

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Макушев Андрей Евгеньевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 01.03.2023 10:57:17
Уникальный программный ключ:
4c46f2d9dda3fab9e57685d11e3a4257b0ddfe

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»

(ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА)



ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА МАШИН

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы

Чебоксары 2019

УДК 631.3.004.67

ББК 30.82

И23

Иванщиков Ю.В., Гаврилов В.Н.

Технология и организация ремонта машин: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы. – Чебоксары: ЧГСХА, 2019. – 83 с.

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия и предназначено для выполнения курсовой работы.

Пособие содержит методические указания и пояснения к выполнению основных разделов курсовой работы на тему: «Технологическое проектирование ремонтной мастерской сельскохозяйственного предприятия», требования по оформлению графической части и необходимые справочные материалы.

Рецензент:

Новиков А.М., к.т.н., доцент кафедры технического сервиса ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»;

Рассмотрено и одобрено методической комиссией инженерного факультета ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА (протокол № 1 от 17.09.2019 г.)

© Иванщиков Ю.В., Гаврилов В.Н., 2019

© ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Наряду с развитием научно-технического прогресса агропромышленный комплекс России оснащается все более сложной техникой и оборудованием. С увеличением технического ресурса машин и оборудования, поставляемых сельскому хозяйству, повышается их конструктивная сложность, что в известной степени обуславливает увеличение объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту машин. Чтобы поддерживать такой парк машин и оборудования в постоянном работоспособном состоянии необходимо создавать и совершенствовать ремонтно-обслуживающую базу. Ремонтно-обслуживающая база (РОБ) – это комплекс всех предприятий, расположенных на данной территории, тесно взаимосвязанных между собой и обеспечивающих выполнение всего объема работ по техническому обслуживанию и ремонту техники. Структура, размеры и функции объектов РОБ обусловлены работами, выполняемыми при обслуживании и ремонте машин. Часто повторяющиеся и технически несложные виды работ по ТО и ремонту машин выполняют на местах работы или хранения машин (передвижные ремонтные мастерские, пункты технического обслуживания). Для выполнения технически сложных ремонтных работ необходимо организовать предприятия более высокой оснащенности (центральные ремонтные мастерские, станции технического обслуживания, мастерские общего назначения).

Всю структуру взаимосвязей между объектами РОБ и реализацию основных принципов планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники раскрывает дисциплина «Технология и организация ремонта машин». Цель освоения данной дисциплины является приобретение студентами знаний по осуществлению мероприятий по совершенствованию технологического процесса ремонта машин, восстановления деталей, организации и проектирования ремонтно-обслуживающих предприятий и использование полученных знаний и навыков для решения профессиональных задач. Задачи учебной дисциплины – научить студентов профессиональному подходу к организации и технологии

проведения работ по ремонту машин, поддержанию и восстановлению ресурса машин и оборудования для механизации технологических процессов в сельском хозяйстве, организации работы ремонтной службы предприятия.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- причины появления отказов и неисправностей машин, методы их обнаружения и устранения;
- основы ремонта машин и оборудования;
- производственный процесс ремонта машин и оборудования;
- современные технологические процессы восстановления деталей;
- основы планово-предупредительной системы ТО и ремонта машин.

В результате изучения дисциплины студент должен уметь:

- разрабатывать структурные схемы разборки узла, оформлять технологические карты дефектации и восстановления детали;
- выбирать рациональный способ и технологию восстановления изношенных деталей, используемое оборудование и материалы;
- использовать типовые технологии, ремонта и восстановления изношенных деталей машин
- организовывать технологические процессы ремонта сельскохозяйственной техники и восстановления изношенных деталей;
- планировать и организовывать ремонт машин.

В результате изучения дисциплины студент должен овладеть навыками:

- проведения анализа причин потери работоспособности механизмов и машин;
- выполнения структурной схемы разборки узла, методикой оформления технологической карты дефектации и восстановления детали;
- определения оптимальных режимов выполнения производственных процессов;
- управления качеством ремонта машин и оборудования.

Для успешного освоения знаний, умений и навыков по «Технологии и организации ремонта машин» предусмотрено курсовое проектирование, которое направлено на формирование у студентов практических навыков по определению объемов ремонтных работ и производственной программы, и в итоге системы знаний и умений по основам проектирования и реконструкции ремонтных мастерских сельскохозяйственных предприятий.

Курсовое проектирование по дисциплине «Технология и организация ремонта машин» в соответствии с требованиями ФГОС ВО направлена на формирование следующих компетенций:

- способность обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали (ОПК-5);
- способность использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования (ПК-9);
- способностью проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов и применять элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-13).

Курсовая работа выполняется каждым студентом самостоятельно в соответствии с индивидуальным заданием. Задание, утвержденное кафедрой, выдается на специальном бланке и подписывается руководителем. В задании приводятся следующие исходные данные: ожидаемый состав машинно-тракторного парка и планируемая годовая наработка машин.

Выполненная работа сдается на проверку не позднее срока, предусмотренного заданием.

Объем курсовой работы должен составлять 30...35 страниц расчетно-пояснительной записки (ПЗ) и 2 листа графической части формата А1.

Оформление ПЗ курсовой работы осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105–95 и СТБ ЧСХИ–90. Расчетно-пояснительная записка должна содержать: 1) титульный лист; 2) задание; 3) введение; 4) раз-

дела по порядку; 5) заключение; 6) список литературы; 7) содержание. Текст ПЗ должен быть выполнен на листах бумаги формата А4 с рамкой (слева – 20 мм; сверху, справа и слева – 5 мм) и основной надписью согласно ГОСТ 2.104–2006 (форма 2 – на заглавном и форма 2а – на последующих листах).

