; на длительное, при перерыве в использовании более двух месяцев.

Существует три основных способа хранения машин: закрытый, открытый и комбинированный. Лучший способ хранения закрытый, когда сложные и дорогостоящие машины хранят в специально приспособленных помещениях, ангарах. В закрытых помещениях машины меньше подвергаются климатическим и атмосферным воздействиям.

Не сложные сельскохозяйственные машины целесообразно хранить на специально оборудованных открытых площадках с твердым покрытием или по навесом. Снимаемое на период хранения оборудование: аккумуляторные батареи, клиновые ремни и др. после соответствующей подготовки сдают на склад.

13.2 Материально-техническая база хранения машин

Машины должны храниться на отдельных оборудованных территориях (машинном дворе или секторе хранения на центральной усадьбе либо отделения (бригады) в зависимости от типа ремонтно-обслуживающей базы хозяйства). Машинный двор должен создаваться в соответствии с проектным решением 816-01-114.87. «Машинные дворы центральных усадеб, хозяйств с парком 25, 50, 75, 100, 150 и 200 тракторов» с учетом количества и условий эксплуатации сельскохозяйственной техники в хозяйстве. Машинный двор – элемент ремонтно-технической базы предприятия, где организуют хранение техники и снятых с нее составных частей, проводят досборку новой, разборку и дефектацию списанной техники, комплектование и настройку машинно-тракторных агрегатов.

Машинный двор должен иметь: закрытые помещения, навесы и открытые площадки для хранения сельскохозяйственной техники, площад-

ки для сборки и регулирования машин, пост мойки, склад для хранения снимаемых составных частей и агрегатов, грузоподъемное оборудование (рис. 3.20). Территория машинного двора должна быть ограждена и освещена и в установленных местах необходимо размещать противопожарное оборудование и инвентарь.

Поверхность открытых площадок машинного двора должна быть ровной, с уклоном $2...3^\circ$ по направлению к водоотводным каналам, расположенным по периметру участка.



Рис. 4.20 Машинный двор сельскохозяйственного предприятия

Площадь зоны машинного двора с открытыми площадками можно рассчитать по формуле:

$$F = (1 + \delta) \cdot (1 + K_{cp}) \cdot F_1 + F_2 + F_3, \quad (4.42)$$

где δ – доля резервной площади, $\delta = 0,05$;

K_{cp} – средний коэффициент использования площади полос, на которых установлены машины, $K_{cp} = 0,62...0,92$;

F_1 – площадь для размещения всех машин на открытой площадке с учетом их габаритных размеров, m^2 ;

F_2 – площадь проезда между рядами машин, m^2 ;

F_3 – площадь полосы озеленения и изгороди, m^2 .

Схема к расчету площади F зоны хранения техники на открытых площадках представлена на рис. 4.21.

Необходимо определить значение площади F_1 по формуле:

$$F_1 = \sum_{i=1}^n l_i b_i, \quad (4.43)$$

где l_i , b_i – соответственно длина и ширина i -ой машины, m ;

n – число машин.

Площадь проездов равна:

$$F_2 = \sum F_n + F_{\delta n}, \quad (4.44)$$

где F_n – площадь продольных проездов между площадками, м^2 ;
 $F_{\text{бп}}$ – площадь боковых проездов, м^2 .

Площадь полосы озеленения и изгороди равна.

$$F_3 = 2 \cdot F_{nз} + 2 \cdot F_{\text{бз}}, \quad (4.45)$$

где $F_{nз}$ – площадь продольных зеленых насаждений, м^2 ;

$F_{\text{бз}}$ – площадь боковых насаждений, м^2 .

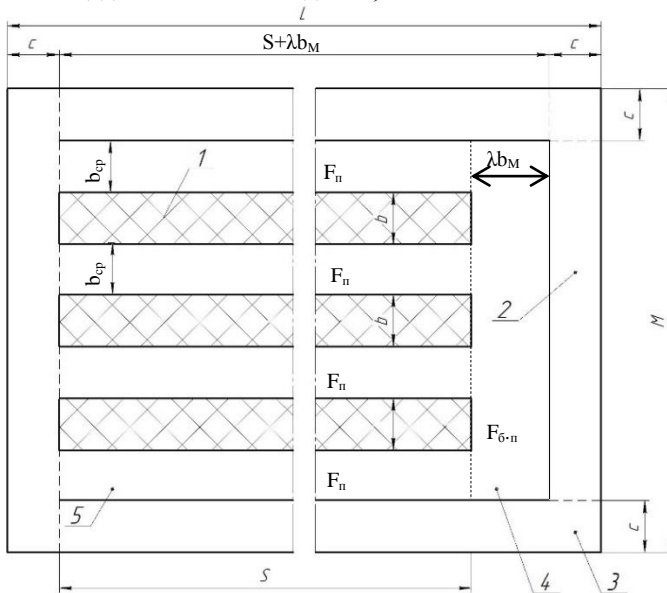


Рис. 4.21. Схема к расчету площади зоны хранения машин на открытых площадках

1 – полосы для хранения техники; 2 – зоны зеленых насаждений и ограждений; 3 – продольный проезд; 4 – боковой проезд; 5 – продольный проезд между полосами для хранения техники; F_n – площадь одного проезда; $F_{\text{бп}}$ – площадь бокового проезда; L, M – соответственно длина и ширина площадки для хранения техники; c – ширина зоны зеленых насаждений и ограждений; S – длина площади, отводимой под расстановку техники; λ – коэффициент, учитывающий радиус поворота техники; $b_{\text{сп}}$ – средняя ширина проезда между полосами; b_M – ширина полосы для размещения техники; P – число полос для размещения техники; B – ширина площади зоны хранения.

Площадь, отводимая под хранение машин равна, $F_0 = SB$, где S и B – соответственно ее длина и ширина. Обозначим $B/S = \gamma$ ($\gamma = 2 \dots 3$). Тогда $B = \gamma S$ и $F_0 = \gamma S^2$. Откуда

$$S = \frac{\sqrt{F_0}}{\gamma} - \sqrt{(1 + \delta)(1 + K_{\text{сп}})} \cdot F_1 / \gamma, \quad (4.46)$$

После определения длины S вычисляют ее ширину, $B = F_0/S$.

Число полос для размещения машин на площади F_o равно:

$$P = B / (l_{cp} + a) \cdot k, \quad (4.47)$$

где l_{cp} – средняя длина хранящихся машин, м;

a – расстояние между машинами, $a = 0,7 \dots 1,0$ м;

k – число рядов размещения машин на полосе, $k = 1 \dots 2$.

13. 3 Технологическое и техническое обслуживание машин при хранении

Обслуживание машин при подготовке к длительному хранению: очистка мойка машин, доставка на закрепленные места хранения, снятие с машин и подготовка к хранению составных частей, подлежащих хранению в специально оборудованных складах.

Герметизация отверстий, щелей, полостей от проникновения влаги и пыли; консервация машин, составных частей или восстановление поврежденного лакокрасочного покрытия; установка машин на подставки или подкладки.

Техническое обслуживание машин в период хранения. Проверяют: правильность установки машин на подставках; комплектность с учетом снятых составных частей машин, хранящихся на складе; давление воздуха

в шинах; надежность герметизации; состояние антикоррозионных покрытий, наличие защитной смазки, целостность окраски, отсутствие коррозии; состояние защитных устройств. Обнаруженные дефекты должны быть устранены.

Ежемесячно проверяют, плотность электролита в аккумуляторных батареях и при необходимости производится их подзарядка.

Техническое обслуживание машин при снятии с хранения включает: снятие машин с подставок; очистку и при необходимости расконсервацию машин, их составных частей; снятие герметизирующих устройств, установку на машины снятых составных частей, инструмента и принадлежностей; проверку работы и регулировку машин, очистку, консервацию или окраску и сдачу на склад подставок, заглушек, чехлов, бирок и т.п.

Порядок хранения составных частей машин. Составные части, приборы и оборудование хранятся на складах, которые должны иметь помещения для их размещения. В зависимости от условий хранения составные части, приборы и оборудование размещаются на подставках, стеллажах и в ящиках. Аккумуляторные батареи ставят на длительное хранение с возможностью подключения подзарядки после проведения контрольно-тренировочного цикла.

Составные части из резины, снимаемые с машин на период хранения, хранят на складе с малой естественной освещенностью. Клиновые ремни хранят на специальных вешалках в расправленном состоянии, широкие транспортные ленты и плоские приводные ремни – в рулонах на стеллажах.

Складские помещения должны соответствовать действующим нормам противопожарной безопасности, иметь молниеотводы и противопожарный инвентарь.

13.4 Организация и технология работ на машинном дворе

Работа на машинном дворе организуется следующим образом (рис. 3.22). Доставленную на машинный двор технику принимает от механанизатора заведующий МД. В зависимости от комплектности составляется акт приема с указанием недостающих составных частей. С машинного двора техника выдается только в комплектном виде.

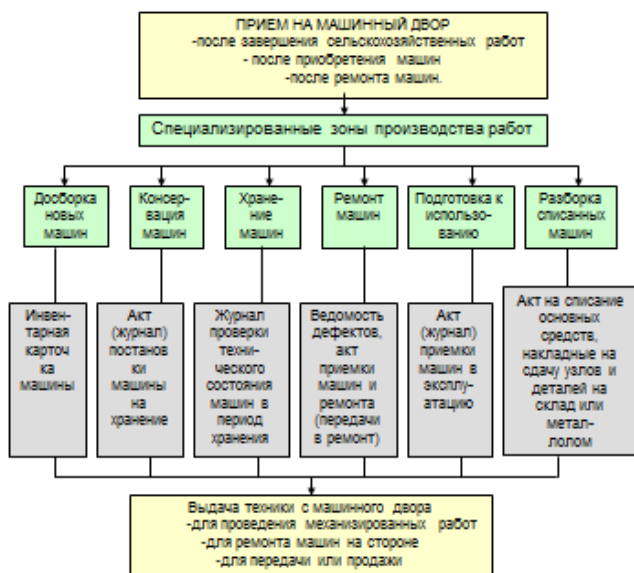


Рис. 4.22 Технологическая схема проведения работ на машинном дворе

Сельскохозяйственные машины, требующие ремонта, направляют в зону ремонта или устанавливаю на кратковременное хранение. Перед ремонтом определяют техническое состояние машины и номенклатуру деталей и узлов подлежащих замене, определяют объем разборочно-сборочных работ.

Сельскохозяйственные машины, требующие ремонта, направляют в зону ремонта или устанавливаю на кратковременное хранение. Перед ремонтом определяют техническое состояние машины и номенклатуру деталей и узлов подлежащих замене, определяют объем разборочно-сборочных работ.

Сельскохозяйственную технику подготавливают к хранению на посту консервации.

Комплектование и технологическую настройку машинно-тракторных агрегатов проводят при подготовке машин к полевым работам на специальной площадке с использованием необходимых приспособлений.

При поступлении новых сельскохозяйственных машин в разобранном виде осуществляют их досборку и регулировку. После этого машину передают в эксплуатацию или устанавливают на хранение.

На специальной площадке машинного двора проводят разборку списанных машин на сборочные единицы и детали. После дефектовки годные детали и узлы сдают на склад, а остальные в металллом.

Прием на машинный двор и выдача техники с него осуществляется по приемосдаточным актам.

Состав службы машинного двора можно определить по формуле:

$$N_{\text{мд}} = T_{\text{г}} / \Phi_{\text{мд}}, \quad (4.48)$$

где $T_{\text{г}}$ - общая годовая трудоемкость работ на машинном дворе, чел.-ч;

$\Phi_{\text{мд}}$ - годовой фонд времени одного рабочего машинного двора, ч (формула 4.40).

Общая годовая трудоемкость работ равна сумме трудоемкостей по отдельным видам и определяется по формуле.

$$T_{\text{г}} = T_{\text{xp}} + T_{\text{mp}} + T_{\text{д}} + T_{\text{н}} + T_{\text{к}} + T_{\text{р}}, \quad (4.49)$$

где T_{xp} - трудоемкость работ по ТО в период хранения, чел.-ч;

T_{mp} - трудоемкость работ на текущий ремонт сельскохозяйственных машин, чел.-ч;

$T_{\text{д}}$ - трудоемкость работ по досборке новых машин, чел.-ч;

$T_{\text{н}}$ - трудоемкость работ по переоборудованию машин, чел.-ч;

$T_{\text{к}}$ - трудоемкость работ по комплектованию и настройке МТА, чел.-ч;

$T_{\text{р}}$ - трудоемкость работ по трудоемкость работ по разборке списанных машин, чел.-ч.

К работе по подготовке и установке машин на хранение допускаются лица, прошедшие соответствующий инструктаж по безопасному выполнению всех видов работ.

РАЗДЕЛ 5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНОГО ПАРКА МАШИН

Глава 1 Транспорт в агропромышленном комплексе

1.1 Значение, проблемы и классификация сельскохозяйственного транспорта

Интенсификация сельскохозяйственного производства непрерывно связана с увеличением объема транспортных работ. Значительная их доля является неотъемлемой частью производственных процессов возделывания и уборки сельскохозяйственных культур.

При широком внедрении современных технологий выращивания культур значительно возрастает роль транспорта, особенно это характерно для зоны Западной Сибири, когда накладываются сроки уборки различных культур.

Транспортный процесс обеспечивает целенаправленное по технологическому назначению перемещение грузов с одного объекта на другой без их качественного изменения. Процесс включает погрузочно-разгрузочные операции и непосредственное перемещение груза.

Главное агротехническое требование к транспортным и погрузочно-разгрузочным средствам состоит в том, чтобы они не наносили грузам повреждений.

По способу организации транспортные работы подразделяются на технологические операции, связанные с непосредственным выполнением процесса возделывания сельскохозяйственных культур, и общетранспортные, выполняемые независимо от технологических процессов. В первом случае транспортные средства обслуживают посевные, уборочные и другие агрегаты в соответствии с технологическим назначением.

В зависимости от вида выполняемых работ различают *внутриусадебные, внутривозделывательные и вневозделывательные* перевозки. Первые выполняют при помощи различных видов транспортеров, трубопроводов, самоходных тележек, пикапов, тракторным и гужевым транспортом.

Внутривозделывательные перевозки осуществляют при транспортировании сельскохозяйственных грузов в пределах предприятия. Объем этих перевозок наибольший и составляет более 60...65% от общих. Значительную роль при этом играет тракторный транспорт.

Вневозделывательные перевозки грузов выполняют за пределами предприятия. В большинстве случаев при этом транспортируют готовую продукцию к местам реализации, а также завозят минеральные удобрения, запасные части, нефтепродукты, строительные материалы и другие необходимые грузы.

На транспортные работы приходится 30...35% затрат труда, 35...40% стоимости и до 50% затрат энергии.

Особенности работы: тесная взаимосвязь сроков выполнения работ

со сроками основных процессов; большое разнообразие грузов; большое разнообразие дорожных условий; рассредоточенность сельскохозяйственных грузов и мест их доставки; обслуживание различных сельскохозяйственных агрегатов.

Классификация сельскохозяйственного транспорта. В зависимости от назначения (вида перевозок) различают внутрисадебный, внутрихозяйственный и внехозяйственный транспорт, а в зависимости от участия в производственном процессе производственный или *зависимый*, и самостоятельный, или *независимый*. Внутрисадебный транспорт – 1...3 км, внутрихозяйственный - до 5...10 км, при этом движение происходит больше всего по грунтовым проселочным дорогам и по бездорожью.

Производственный транспорт, непосредственно связан с работой посевных комплексов, зерноуборочных комбайнов и кормоуборочных комбайнов и выполняет кроме транспортных ещё сборочные и распределительные операции, $Q = 8...10$ т.

Самостоятельный транспорт, непосредственно не связан с производственным процессом, выполняет перевозки грузов автомобилями большой грузоподъемности, $Q > 10...15$ т или магистральными автомобильными поездами, грузоподъемностью 20...25 т и более.

Во всех видах сельскохозяйственного транспорта на долю тракторного транспорта приходится 60...70% объема перевозок и до 20% перевозочной работы в ткм. На долю автомобильного транспорта приходится до 40...50% объема перевозок и до 80...90% перевозочной работы в ткм.

1.2 Система обозначения автотранспортных средств

Первая цифра – полная масса в тоннах. Вторая – тип автотранспортных средств. Третья и четвертая – указывают на порядковый номер модели. Пятая – модификация автомобиля. Шестая – вид исполнения, например: 1 – для холодного климата; 6 – для умеренного и 7 – для тропического.

Например вторая цифра: 3 – грузовой бортовой; 4 – седельный тягач; 5 – самосвал; 6 – цистерна; 7 – фургон; 8 – резервная цифра; 9 – специальное АТС.

Таблица 5.1 Система обозначения автотранспортных средств

Полная масса, т	Эксплуатационное назначение					
	Торговые	тягачи	Самосвалы	Цистерны	Фурыгоны	Специальные
До 1,2	13	14	15	16	17	19
1,2...2,0	23	24	25	26	27	29
2,0...8,0	33	34	35	36	37	39
8,0...14,0	43	44	45	46	47	49
14...20,0	53	54	55	56	57	59
20...40,0	63	64	65	66	67	69
> 40,0	73	74	75	76	77	79

1.3 Классификация грузов и дорог

Сельскохозяйственные грузы классифицируются по: *физико-механическим свойствам; степени возможного использования грузоподъемности транспортных средств, по способу погрузки-разгрузки и по сезонности, срочности и массовости перевозок.*

По физико-механическим свойствам грузы бывают твердые, жидкие и газообразные. Большинство сельскохозяйственных продуктов относится к твердым грузам.

По степени опасности грузы подразделяются на малоопасные, опасные, особой опасности.

По размерам грузы делят на габаритные, крупногабаритные, негабаритные. По массе на нормальные, тяжеловесные и легковесные.

По степени возможного использования грузоподъемности транспортных средств различают пять классов грузов: 1 кл – $Y_{\Gamma} = 1,0$; 2 кл - $Y_{\Gamma} = 0,99 \dots 0,71$; 3 кл - $Y_{\Gamma} = 0,7 \dots 0,51$; 4 кл - $Y_{\Gamma} = 0,50 \dots 0,41$; 5 кл - $Y_{\Gamma} = 0,40$ и менее.

Большинство массовых сельскохозяйственных грузов относятся к 2 или 3 классам.

По возможности механизации погрузки-разгрузки грузы делят на штучные, навалочные, насыпные, наливные, тарные и бестарные. Большинство сельскохозяйственных грузов являются навалочными и насыпными, т.е. такими которые допускают погрузку и выгрузку навалом без упаковки, а учитываются по массе и объему. Наливные грузы перевозят в специальных цистернах и подразделяются на обычные жидкие грузы, вязкие и ассенизационные.

По сезонности, срочности и массовости перевозок различают грузы, подлежащие перевозке в сжатые сроки, лимитируемыми агротехническими требованиями, и грузы не зависящие от срока перевозки.

Сельскохозяйственные грузы отличаются следующими специфическими особенностями: сезонностью и неравномерностью. Многие сельскохозяйственные грузы имеют малую плотность и не обеспечивают полного использования грузоподъемности транспортных средств без надставных бортов. Объемная масса сельскохозяйственных грузов может изменяться от 0,2...1,5 тонны в одном метре кубическом.

Необходимо отметить, что 70...80 % сельскохозяйственных грузов перевозится насыпью или навалом.

Классификация дорог. Основная классификация дорог основывается на допустимой интенсификации движения и расчетной скорости транспортных средств. При этом под расчетной скоростью на автомобильных дорогах подразумевается предельная скорость, которую безопасно может развивать одиночный легковой автомобиль, двигаясь по сухому покрытию при хорошей видимости и отсутствии помех на дороге.

Все дороги в нашей стране подразделяются на федеральные и дороги субъектов Российской Федерации (табл. 5.2).

Таблица 5.2 Классификация автомобильных дорог

Группы автомобильных дорог	Транспортная характеристика дорог	Интенсивность движения, тыс.шт/сутки
А	Магистральные дороги скоростного движения	более 3
Б	Магистральные дороги регулируемого движения	от 1 до 3
В	Дороги местного значения	менее 1

Интенсивность движения характеризуется количеством транспортных средств, прошедших через поперечное сечение дороги в единицу времени.

Транспортное обслуживание сельскохозяйственного производства осуществляется в основном по местным дорогам. В свою очередь, местные дороги по характеру перевозок и назначению по характеру перевозок и назначению подразделяются на внутрихозяйственные и внехозяйственные.

Внутрихозяйственные дороги находятся на территории предприятий и соединяют между собой административные единицы и хозяйственные объекты.

Внехозяйственные дороги соединяют сельскохозяйственное предприятие с районными центрами, железнодорожными станциями, приемными и торгующими предприятиями и др.

При нормировании тракторных транспортных работ в сельскохозяйственном производстве дороги делят на три группы: первая группа – гравийные, грунтовые в хорошем состоянии; вторая группа – гравийные, грунтовые в плохом состоянии; третья группа – разбитые, с глубокой колеей, переувлажненное бездорожье.

1.4 Транспортный процесс

Транспортный процесс – это комплекс операций, связанных с перевозкой грузов, включающий их погрузку, транспортирование и разгрузку. Сочетание этих трех элементов называется рейсом. Цикл операций транспортного процесса включающий, кроме рейса и возврат транспортного средства к месту отправления, называется оборотом.

Транспортный процесс, ограниченный расстоянием между двумя пунктами, от места погрузки до места разгрузки называется *ездкой*.

Основной расчетной величиной транспортного процесса является время оборота, t_o :

$$t_o = t_n + t_{\partial z} + t_{paz} + t_{\partial x}, \quad (5.1)$$

где t_n , t_{paz} , $t_{\partial z}$, $t_{\partial x}$ – время на соответственно на погрузку, разгрузку, движения с грузом и без груза:

$$t_{\partial z} = \sum L_z / V_p; t_{\partial x} = \sum L_x / V_x, \quad (5.2)$$

где L_z , L_x – путь пройденный транспортным средством соответственно с грузом и без груза;

V_p , V_x – скорость движения соответственно с грузом и без груза.

Тогда

$$t_o = t_n + t_{\text{дв}} + t_{\text{раз}} \text{ или } t_o = t_{\text{пр}} + t_{\text{дв}}, \quad (5.3)$$

в свою очередь

$$t_o = t_{\text{пр}} + \sum L/V_{\text{тех}}, \quad (5.4)$$

где $t_{\text{пр}}$, $t_{\text{дв}}$ – время соответственно на погрузку и разгрузку и время движения транспортного средства;

L – путь пройденный ТС с грузом и без груза;

$V_{\text{тех}}$ – среднетехническая скорость движения ТС.

Или

$$t_o = \sum L/V_o, \quad (5.5)$$

где V_o – эксплуатационная скорость движения ТС.

$$V_{\text{тех}} = (L_z + L_x)/t_{\text{дв}}; \quad V_o = (L_z + L_x)/(t_{\text{дв}} + t_{\text{пр}}) \quad (5.6)$$

Измерители транспортного процесса

Транспортная работа – это объем перевезенного груза в тоннах, или если он доставлен на определенное расстояние, в тонно-километрах. Число тонно-километров определяется произведением фактически перевезенного груза Q в тоннах на расстояние перевозки L_z .

Транспортная работа, выполненная за единицу времени называется производительностью. Производительность измеряется в т/ч или в ткм/ч и соответственно имеет обозначения $W_{\text{ч}}$ и $W_{\text{ткм}}$. Необходимо отметить, что производительность транспортного средства зависит от полезного времени работы, скорости движения, пробега с грузом, грузоподъемности ТС и коэффициента использования грузоподъемности. Измерителем времени работы является *время наряда* T_n , производительным временем является время движения с грузом.

Измерители скорости движения – в практике эксплуатации транспортных средств различают среднетехническую и эксплуатационную скорости движения.

Среднетехническая скорость – это скорость пробега за время движения. При этом не учитывается время остановок в пути. Среднетехническая скорость ТС определяется делением числа пройденных километров на время фактического движения в часах.

Эксплуатационная скорость – это общий пройденный путь транспортным средством поделенный на время наряда. Эксплуатационная скорость всегда меньше среднетехнической. Отношение эксплуатационной скорости к среднетехнической равно коэффициенту использования времени наряда.

Измерители пробега – пробег с грузом является производительным, без груза холостым. Степень использования пробега ТС определяется *коэффициентом использования пробега*.

Измерители грузоподъемности – это коэффициенты, оценивающие

степень загрузки транспортного средства – статический и динамический.

Статический коэффициент использования грузоподъемности определяется отношением количества фактически перевезенного груза к номинальной (паспортной) грузоподъемности ТС.

Динамический коэффициент – отношение количества фактически выполненных ткм к возможным при полной загрузке ТС.

Все рассмотренные измерители транспортного процесса характеризуют производительность транспортных средств. Чем выше коэффициенты использования времени, пробега и грузоподъемности и чем больше среднетехническая и эксплуатационная скорости, тем выше производительность ТС. Таким образом, необходимо повышать вышеперечисленные показатели.

1.5 Маршруты движения транспортных средств

Движение транспортных средств должно быть организовано таким образом, чтобы их производительность была максимальной, себестоимость перевозок минимальной. Значительную роль при этом играет правильный выбор маршрута движения, под которым понимают порядок следования подвижного состава при выполнении транспортного процесса. Различают следующие виды маршрутов: *маятниковый*, *радиальный*, *кольцевой* и *комбинированный*.

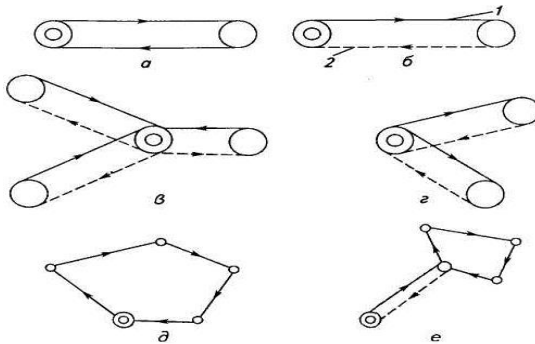


Рис. 5.1 Маршруты движения транспортных средств:
а, б – маятниковый; в, г – радиальный; д – кольцевой; е – комбинированный

Маятниковый маршрут – это многократно повторяющиеся ездки между двумя пунктами, когда груз может перевозиться, как в одном направлении, так и другом.

Радиальный маршрут предусматривает перевозку грузов из нескольких грузообразующих точек в одну грузопоглащающую точку, или наоборот. Например, перевозка зерна от комбайнов на ток и наоборот обслуживание посевных комплексов, т.е. транспортирование семян из склада к посевным комплексам.

Кольцевой маршрут предусматривает перевозки грузов по замкнутой

фигуре с последовательным обслуживанием нескольких грузопоглащающих или грузоподающих точек. Его используют при заправке топливом работающих в поле машинно-тракторных агрегатов и др.

Комбинированный маршрут объединяет несколько видов маршрутов.

При массовых перевозках чаще всего применяют маятниковые маршруты.

1.6 Организация перевозок

Эффективность транспортного процесса определяется степенью использования подвижного состава. При рациональной организации обеспечивается своевременная вывозка сельскохозяйственных грузов с полей, при этом предотвращаются потери урожая, и сохраняется качество продукции. Это способствует интенсификации сельскохозяйственного производства и снижению себестоимости продукции.

Глава 2 Производительность транспортных и погрузочно-разгрузочных устройств

Производительность транспортных средств выражается количеством перевезенных грузов в тоннах или транспортной работой, в тонно-километрах выполненной за единицу времени. Производительность в тоннах перевезенного груза зависит от номинальной грузоподъемности, коэффициента использования грузоподъемности и организации транспортного процесса, т.е. количества рейсов выполненных транспортным средством:

$$W_{mc} = q_n Y_c n_p, \quad (5.7)$$

где q_n – грузоподъемность транспортного средства, т;

Y_c – коэффициент использования грузоподъемности;

n_p – число рейсов.

Если учесть расстояние перевозки, на которое транспортирую груз, получим работу за единицу времени, которая будет равна

$$W_{mc} = q_n Y_c n_p l_n, \text{ ткм} \quad (5.8)$$

где l_n – расстояние перевозки груза, км.

Количество рейсов, выполненных подвижным составом при перевозке грузов за время наряда (смену), можно определить по следующей формуле:

$$n_p = T_n / t_p, \quad (5.9)$$

где T_n – время наряда, ч.

С учетом того, что $t_p = t_{\partial z} + t_{\partial x} + t_{np}$ и проведя несложные преобразования: $t_p = l/V_{mex}$ или $t_p = l/V_{mex} + t_{np}$. Известно, что $\beta_m = l/l$, тогда время рейса после подстановки примет вид:

$$t_p = (l_z + \beta_m \cdot V_{mex} \cdot t_{np}) / \beta_m V_{mex}, \quad (5.10)$$

Поставляя формулу (5.10) в (5.9) получим выражение для расчета числа рейсов за время наряда:

$$n_p = T_n \cdot \beta_{mex} \cdot V_{mex} / (T_n + \beta_m \cdot V_{mex} \cdot t_{np}), \quad (5.11)$$

Подставляя выражение (4.11) в (4.8) получим формулу для определения производительности транспортного средства в тоннах за время наряда:

$$W_{mc} = q_n Y_z T_n \beta_m V_{mex} / (l_z + \beta_m V_{mex} t_{np}), \text{ т} \quad (5.12)$$

При расчете часовой производительности принимаем, $T_n = 1$ ч.

Подставляя в числитель формулы (5.12) расстояние перевозки l_n получим выражение для определения производительности транспортного средства в тонно-километрах:

$$W_{mc} = q_n Y_z T_n \beta_m V_{mex} l_n / (T_n + \beta_m V_{mex} t_{np}), \text{ ткм}. \quad (5.13)$$

Таким образом, производительность транспортных средств оценивается комплексом показателей, которые характеризуют технические и дорожные условия. С увеличением расстояния перевозки производительность в тоннах уменьшается, а тонно-километрах увеличивается (рис. 5.2).

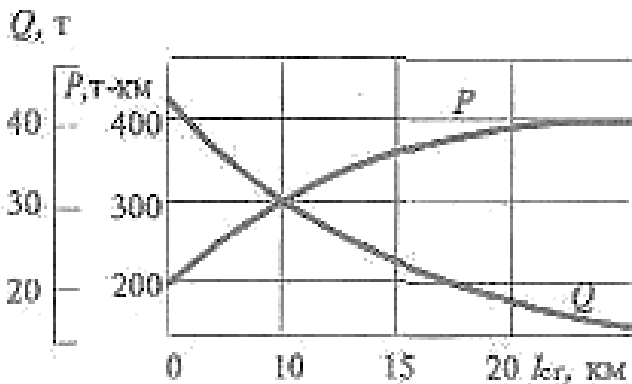


Рис. 5.2 Зависимость производительности ТС от расстояния перевозки грузов: P - производительность в ткм/ч; Q - производительность в т/ч

Анализируя формулы (4.12) и (4.13) необходимо отметить, что с увеличением времени на погрузочно-разгрузочные операции производительность снижается. Таким образом организация погрузки и разгрузки подвижного состава имеет важное значение при организации перевозок.

Производительность погрузочно-разгрузочных устройств. В общем виде сменную производительность погрузчиков можно представить следующим образом:

$$W_{см}^n = W_ч^n \tau T_c, \tau \quad (5.14)$$

где $W_ч^n$ – техническая часовая производительность погрузчика, т;
 τ – коэффициент использования времени смены.

Техническая производительность погрузчиков циклического действия, которые наиболее широко используются в сельскохозяйственных предприятиях в настоящее время, зависит от типа рабочего органа, ковша или грейфера и вида груза и определяется о формуле:

- для штучных грузов, шт/ч:

$$W_ч^n = 1/t_ц; \quad (5.15)$$

- для грузов, измеряемых в единицах массы, кг/ч:

$$W_ч^n = Q_ц / t_ц; \quad (5.16)$$

- для грузов, измеряемых в единицах объема, м³/ч:

$$W_ч^n = V_ц K_n / t_ц, \quad (5.17)$$

где $t_ц$ – продолжительность цикла, ч;

$Q_ц$ – масса груза, погружаемого за один цикл, кг;

$V_ц$ – объем груза погружаемый за цикл, м³;

K_n – коэффициент цикла характеризующий наполнение ковша.

Длительность цикла можно определить по формуле:

$$t_ц = t_{под}^с + t_з + t_{ом} + t_{нов} + t_{под}^m + t_{раз}, \quad (5.18)$$

где $t_{под}^с$, $t_з$, $t_{ом}$, $t_{нов}$, $t_{под}^m$, $t_{раз}$, $t_{ом}^m$ – соответственно время подъезда к материалу погрузки, время захвата груза, время отъезда задним ходом, время поворота, время подъезда к кузову транспортного средства, время разгрузки и отъезда.

Величина времени цикла определяется методом хронометражных наблюдений за работой погрузчика.

Техническая производительность погрузчиков непрерывного действия также зависит от типа рабочего органа и вида груза. Ее величину можно определить по формулам:

- для скрепковых транспортеров, т/ч:

$$W_ч^m = 3600 b h v_{ск} \gamma_n; \quad (5.19)$$

- для штучных грузов, которые перемещаются ленточным транспортером, шт/ч:

$$W_ч^m = 3600 v_{лп} \gamma_n; \quad (5.20)$$

- для сыпучих грузов, которые перемещаются непрерывным потоком, т/ч:

$$W_ч^m = 3600 F v_{лп} \gamma_n, \quad (5.21)$$

где b, h – ширина и высота скребка, м;

$v_{ск}$ – скорость передвижения скребка, м/с;

γ_n – насыпная масса груза, т/м³;

v_{mp} – скорость передвижения ленты транспортера, м/с;

l_{ep} – расстояние между грузом на транспортной ленте, м;

F – площадь поперечного сечения потока материала на ленте, м².

Коэффициент использования времени смены погрузчика определяется по выражению $\tau = T_p/T_{cm}$ и его величина составляет 0,5...0,9 и зависит от организации погрузочного процесса.

2.1 Характеристика и выбор транспортных средств

Специфические условия сельскохозяйственного производства обуславливают структуру транспортного парка, в состав которого входят автомобили, тракторные поезда и самоходные шасси.

При выборе типа транспорта необходимо учитывать природно-климатические условия, специализацию хозяйства, тип дорог, структуру перевозимых грузов и др. Эффективность транспорта зависит от радиуса перевозок, грузоподъемности, скорости движения и себестоимости перевозок.

Предельное расстояние, на котором выгоднее использовать трактор с прицепами, чем грузовой автомобиль, будет тем больше, чем больше различаются их фактические грузоподъемности, затраты времени на погрузку-разгрузку и чем меньше различаются их среднетехнические скорости. Известно, что производительность тракторного поезда на малых плечах перевозок не ниже чем у автомобиля, а если учитывать, что тракторы более приспособлены к передвижению по грунтовым дорогам, то эти транспортные средства будут работать одинаково эффективно. А если учитывать, что на внутрихозяйственных перевозках среднетехническая скорость не превышает 15...20 км/ч, то в таких условиях использование тракторных поездов наиболее целесообразно.

При перевозке грузов на значительные расстояния использование автомобилей с прицепами обеспечивает повышение производительности в 1,5...2,0 раза при снижении себестоимости перевозок на 25...35%.

Таким образом, можно заключить, что тракторные поезда целесообразно использовать на внутриусадебных и внутрихозяйственных перевозках. Одиночные автомобили больше подходят для внутрихозяйственного транспорта, а автомобильные поезда дают наибольший эффект на магистральных перевозках.

Для рациональной организации работы транспорта необходимо учитывать оперативное планирование перевозок, выбор оптимальных маршрутов движения, распределение и закрепление транспортных средств по маршрутам, видам перевозок и грузообразующим пунктам. Необходимо учитывать роль и организовывать рациональную работу погрузочно-разгрузочных устройств. При этом важное значение имеет оперативное управление работой транспорта с использованием современных средств связи.

Основные технические характеристики автомобилей, используемых в сельском хозяйстве приведены в таблице 4.3.

Транспортные средства, приведенные в таблице 5.3, самосвальные

или специализированные бортовые, предназначенные для перевозки сыпучих грузов, как на внутрихозяйственных, так и на магистральных перевозках. Большинство самосвальных моделей КАМАЗов работают в агрегате с прицепами на внехозяйственных перевозках зерна.

Основные технические характеристики тракторных прицепов, используемых в сельском хозяйстве, приведены в таблице 5.4.



Рис. 5.3 Автомобиль КАМАЗ-45143 в составе автопоезда

Таблица 5.3 Основные технические характеристики автомобилей, используемых в сельском хозяйстве

Марка автомобиля	Колесная формула	Масса груза, кг	Полная масса, кг	Допуст. масса прицепа, кг	Объем кузова, м ³	Тип автомобиля
ГАЗ-САЗ-3507	4x2	4050	7990	-	5(10)	самосвал
ЗИЛ-ММЗ-554М	4x2	5600	10850	-	6(12,5)	самосвал
МАЗ-5551	4x2	8500	16230	-	5,5	самосвал
МАЗ-53352	4x2	10000	16000	20000	10,1	бортовой
КАМАЗ-53212	6x4	10000	18225	14000	7,0	бортовой
КАМАЗ-55111	6x4	13000	22200	-	6,6	самосвал
КАМАЗ-55102	6x4	7000	15630	15000	7,9(15,8)	самосвал
КАМАЗ-45143	6x4	12000	21950	14000	7,8(15,4)	самосвал
КАМАЗ-65117	6x4	14000	24000	20000	24(31)	самосвал
КАМАЗ-65207	6x4	14675	26000	18000	33(40)	самосвал

Необходимо отметить, что в таблицах приведены основные модели автомобилей и тракторных прицепов в качестве примера, в действительности их типоразмеры значительно шире.



Рис. 5.4 Тракторный прицеп ПСТБ-17

Таблица 5.4 Основные технические характеристики тракторных прицепов, используемых в сельском хозяйстве

Марка прицепа	Класс трактора	Масса груза, кг	Собственная масса, кг	Объем кузова, м ³	Скорость движения, км/ч
2ПТС-6	1,4...2,0	6000	2350	4,7	25
ПТС-9	2,0...3,0	9500	3400	10,5	25
ПСТБ-12	2,0...3,0	12000	4500	15	25
ПСТБ-17	3,0...5,0	17000	6300	20,5	25
ПС-30	1,4	7000	3500	30	25
ПС-45	3,0	11000	4500	45	25

2.3 Расчет потребности в транспортных средствах

Потребность сельскохозяйственных предприятий в транспортных средствах зависит от производственного направления, структуры посевных и ряда других факторов. При этом различают грузы двух типов – продукция, производимая предприятием, поступающая от уборочных агрегатов (зерно, зеленая масса, картофель и тд.) и грузы которые поступают в хозяйство для обеспечения производственных процессов. В данном параграфе рассмотрим расчет потребности в транспортных средствах для перевозки грузов независимым транспортом, т.е. перевозку зерна со склада до хлебоприемного пункта.

1. На основе объема перевозимого груза Q в течение календарного периода D_p выбираем тип транспортных средств. Расчет ведется для собственного транспорта предприятия. Расчет ведут в следующей последовательности.

2. Определяем время рейса, который включает общий цикл перевозок, по окончании которых транспортное средство возвращается к месту отправления (5.10):

$$t_p = (l + \beta_m V_{mex} t_{np}) / \beta_m V_{mex}, \text{ ч.} \quad (5.22)$$

3. Рассчитываем количество рейсов, выполненных одним транспортным средством за D_p дней при продолжительности работы в течение дня T_p :

$$n_p = D_p T_p / t_p, \quad (5.23)$$

4. Определить массу груза, перевезенного одним транспортным

средством:

$$Q_{zp} = q_n Y_c n_p, \quad (5.24)$$

5. Зная массу груза которую может перевезти одно транспортное средство за n_p рейсов рассчитываем эксплуатационное число транспортных средств:

$$m_3 = Q / Q_{zp}. \quad (5.25)$$

6. С учетом коэффициента технической готовности и коэффициента использования парка определяют инвентарное число транспортных средств:

$$m_u = m_3 / k_{mz} k_u, \quad (5.26)$$

где k_{mz} , k_u – коэффициенты технической готовности и использования транспортных средств.

Данный метод расчета количества транспортных средств предусматривает перевозку грузов в одном направлении. Для более эффективного использования подвижного состава целесообразно при возможности грузы перевозить и в обратном направлении.

2.4 Основные показатели использования транспортных средств

Эффективность транспортного парка можно оценить по комплексу основных показателей, которые характеризуют их использование. К этому комплексу можно отнести следующие показатели: среднесписочное число транспортных средств, коэффициент технической готовности, коэффициент использования парка, статический коэффициент использования грузоподъемности, коэффициент использования пробега по автопарку, среднее расстояние одной ездки, среднее расстояние рейса и др.

1. Коэффициент технической готовности автопарка:

$$k_{mz} = A_{mz} / A_c, \quad (5.27)$$

где A_{mz} – среднее число транспортных средств парка находящихся в исправном состоянии;

A_c – среднесписочное число транспортных средств.

2. Коэффициент использования автопарка:

$$k_u = A_3 / A_c, \quad (5.28)$$

где A_3 – среднее число транспортных средств находящихся в эксплуатации.

3. Коэффициент использования грузоподъемности, статический:

$$Y_c = Q_\phi / Q_6, \quad (5.29)$$

где Q_ϕ – количество фактически перевезенного груза по парку;

Q_6 – паспортная грузоподъемность подвижного состава автопарка.

4. Коэффициент использования пробега по автопарку:

$$\beta_n = \sum L_{zp} / \sum L_{общ}, \quad (5.30)$$

где $\sum L_{zp}$ – суммарный пробег транспортных средств с грузом;

$\sum L_{общ}$ – суммарный общий пробег транспортных средств парка.

5. Среднее расстояние одной ездки, км:

$$L_e = \sum L_{ep} / N_{езд}, \quad (5.31)$$

где $N_{езд}$ – число ездов по парку.

6. Среднее расстояние одного рейса, км:

$$L_p = \sum P_\phi / \sum Q_\phi, \quad (5.32)$$

где $\sum P_\phi$ – суммарная фактически выполненная работа по автопарку в тонно-километрах;

$\sum Q_\phi$ – суммарный объем перевезенного груза в тоннах.

7. Техническая скорость, км/ч:

$$V_{tex} = \sum L_{общ} / \sum T_{об}, \quad (5.33)$$

где $\sum T_{об}$ – суммарное время движения транспортных средств парка.

9. Эксплуатационная скорость, км/ч:

$$V_э = \sum L_{общ} / \sum T_n, \quad (5.34)$$

где $\sum T_n$ – суммарное время нахождения транспортных средств в наряде.

Глава 3 Технологические схемы транспортного обслуживания уборочных машин

3.1 Технологии транспортного обслуживания уборочных машин

Особенности организации уборочно-транспортных процессов в Западной Сибири заключаются в значительной концентрации работ в период уборки и транспортировки урожая, т.е. за 30...40 дней выполняется 20...26% годового объема работ. В европейской части России за этот период выполняется только 12...14%. Накладка сроков уборки зерновых и силосных культур в период с 20 августа по 10...15 сентября. Значительное влияние на темп уборочных работ оказывают колебания расстояний перевозок (от 3 до 15...20 и более км), размеры и конфигурации полей (от 15...30 до 200...400 га). В период проведения уборочных работ выпадает большое количество осадков, что сказывается на неудовлетворительном состоянии дорожной сети. Необходимо отметить, что при уровне безработицы в РФ 4...6%, в Сибири наблюдается дефицит квалифицированных механизаторов. Сложные погодные условия в период уборки зерновых усложняют своевременно и качественно завершить эти процессы.

Уборочно-транспортные процессы строятся на основе инженерных и технико-экономических расчетов, в результате которых должно быть обеспечено наиболее производительное и эффективное использование технических и трудовых ресурсов.

В настоящее время при организации транспортировки зерна от комбайнов применяются следующие технологические схемы: прямоточные перевозки автомобилями и тракторными поездами; перевозки с использованием оборотных прицепов; перевозки с использованием большегрузных прицепов-перегрузателей; перевозки с использованием сменных кузовов.

При транспортном обслуживании кормоуборочных комбайнов при перевозках зеленой массы используют прямоточные схемы одиночными автомобилями и тракторными поездами; схемы с перегрузкой зеленой массы в автомобильные и тракторные магистральные поезда. Рационализация данного процесса может быть достигнута за счет разделения сборочных и транспортных операций путем совершенствования технологических схем транспортного обслуживания уборочных машин.

К бункерным машинам, прежде всего, будем относить зерноуборочные, картофелеуборочные, свеклоуборочные комбайны. К безбункерным уборочным машинам будем относить кормоуборочные полевые измельчители, пресподборщики, картофелекопатели.

3.2 Прямоточные перевозки зерна автомобилями и тракторными поездами

В хозяйствах Западной Сибири на перевозках зерновых от комбайнов, как правило, применяют автомобили самосвалы, а также тракторные самосвальные поезда. Такая схема перевозок получила название прямоточные перевозки (рис. 5.5). При выборе данной схемы работа уборочно-транспортных машин происходит по прямоточной технологии, когда транспортное средство или тракторный поезд взаимодействуют непосредственно с комбайном.



Рис. 5.5 Обслуживание комбайнов по схеме прямоточных перевозок

Таким образом, при прямоточных перевозках поток зерна идет напрямую от комбайна в кузов автомобиля и последним доставляется на ток (рис. 5.6), при этом необходима слаженная работа всей УТС, иначе наблюдаются значительные простои машин – 19–35 % времени смены. Как показывает практика, для сокращения простоев уборочных машин в хозяйствах идут по пути увеличения транспорта, что, в свою очередь, ведёт к увеличению производительности УТС и значительному увеличению производственных и материальных затрат, а также в некоторых хозяйствах проявляется дефицит в транспортных средствах во время уборочных работ.



Рис. 5.6 Транспортное обслуживание по схеме прямоточных перевозок

Традиционное транспортное обслуживание по прямоточной схеме целесообразно выполнять автомобилями грузоподъемностью 8...15 т или тракторными однозвенными поездами грузоподъемностью 6...17 т. Учитывая проведенные в Сибири исследования по обслуживанию зерноуборочных комбайнов, тракторные поезда грузоподъемностью 6...8 т целесообразно использовать на расстояния перевозки 3...7 км. Транспортные средств грузоподъемностью 10... 17 т целесообразно использовать на больших плечах перевозок.

3.3 Перевозки зерна оборотными прицепами и оборотными поездами

Технологические системы данного типа необходимо строить таким образом, чтобы свести к минимуму зависимость уборочных машин от транспортных средств при их обслуживании. То есть данный способ транспортировки зерновых подразумевает частичное отделение сборочных операций от транспортных (рис. 5.7).

Тракторный тягач прибывает к заданному полю с порожним прицепом, оставляет прицеп на краю поля или на разгрузочной магистрали. После чего трактор-тягач забирает заранее заполненный прицеп и буксирует его на ток. К моменту окончания загрузки последующего прицепа к полю подходит новый трактор-тягач, и цикл повторяется.



Рис. 5.7 Транспортное обслуживание оборотными прицепами

Для эффективной работы машин при сборе материала перед началом уборки поле разбивают на загоны с прокладкой разгрузочных магистралей. Магистрали прокашивают поперек поля.

При работе УТС прицепы поступают на поле и размещаются на разгрузочных магистралях, перед первой фазой обслуживания возможна очередь прицепов, ожидающих начала погрузки. Сформированные поезда транспортируют на ток тракторами-тягачами, порожние этим же тягачом доставляют на поле.

На транспортировке зерна от комбайнов перевозки оборотными прицепами целесообразно применять на расстояния от 3 до 7 км. При этом на поля с длиной гона 1000 м и более необходимо прокладывать три транспортных магистрали для расстановки прицепов и перемещения тракторных поездов.

3.4 Перевозки зерна с использованием большегрузных прицепов перегружателей

На современном этапе формирования комплексов машин для уборки и транспортировки зерновых, когда в хозяйствах имеются высокопроизводительные зерноуборочные комбайны, появляется необходимость соответствия транспортных технологий их высокой пропускной способности.

Для решения данной задачи и исключения переуплотнения почвы в передовых странах начали широкое применение перегрузочных технологий (рис. 5.8) с включением в состав комплекса машин, так называемых большегрузных прицепов-перегружателей (БПП).

Производством прицепов-перегружателей в мире занимаются более 60 фирм, такие как Bourgault, Fliegel, Amazone, Hawe, Ростсельмаш, Agric, Balzer, Kinze, Metal Tech, Canagro и другие с различными техническими характеристиками (табл. 5.5).

Таблица 5.5 Технические характеристики прицепов-перегружателей

Показатель	HAWE ULW 2000 T	PP-20	MEGA ULW 30 Tandem	Pronar T-743	J&M 818	Annaburger HTS 29.16	Bergmann GTW 430	Bourgault GC 1200
Объём, м ³	25	28	30	34	30.84	33	43	42.3
Шасси, оси	2	2	2	3	1	2	3	2
Высота перегрузки, м	4,7	4,9	4,3	4,5	4,2	4,3	5,8	4,5
Скорость перегрузки, т/ч	600	240-475	450	200-400	650	650	600	560
Диаметр шнека, см	50	44	42	43	45.7	46	60	45.7
Разрешенная скорость, км/ч	40	40	40	40	40	40	40	40



Рис. 5.8. Перегрузочная технология с использованием прицепов-перегрузателей

Крупные производители в США, Канаде, Германии, России, Польше и других странах выпускают для сельского хозяйства универсальные одно-, двух-, трех- и даже четырехосные прицепы-перегрузатели, оборудованные выгрузным шнеком, многие из которых оснащены широкопрофильными шинами низкого давления.

Необходимо отметить, что в ряде передовых стран уже много лет распространены транспортные перегрузочные технологии на перевозки зерна и других культур. На российском рынке представлена целая линейка большегрузных прицепов-перегрузжателей разных фирм (рис. 5.9).



Рис. 5.9 БПП на уборке зерновых культур

Перегрузочные технологии транспортного обслуживания с использованием БПП рационально применять на расстояния транспортировки от 10 и более км.



Рис. 5.10 Большегрузный прицеп-перегрузжатель фирмы Bourgault

Функционирование машин при этой схеме обслуживания заключается в следующем (рис. 5.11): на поле прокладывают разгрузочные магистрали, тракторные БПП собирают зерно от уборочных машин и перемещают его на край поля или разгрузочную магистраль и перегружают в магистральные автопоезда. Если в процессе загрузки магистрального автопоезда (ТС) к магистральной подходит комбайн с полным бункером, то он разгружается непосредственно в кузов транспортного магистрального поезда, минуя БПП.

Транспортное обслуживание по этой схеме целесообразно выполнять автомобильными магистральными поездами грузоподъемностью 20...30 т и тракторными поездами грузоподъемностью 25...27 т.

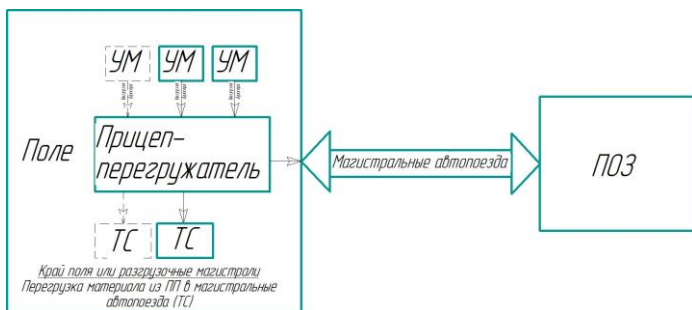


Рис. 5.11 Транспортное обслуживание с использованием большегрузных прицепов-перегрузчиков

3.5 Транспортное обслуживание кормоуборочных комбайнов

Передовой опыт изучения и освоения поточных методов уборки кормовых культур показал, что эффективность их в большей степени зависит от функционирования технологического транспорта. Один из путей повышения производительности транспортных средств это упорядочения их работы, уменьшение непроизводительных пробегов, повышения грузоподъемности технологических емкостей до обоснованной вместимости кузовов.

При обслуживании безбункерных уборочных машин материал поступает непосредственно от комбайна в рядом идущее транспортное средство. После загрузки кузова, комбайн останавливается для замены загруженного транспортного средства на порожнее, а груженные транспортные средства уходят с поля к местам первичной переработки материала (рис. 5.12).



Рис. 5.12 Работа кормоуборочного комбайна при заготовке сенажа

В данной прямоточной схеме используются как одиночные автомобили, так и тракторные поезда, как правило, с самосвальной разгрузкой. Однако, как показывает практика работы уборочных агрегатов и обслуживающих транспортных средств, простои их во взаимном ожидании достигают на заготовке кормов до 30 и более процентов.

Эффективность функционирования таких систем можно несколько повысить за счет увеличения грузоподъемности транспортных средств, при этом снижается потребность в подвижном составе и в операторах, но и ухудшаются показатели использования его из-за увеличения затрат времени смены на загрузку кузова.

Транспортное обслуживание с перегрузкой зеленой массы. Работа уборочно-транспортной системы при транспортном обслуживании с перезагрузкой материала заключается в том, что сборочные операции выполняют большегрузные прицепы-перегрузжатели на коротком плече перевозок, как правило, в пределах поля или группы полей, а транспортные операции осуществляют магистральными поездами большой грузоподъемности. Магистральные поезда оживают загрузки на краю поля или на транспортных магистралях. Загруженный БПП доставляется тягачом к магистральному поезду и перегружает материал в кузова, загруженные таким образом поезда буксируют к местам разгрузки и укладки зеленой массы энергонасыщенными транспортными средствами, тракторами-тягачами или автомобилями-тягачами.

3.6 Проектирование уборочного процесса

Для объема работ под зерновой культурой необходимо определить потребность в комбайнах заданной марки, не превышая наличия их в бригаде. Календарный срок уборки 8...10 дней.

1. Определить часовую производительность комбайна по формуле:

$$W_{чк} = 0,1B_p V_p U \tau, \text{ т/ч} \quad (5.35)$$

где B_p – ширина захвата жатки комбайна, м;

V_p – рабочая скорость движения комбайна, км/ч;

U – урожайность культуры, т/га;

τ – коэффициент использования времени смены.

Рабочую скорость движения комбайна определяем исходя из максимальной его пропускной способности:

$$V_p = \frac{3,6q_n}{0,1B_p U (1 + \delta_c)}, \text{ км/ч} \quad (5.36)$$

где q_n – пропускная способность молотилки комбайна, кг/с;

δ_c – коэффициент соломистости, $\delta_c = 1,5$.

2. Определить часовую производительность автомобиля,

$$W_{ча} = \frac{q_n \gamma_q V_{mex} \beta_n}{l_n + t_{np} V_{mex} \beta_n}, \text{ т/ч} \quad (5.37)$$

где q_n – номинальная грузоподъемность автомобиля, т;

γ_q – коэффициент использования грузоподъемности автомобиля;

V_{mex} – среднетехническая скорость движения автомобиля, км/ч;

β_n – коэффициент использования пробега;

l_n – расстояние перевозки зерна от комбайна до тока предприятия, км;

t_{np} – время затрачиваемое на погрузку и разгрузку автомобиля, ч.

3. Определить объем работ в весовом эквиваленте:

$$Q_y = F \cdot U, \text{т} \quad (5.38)$$

где F – площадь посева зерновых, га.

4. Определить наработку комбайна за период уборки урожая:

$$W_a = W_{\text{чк}} T_{\text{см}} D_{\text{к}} \alpha_n, \text{т} \quad (5.39)$$

где $T_{\text{см}}$ – продолжительность работы комбайна в течение суток, ч;

$D_{\text{к}}$ – календарная продолжительность уборочного периода, дней;

α_n – коэффициент надежности технологического процесса.

5. Определить необходимое число комбайнов для уборки урожая:

$$M_{\text{к}} = \frac{Q_y}{W_a}. \quad (5.40)$$

6. По уравнению поточности необходимо определить число автомобилей для построения уборочно-транспортного процесса:

$$M_a = \frac{M_{\text{к}} W_{\text{чк}}}{W_{\text{ча}}}. \quad (5.41)$$

3.7 Проектирование транспортного обслуживания комбайнов

От организации технологических перевозок продуктов в значительной мере зависит проведение сборочных (уборка зерновых) работ в установленные агротехнические сроки.

Основными особенностями работы транспортных средств, обслуживающих комбайны, являются: работа в единой технологической уборочно-транспортной системе (ТУТС); резкое различие в режимах движения по полю и дороге; выполнение сборочно-транспортных операций; значительный удельный вес пробега по полю и времени пребывания на поле в общем балансе пути и времени цикла.

Согласование работы технологических и транспортных агрегатов необходимо провести при прямоточных перевозках.

Будем называть основную операцию уборочно-транспортного процесса, выполняемую, как правило, комбайнами базовой, а ее длительность – базовым циклом. Длительность перевозочной и перегрузочной операций будем называть транспортным циклом.

Длительность процесса и синхронность его операций относятся к числу наиболее важных показателей, определяющих организационно-технологический уровень уборочно-транспортного процесса с точки зрения равномерности работы и загрузки машин на каждой операции. Синхронность операций определяется согласованностью также каждой операции расчетного такта процесса.

Расчеты проведем для заданного объема работ F ; урожайности U ; продолжительности работы в течение суток $T_{\text{см}}$; коэффициента технологической надежности процесса α_n ; агротехническом сроке $D_{\text{к}}$; часовой производительности комбайна $W_{\text{чк}}$ и производительности автомобиля $W_{\text{ча}}$.

Методика расчета сборочно-транспортного процесса:

1. Определить расчетный такт процесса:

$$R_p = \frac{D_k T_{cm} \alpha_n}{FU}, \text{ ч/т.} \quad (5.42)$$

2. Определить действительный такт комбайна:

$$r_k = \frac{1}{W_{чк}}, \text{ ч/т.} \quad (5.43)$$

3. Определить действительный такт транспортного средства:

$$r_T = \frac{1}{W_{ча}}, \text{ ч/т.} \quad (5.44)$$

4. Определить расчетное число комбайнов и транспортных средств:

$$M_{PK} = \frac{r_k}{r_p}, \quad (5.45)$$

$$M_{PA} = \frac{r_a}{r_p}.$$

5. Определить коэффициент ритмичности процесса,

$$\rho_n = \frac{(r_k + r_T)}{r_p \times (M_K + M_T)}.$$

6. Определить коэффициенты загрузки комбайнов и автомобилей:

$$K_{зк} = \frac{M_{PK}}{M_K}, \quad K_{за} = \frac{M_{PA}}{M_A}. \quad (5.47)$$

7. Определить коэффициенты простоя комбайнов и автомобилей:

$$\begin{aligned} K_{нк} &= 1 - K_{зк} \\ K_{на} &= 1 - K_{за} \end{aligned} \quad (5.48)$$

2. Если полученные значения $K_{нк}$ и $K_{на}$ превышают 10...15 %, необходимо ввести корректировку по производительности машин. С целью повышения загрузки и ритмичности процесса необходимо ввести допустимое снижение производительности комбайнов и транспортных средств:

$$\begin{aligned} \Delta W_{чк} &= W_{чк} \times K_{нк}, \\ \Delta W_{ча} &= W_{ча} \times K_{на}. \end{aligned} \quad (5.49)$$

Затем определить новые значения производительности W_k и W_m ,

$$\begin{aligned} W_k &= W_{чк} - \Delta W_{чк}, \\ W_m &= W_{ча} - \Delta W_{ча} \end{aligned} \quad (5.50)$$

Тогда с учетом полученных в (5.50) значений $W_{чк}$ и $W_{ча}$ проведем расчет новых параметров процесса по выражениям (5.42)...(5.48).

Глава 4 Обеспечение машин эксплуатационными материалами

4.1 Классификация эксплуатационных материалов и организация их поставки потребителям

Для обеспечения работы машин необходимы многие наименования разнообразных изделий и материалов. Их необходимо своевременно приобретать, экономно расходовать и бережно хранить.

К эксплуатационным материалам относятся: топливо и смазочные материалы; специальные жидкости; запасные части; шины и аккумуляторы; антикоррозийные материалы; прочие материалы.

Потребность в материалах и запасных частях определяется на основе норм расхода и зависит от ряда факторов: конструкторских; эксплуатационных; технологических и организационных.

При заданных нормативах расхода запасных частей требуемое их число можно определить:

$$N_{зч} = \frac{mM_n}{100}, \quad (5.51)$$

где m – число машин в предприятии;

M_n – норма расхода данной детали на 100 машин в год, штук.

Требуемое количество материалов на ремонт, техническое обслуживание и хранение машин рассчитывают по формуле:

$$Q_m = P_p M_{nm}, \quad (5.52)$$

где P_p – годовая программа работ данного вида;

M_{nm} – норма расхода материала данного вида на одну машину.

Материально-техническое обеспечение предприятий АПК на рынке ресурсов осуществляют, как правило, многочисленные торгово-посреднические структуры.

Основные направления их деятельности: обеспечение предприятий АПК машинами, оборудованием, запасными частями, эксплуатационными материалами и др. материально-техническими ресурсами; дилерская деятельность; сервис продукции производственного назначения; оказание договорных услуг по выполнению механизированных работ в предприятиях АПК; организация работы технических обменных пунктов; поставка топлива, смазочных материалов и др.

Хранение запасных частей в предприятиях осуществляется на складах. При этом хранят только самые «ходовые» детали и агрегаты. Хранить большие запасы непосредственно в предприятии не целесообразно и слишком дорого.

Известно, что наступление отказов машин носит случайный характер, поэтому в хозяйствах хранят только самые востребованные детали и агрегаты, а остальные на складах торгующих организаций более высокого уровня.

4.2 Обеспечение машин топливом и смазочными материалами

Для своевременного обеспечения машин топливом и смазочными материалами в предприятиях имеются нефтесклады с соответствующими резервуарами, заправочным оборудованием, передвижными заправочными агрегатами и техническим персоналом, которые объединены в общее название – *нефтехозяйство* предприятия.

Нефтехозяйство сельскохозяйственного предприятия – специализированное подразделение, представляющее собой совокупность инженерных сооружений, оборудования, технических средств и исполнителей, предназначенных для выполнения операций снабжения нефтепродуктами, их транспортирования, приема, отпуска, хранения и заправки машин.

Схема обеспечения нефтепродуктами может состоять из: центрального нефтесклада предприятия; стационарных постов заправки в бригадах; одиночных комбинированных резервуаров.

Центральный нефтесклад предприятия служит для хранения текущих запасов топлива и заправки им тракторов и мобильных машин, стационарные посты заправки – для приема, хранения, заправки парка тракторов в бригадах, расположенных на расстоянии более 20 километров.

Основные технологические функции нефтесклада: прием нефтепродуктов из автоцистерн в резервуары; хранение нефтепродуктов в резервуарах и таре; выдача нефтепродуктов из резервуаров и тары в автоцистерны, топливные баки и заправочные ёмкости машин; механизация приемораздаточных работ; техническое обслуживание оборудования; контроль качества нефтепродуктов; сбор отработанных масел; обеспечение норм и требований охраны труда и противопожарной безопасности; борьба с потерями нефтепродуктов.

В соответствии с этими функциями на складе размещают оборудование для налива нефтепродуктов, их хранения, контроля качества и измерения количества.

Потребный суммарный объем емкостей для нефтесклада сельскохозяйственного предприятия в зависимости от числа тракторов приведен в таблице 5.5.

Таблица 5.5 Суммарный объем емкостей для нефтесклада предприятия

Число тракторов в предприятии	15...20	21...40	41...60	61...100
Вместимость нефтесклада, м ³	50	90	155	320

Основные виды оборудования нефтескладов приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 Основные виды оборудования нефтескладов

Оборудование	Марка оборудования
1	2
Топливозаправочные колонки	2КЭК-50-0,25-2-1-2Э; 2КА-50-0,25-2-1-2Э
Приемораздаточные стояки	ОЗ-2462; ОЗ-9721; АСН-5; АСН-8; АСН-10
Топливозаправочные установки	46121; 461026

1	2
Маслораздаточные колонки	3155; 367М; 367МЗ
Мотопомпы	МПГ-10; МПГ-10Э
Резервуары вместимостью	5; 10; 25; 50; 75; 100
Дыхательные клапаны	СМДК-50; ДУ-50

Опыт работы нефтехозяйства сельскохозяйственных предприятий свидетельствует о том, что на качество и потери нефтепродуктов значительно влияет техническое состояние резервуаров и оборудования. Поэтому особое внимание необходимо уделять проведению периодических технических обслуживаний для всего оборудования нефтехозяйства. Система технического обслуживания нефтескладского оборудования включает в себя ежедневное ЕТО, первое ТО-1 и второе ТО-2 технические обслуживания. Периодичность этих обслуживаний приведена в таблице 5.7.

Таблица 5.7 Периодичность ТО оборудования нефтескладов

Оборудование	ТО-1		ТО-2	
	По расходу тыс.л	По времени	По расходу тыс.л	По времени
Топливо и масло раздаточные колонки	200	Один раз в три месяца	200	Один раз в шесть месяцев
Приемораздаточные стояки	1000	Один раз в месяц	2000	Один раз в шесть месяцев
Резервуары с дизельным топливом	-	Один раз в шесть месяцев	-	Один раз в год
Резервуары с бензином	-	Один раз в шесть месяцев		Один раз в два года

Работы по ЕТО проводят силами работников нефтехозяйства, а ТО-1 и ТО-2 слесари ремонтной мастерской предприятия.

4.3 Организация заправки машин

Для организации заправки машин в сельскохозяйственных предприятиях используют стационарные посты и передвижные средства заправки. Передвижные средства предназначены для заправки машин на месте их работы.

В зависимости от методов и форм организации работы машинно-тракторных агрегатов, заправка тракторов и мобильных машин может быть организована следующими способами: централизованным, автономным, комбинированным и передвижным.

Централизованный способ организации заправки машин (рис. 5.13).

Доставку топлива на центральный нефтесклад предприятия осуществляют в настоящее время автоцистерны емкостью 15...20 и более тысяч литров. На центральном складе организован центральный стацио-

нарный пост заправки, на котором заправляются автомобильный транспорт предприятия и тракторы, работающие в радиусе от ЦСПЗ 2...5 км.

Для заправки машин в подразделениях используются передвижные механизированные заправочные агрегаты (МЗА), которые базируются на центральной нефтебазе и выезжают на заправку тракторов и комбайнов во все подразделения (бригады) сельскохозяйственного предприятия. Они заправляют машины на межсменных стоянках или непосредственно в поле.



Рис. 5.13 Схема централизованного способа заправки машин

Для заправки машин в подразделениях используются передвижные механизированные заправочные агрегаты (МЗА), которые базируются на центральной нефтебазе и выезжают на заправку тракторов и комбайнов во все подразделения (бригады) сельскохозяйственного предприятия. Они заправляют машины на межсменных стоянках или непосредственно в поле.

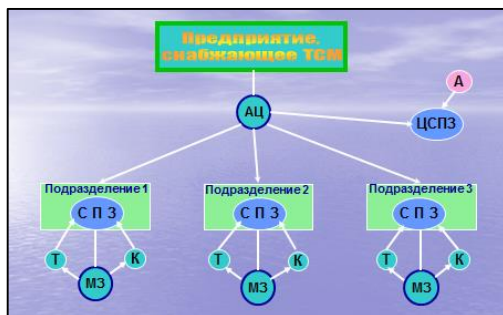


Рис. 5.14. Схема автономного способа заправки машин

При автономном способе заправки (Рис. 5.14) кроме ЦСПЗ в подразделениях оборудованы стационарные посты, на которых заправляются все машины подразделений. Автомобильные цистерны доставляют топ-

ливо от снабжающих организаций на ЦНС и на СПЗ подразделений. Тракторы могут заправляться на стационарных постах, а при значительном удалении от СПЗ их и комбайны заправляют передвижные механизированные заправщики.

Комбинированный способ заправки (рис. 5.15) включает централизованный и автономный способы. Автоцистерны доставляют топливо на ЦНС и в стационарные посты заправки подразделений. На ЦСПЗ заправляются тракторы первого подразделения, расположенного на центральной усадьбе предприятия, а комбайны заправляет МЗА. Автомобили предприятия заправляют на ЦСПЗ.

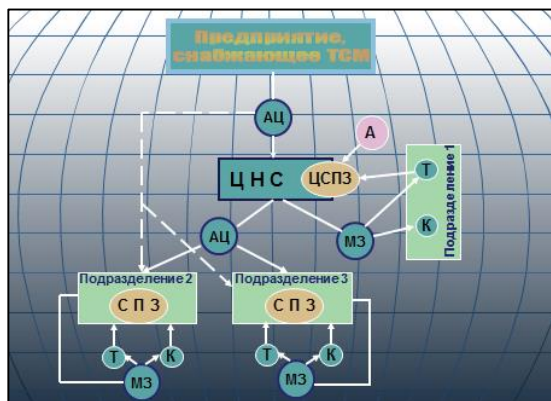


Рис. 5.15. Схема комбинированного способа заправки машин

Тракторы подразделений заправляют на СПЗ или МЗА, а комбайны только передвижными заправочными агрегатами. Передвижные МЗА базируются в подразделениях.

Наиболее распространены следующие виды передвижных агрегатов МЗ-3904 на шасси автомобиля, предназначенный для обслуживания 20...25 агрегатов, и МЗ-3905Т на шасси тракторного прицепа и может обслуживать в агрегате с трактором 16...20 мобильных машин.

4.4 Определение потребности в нефтепродуктах

Расчет годовой потребности в предприятия в нефтепродуктах проводят в следующем порядке. Количество необходимого основного топлива для выполнения годового объема работ определяют по основным видам, к которым относятся; производство продукции растениеводства; производство продукции животноводства; транспортные работы; эксплуатация машин, не связанных с производством сельскохозяйственной продукции; ремонт и ТО машин; общехозяйственные нужды.

Рассмотрим определение потребности хозяйства в дизельном топливе для растениеводства. Потребность в дизельном топливе рассчитывает-

ся на основе разработанных технологических карт и установленных норм расхода топлива на каждый вид работ. При этом необходимо учитывать имеющийся в предприятии марочный состав тракторов, комбайнов и автомобилей.

Потребность в дизельном топливе в растениеводстве равна:

$$Q_{\text{дт}} = \sum Q_{\text{мр}} G_T / \rho, \quad (5.53)$$

где $Q_{\text{мр}}$ – объем механизированных работ, выполняемых тракторами j -й марки, в усл.э.га;

G_T – часовой расход топлива тракторами j -й марки, кг/усл.э.га;

ρ – плотность дизельного топлива, кг/м³; m – число марок тракторов.

Полученное значение потребности в топливе необходимо увеличить на 10...15 % для учета работы машин на остановках, при проведении технологического обслуживания агрегатов, во время переездов, регулировок и др.

Резервуарный парк нефтесклада определяют по плановому расходу нефтепродуктов в наиболее напряженные месяцы полевых работ. При определении суммарной вместимости резервуаров допустимо отклонение на 20...30 % от расчетного объема в сторону увеличения. Производственный запас при централизованной доставке нефтепродуктов должен составлять в условиях Западной Сибири 23...30 от годового объема.

4.5 Потери нефтепродуктов и пути сокращения потерь

Потери нефтепродуктов встречаются при перевозке, сливе из автоцистерны; хранении; заправке машин на стационарном посту и в поле; от испарения и от утечек (рис. 5.16).



Рис. 5.16. Потери нефтепродуктов

Потери ГСМ зависят от конструктивных, технологических, эксплуатационных и организационных факторов.

Конструктивные факторы включают в себя мероприятия по совершенствованию конструкций машин, совершенствование ДВС, систем питания, снижение массы, применение новых видов рабочих органов, применение бесступенчатых трансмиссий, уменьшение энергоемкости приводов, совершенствование ходовых аппаратов тракторов и рабочих машин.

К технологическим факторам относятся совершенствование производственных процессов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур, минимальная и нулевая обработки почвы, прямой посев, совмещение отдельных операций. Использование новых технологических процессов, значительно снижающих расход энергии при сушке, хранении и обработке сельскохозяйственной продукции.

К эксплуатационным факторам относятся мероприятия по улучшению качества ТО машин, качественного выполнения регулировок топливной аппаратуры, механизма газораспределения. Большое влияние на затраты энергии оказывает состояние рабочих органов: острота лезвий, толщина режущих кромок лемехов и лап и др.

Основные показатели топливной экономичности – удельный и поектарный расход топлива, зависят от технического состояния двигателя, сопротивления почвы, типа конструкции и состояния ходовой системы, рабочих машин и орудий, способа агрегатирования и организации использования машинно-тракторного агрегата. Топливная экономичность зависит в первую очередь от исправности двигателя: топливного насоса, форсунок, механизма газораспределения, системы охлаждения. Так, например, закоксовывание сопловых отверстий распылителей форсунок на 20...28 % приводит к падению мощности двигателя на 6...8 % и увеличению расхода топлива на 5 %.

К организационным факторам относятся выбор форм использования техники, организация её работы и обслуживания в полевых условиях, учет и нормирование потребления ГСМ и др. Необходимо отметить, что при полной загрузке тракторов на основных работах неизбежен перерасход топлива, когда агрегаты работают на нерационально подготовленных загонах с большими переездами. Недопустимо использовать на коротких гонах мощные тракторы класса 4 т и более. Значительное количество топлива расходуется при холостых переездах агрегатов с участка на участок, а также при продолжительной работе двигателя вхолостую.

Снижение расхода ГСМ, повышение эффективности использования техники невозможны без четко налаженной организации работы машинно-тракторных агрегатов: выбора машин, подготовки их для выполнения различных операций, составления схемы движения, расчета необходимого числа машин и обеспечения их согласованной работы, механизации погрузочно-разгрузочных работ, своевременного и качественного технического обслуживания и ремонта машин.

Потери топлива от испарения происходят за счет: изменения температуры окружающего воздуха и в результате выброса паров через дыха-

тельный клапан в атмосферу; вентиляции газового пространства вследствие истечения паровоздушной смеси через неплотности в резервуаре; насыщения пространства пустого резервуара, когда в него заливают большое количество топлива, которое начинает испаряться.

Потери от утечек вызваны несовершенством или неисправностью оборудования. Потери от утечек можно сократить, за счет поддержания оборудования в исправном состоянии и заправки машин топливом и маслами с применением механизированных средств.

Глава 5 Инженерно-техническая служба по эксплуатации машин

5.1 Задачи и структура инженерно-технической службы

Эффективность использования техники в сельскохозяйственном производстве во многом зависит от обоснованности структуры и численности состава инженерно-технической службы. Рациональная структура ИТС создает благоприятные условия для повышения производительности МТА и эффективности использования МТП предприятия. Инженерно-техническая служба предприятия представляет собой структурное подразделение, состоящее из инженерно-технического персонала, который обеспечивает использование техники и техническое обслуживание и ремонт машинно-тракторного парка.

В настоящее время для обслуживания сельскохозяйственных предприятий выступает сеть сервисных фирм на основе разных форм собственности, которые осуществляют рекламу и реализацию технологических комплексов машин, гарантийное и послегарантийное техническое обслуживание, обеспечение запасными частями. Районные и областные сервисные предприятия должны стать многофункциональной комплексной инженерной структурой, способной удовлетворять все запросы товаропроизводителей по производственному и материально-техническому обеспечению.

Основные функции ИТС – использование, техническое обслуживание и ремонт МТП, развитие материально-технической базы.

Структура службы сельскохозяйственного предприятия зависит от направления производственной деятельности. Может включать до пяти подразделений: эксплуатации МТП и транспортных средств; ремонта МТП; эксплуатации машин и оборудования животноводческих ферм; энергетики; хранения и подготовки машин к использованию.

Число подразделений ИТС зависит от размеров предприятия. Возглавляет ИТС главный инженер, а подразделения инженеры.

Подразделение эксплуатации МТП и АТС – занимается использованием техники, ТО, нефтехозяйством и организацией заправки машин.

Подразделение ремонта машин – осуществляет текущий ремонт в мастерской предприятия.

Подразделение эксплуатации машин и оборудования животноводческих ферм – выполняет все процессы, связанные с использованием, ТО и ремонтом оборудования животноводческих ферм.

Подразделение энергетики – обеспечивает электрификацию и автоматизацию производственных процессов, а также эксплуатацию, ТО и ремонт установок и оборудования.

Подразделение хранения техники и подготовки машин к использованию – осуществляет работы по своевременной сборке, обкатке и регулировке сельскохозяйственных машин и оборудования.

5.2 Порядок ввода машин в эксплуатацию

Составной частью системы сервисных предприятий являются дилерские предприятия, которые располагают производственной базой. Дилер осуществляет закупку технических средств, для их последующей продажи. Кроме этого, оказывает услуги потребителям по обеспечению эффективного использования и исправности технических средств, в гарантийный и послегарантийный периоды. Дилерские предприятия сотрудничают с фирмой-изготовителем.

Работа дилерских предприятий строится на следующих *основных принципах*.

Фирма изготовитель продает и обеспечивает исправность своих машин путем создания и поддержки дилерских, ремонтных и других обслуживающих предприятий.

Фирма предоставляет право продажи и обслуживания своих машин только тем дилерам, которые удовлетворяют предъявляемым требованиям.

Дилеру, имеющему право продажи и обслуживания машин определенного завода-изготовителя, предоставляется экономическая и техническая поддержка, систематическая информация и документация.

Взаимоотношения дилера с изготовителями и потребителями технических средств определяются договорами.

Фирма поставляет дилерам нормативно-техническую документацию, специальное оборудование для ТО и ремонта, учебные пособия и рекламные материалы.

Фирма продает технику дилеру со скидкой от розничной цены 10...30 % в зависимости от ситуации. Скидки на запасные части достигают 35 % от уровня рекомендуемых розничных цен.

Дилеры организывают реализацию подержанной техники.

Дилер прогнозирует потребность в технике в зоне своей деятельности на 2...3 года вперед, учитывая финансовое состояние потенциальных покупателей, подает заявки на поставку новой. При покупке новой машины проверяют работоспособность и комплектность согласно комплекточной ведомости. Все машины должны находиться на балансе предприятия и иметь инвентарный номер. Тракторы и самоходные сельскохозяйственные машины регистрируются в инспекции «Гостехнадзор», автотранспортных средства в инспекции ГБДД. Каждая мобильная машина имеет паспорт самоходной машины (ПСМ), а транспортные средства ПТС. Новые и капи-

тально отремонтированные машины проходят эксплуатационную обкатку согласно карты разрабатываемой фирмой-изготовителем.

5.3 Списание сельскохозяйственной техники

Списание машин является важной стороной деятельности инженерно-технической службы. Известно, что физический и моральный износ машин приводит к их выбытию и замене новой техникой.

Сельскохозяйственная техника подлежит списанию с балансов предприятий в следующих случаях: морально устаревшая, утратившая производственное назначение из-за физического износа; не подлежащая восстановлению после аварий или стихийных бедствий; из-за несовершенства конструкции и нецелесообразности модернизации.

Каждое предприятие как собственник своего имущества имеет право передавать другим предприятиям и организациям машины, оборудование, транспортные средства на условиях продажи, аренды и др. А также списывать их с баланса, если они изношены, повреждены или морально устарели.

Для установления непригодности к эксплуатации в связи с физическим или моральным износом, аварией автомобильной техники, тракторов, комбайнов, сельскохозяйственных машин и других средств производства на каждом предприятии создается специальная комиссия, как правило, под председательством главного инженера. Комиссия определяет техническое состояние машины, изучает документы, подтверждающие наработку, затраты на ремонт за определенный период использования, и дает заключение о нецелесообразности ремонта и дальнейшего использования машины.

Кроме того, определяется возможность использования отдельных узлов, деталей и их остаточная стоимость. На списываемую машину составляют акт технического состояния, при этом используют такие документы, как, паспорт самоходной машины или паспорт транспортного средства, ведомость дефектов и др. В акте отражается фактический срок эксплуатации подтверждается нецелесообразность восстановительного ремонта. Машины необходимо списывать при истечении нормативного срока эксплуатации, за исключением аварийных.

После списания машину разбирают на агрегаты, узлы и детали, составляют акт на ликвидацию. Пригодные узлы, агрегаты и детали после дефектовки отправляют на склад, а непригодные сдают в металлолом. Все узлы, агрегаты, детали, полученные от ликвидации машины приходят на складе.

5.4 Государственный надзор за техническим состоянием машин

Государственный надзор за техническим состоянием самоходных машин и оборудованием осуществляется Государственными инспекциями по надзору за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники субъектов Российской Федерации (Гостехнадзор).

Задачами органов Гостехнадзора являются:

- надзор за соответствием технического состояния машин в процессе использования независимо от принадлежности нормативам, обеспечивающим безопасность для жизни, здоровья людей и имущества, охрану окружающей среды;
- надзор в АПК за соблюдением правил эксплуатации машин и оборудования, регламентируемых нормативными документами;
- регистрация тракторов и мобильных машин и выдача на них государственных регистрационных знаков;
- проведение периодических технических осмотров;
- прием экзаменов и выдача удостоверений на право управления самоходными машинами;
- оценка технического состояния и определение остаточного ресурса машин и оборудования по заявкам владельцев;
- надзор в АПК за соблюдением установленного порядка сертификации работ и услуг в области технической эксплуатации машин;
- выдача образовательным организациям свидетельств о соответствии оснащенности образовательного процесса установленным требованиям подготовки и переподготовки трактористов и машинистов самоходных машин.

Непосредственное выполнение функций государственного надзора за техническим состоянием машин возложено на государственных инженеров-инспекторов. Инспекции располагаются на районном уровне.

Права государственных инженеров-инспекторов:

- проводить проверки в соответствии с возложенными на них функциями;
- запрещать эксплуатацию поднадзорных машин и оборудования, техническое состояние которых не соответствует установленным требованиям;
- давать обязательные предписания юридическим лицам, должностным и физическим лицам об устранении выявленных нарушений;
- налагать в установленном порядке в пределах своей компетенции административные взыскания.

Районная инспекция Гостехнадзора осуществляет надзор за техническим состоянием, соблюдением правил технической эксплуатации и списания тракторов, комбайнов и др. мобильных машин (снегоходов).

Проверяет качество ремонта на ремпредприятиях, соблюдение правил хранения и расходования нефтепродуктов, выдает в установленном порядке номерные знаки на мобильные машины и тракторные прицепы (снегоходы), проводит аттестацию механизаторских кадров всех категорий с выдачей соответствующих удостоверений на право управления тракторами и др. мобильными машинами.

Государственный технический осмотр. Важной задачей службы Гостехнадзора является государственный технический осмотр, проводимый ежегодно. Технический осмотр машин, участвующих в полевых рабо-

тах, проводится не позднее 15 дней перед их началом. Место проведения технического осмотра предоставляет ИТС предприятия.

Технический осмотр начинается с проверки марки, государственного регистрационного знака, номерных агрегатов машин, записанных в регистрационных документах.

Техническое состояние машин проверяют на соответствие требованиям безопасности для жизни, здоровья людей, охраны окружающей среды установленным технической документацией.

Управление машинами, не прошедшими технический осмотр в установленные сроки, запрещается, государственные регистрационные знаки с таких машин снимаются.

Контроль за сохранностью техники. На сельскохозяйственных предприятиях наличие и состояние:

- закрытых помещений, навесов, открытых площадок для хранения машин и оборудования;
- площадки для сборки, регулирования машин и комплектования агрегатов с погрузочно-разгрузочной эстакадой;
- склада для хранения составных частей, снимаемых с машин;
- поста очистки и мойки машин;
- площадки для разборки, дефектации и хранения списанных машин;
- ограждения территории хранения машин;
- противопожарного оборудования и инвентаря.

В процессе проверки выявляют наличие нормативно-технической документации по хранению машин и оборудования. Контролируют своевременность и качество подготовки машин и оборудования к кратковременному и длительному хранению, а также соблюдение сроков и объемов работ по их ТО в период хранения.

Контролируют периодичность проверок хранения машин, правильность и надежность их установки на подставки, отсутствие перекосов и прогибов рам, давление воздуха в шинах, отсутствие течи масла, герметизацию корпусов, состояние антикоррозионных покрытий, защитных устройств, комплектность машин.

Обращается внимание на выполнение требований действующих правил безопасности при хранении машин и оборудования.

По результатам проведения контроля должностным лицом, осуществляемым проверку, составляется акт установленной формы в двух экземплярах. Один экземпляр акта вручается руководителю юридического лица второй остается в деле соответствующей инспекции Гостехнадзора.

В случае выявления административного правонарушения, должностным лицом Гостехнадзора даются предписания об устранении выявленных нарушений.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны вести журнал учета мероприятий по контролю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аллилуев В.А., Ананьин Л.Д., Михлин М.Д., Техническая эксплуатация МТП. – М.: ВО. Агропромиздат, 1991.- 368 с.
2. Ананьин А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов учреждений высш. образования/ [А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др.]. –2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 416 с.
3. Блынский Ю.Н., Воронин Д.М. Эксплуатация машинно-тракторного парка.- Курс лекций Ч. 1. Новосибирск 2003.
4. Дидманидзе О.Н. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник / Дидманидзе О.Н., Солнцев А.А., Митягин Г.Е. [и др.]; под общ.ред. чл-корр Россельхозакадемии О.Н. Дидманидзе – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2012. – 455 с.
5. Зангиев А.А., Лышко Г.П., Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация МТП.- М.: «Колос», 1996. – 320с.
6. Зангиев А.А., Скороходов А.Н. Практикум по эксплуатации МТП. – М.: Колос, 2006. -317 с.
7. Кузнецов Е.С.Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов 4-е изд., перераб. и дополн. /Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов А.П. и др. - М.: Наука, 2004. – 535 с.
8. Новикова. А.В. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства: учебник / А.В.Новиков, И.Н. Шило, Т.А. Непарко [и др.]; под ред. А.В.Новикова. – Минск:Новое знание; М. : ИНФА-М, 2014. – 512 с.: ил. – (Высшее образование).
9. Пискарев А.В. надежность технологических систем машиноиспользования в растениеводстве: совершенствование методов проектирования и эксплуатации на основе системного подхода: монография/ Новосибир. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2011. – 385 с.
10. Практикум по эксплуатации МТП/ Под. Ред. Ю.Н.Блынского; Новосибир. гос. аграр. ун-т - Новосибирск 2008.
11. Практикум по эксплуатации МТП/ Под. Ред. Ю.Н.Блынского; Новосибир. гос. аграр. ун-т - Новосибирск 2017.
12. Система ведения производства в сельскохозяйственных организациях Сибири/РАСХН. Сиб. Отд-ние. – Новосибирск, 2007. – 348 с.
13. Тихоновский В.В. Техничко-технологическое обеспечение уборки зерновых на основе позиционирования и мониторинга: диссертация / Новосибир. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2015. – 161 с.
14. Черепанов С.С. Использование земледельческих агрегатов/ Часть I. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2000. – 360 с.
15. Черепанов С.С. Использование земледельческих агрегатов/ Часть II. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2000. – 308 с.

Автор: Блынский Юрий Николаевич
доктор технических наук, профессор

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ПРОЦЕССОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка Д.Т. Кружкова

Подписано к печати 14 января 2019 г.
Формат 60×84^{1/16}. Тираж 50 экз.
Объем 18,6 уч.-изд. л. Изд. №52

Отпечатано в мини-типографии Инженерного института
ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ
630039, г. Новосибирск, ул. Никитина, 147