Графическая часть работы выполняется в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и СТП ЧСХИ–90. В работе предусматривается выполнение следующих листов формата А1 графической части: 1) технологическая планировка ремонтной мастерской (ремонтного участка) с графиком грузопотоков и расстановкой оборудования; 2) график загрузки ремонтной мастерской или график цикла ремонта сложной машины (в соответствии с выданным заданием).

1. РАСЧЕТ ГОДОВОГО ОБЪЕМА РАБОТ ПО РЕМОНТУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Для определения объема ремонтно-обслуживающих работ используются следующие способы: аналитический, графический и табличный. Наибольшее распространение получил аналитический способ, который учитывает зависимость между плановой загрузкой машин и их межремонтными наработками.

1.1 Определение количества ремонтно-обслуживающих воздействий

Расчет количества ремонтно-обслуживающих воздействий (РОВ) для тракторов.

Трактора в процессе эксплуатации подвергаются следующим видам РОВ:

- первое техническое обслуживание (ТО-1);
- второе техническое обслуживание (ТО-2);
- третье техническое обслуживание (ТО-3);
- сезонное техническое обслуживание (СТО);
- текущий ремонт (ТР);
- капитальный ремонт (КР).

Для тракторов одной марки число ремонтов и технических обслуживаний определяют по формулам:

$$N_{\text{КР}}^{\text{T}} = \frac{W_{\text{T}}}{M_{\text{КР}}} \cdot n_{\text{T}};$$

$$N_{\text{ТО-3}}^{\text{T}} = \frac{W_{\text{T}}}{M_{\text{ТО-3}}} \cdot n_{\text{T}} - N_{\text{КР}}^{\text{T}} - N_{\text{ТР}}^{\text{T}};$$

$$N_{\text{ТО-2}}^{\text{T}} = \frac{W_{\text{T}}}{M_{\text{ТО-2}}} \cdot n_{\text{T}} - N_{\text{КР}}^{\text{T}} - N_{\text{ТР}}^{\text{T}} - N_{\text{ТО-3}}^{\text{T}};$$

$$N_{\text{ТО-1}}^{\text{T}} = \frac{W_{\text{T}}}{M_{\text{ТО-1}}} \cdot n_{\text{T}} - N_{\text{КР}}^{\text{T}} - N_{\text{ТР}}^{\text{T}} - N_{\text{ТО-3}}^{\text{T}} - N_{\text{ТО-2}}^{\text{T}};$$

$$N_{\text{СТО}}^{\text{T}} = 2 \cdot n_{\text{T}},$$

где W_{T} – среднегодовая плановая наработка для одного трактора данной марки, мото-ч (у.э.га);

n_T – количество тракторов данной марки;

$M_{KP}, M_{TO-3}, M_{TO-2}, M_{TO-1}$ – периодичность ремонтов и технических обслуживаний, мото-ч. (у.э.га) (табл. П.1).

При расчете числа КР периодичность ремонта для новых тракторов принимается равной доремонтной наработке, для тракторов, прошедших КР – равной послеремонтной.

Количество текущих ремонтов ориентировочно может быть определено по следующей формуле:

$$N_{TP}^T = N_{KP}^T \cdot k_C,$$

где k_C – коэффициент, учитывающий соотношение между текущими и капитальными ремонтами (для тракторов и комбайнов $k_C = 2,5$).

Определение количества РОВ для автомобилей.

Автомобили, используемые в сельском хозяйстве, в процессе эксплуатации подвергаются следующим РОВ:

- первое техническое обслуживание (ТО-1);
- второе техническое обслуживание (ТО-2);
- сезонное техническое обслуживание (СТО);
- текущий ремонт (ТР);
- капитальный ремонт агрегатов и узлов (КР).

Для автомобилей число КР чаще всего рассчитывается по коэффициенту охвата k_{OXB} , определенному по фактически сложившему за ряд лет отношению числа капитально отремонтированных машин к общему числу машин данной марки:

$$N_{KP}^A = n_A \cdot k_{OXB},$$

где n_A – число автомобилей данной марки;

k_{OXB} – коэффициент охвата капитальным ремонтом автомобилей (табл. П.3).

Количество текущих ремонтов автомобилей не определяют и, соответственно, не учитывают при расчете числа технических обслуживаний по формулам:

$$N_{\text{ТО-2}}^{\text{A}} = \frac{\Pi_{\Gamma}}{\Pi_{\text{ТО-2}}} \cdot n_{\text{A}} - N_{\text{КР}}^{\text{A}};$$

$$N_{\text{ТО-1}}^{\text{A}} = \frac{\Pi_{\Gamma}}{\Pi_{\text{ТО-1}}} \cdot n_{\text{A}} - N_{\text{КР}}^{\text{A}} - N_{\text{ТО-2}}^{\text{A}};$$

$$N_{\text{СТО}}^{\text{A}} = 2 \cdot n_{\text{A}},$$

где Π_{Γ} – плановый годовой пробег автомобиля, км;

$\Pi_{\text{ТО-2}}, \Pi_{\text{ТО-1}}$ – периодичность ТО автомобиля, км (табл. П.4).

Определение количества РОВ для комбайнов.

Комбайны при их использовании подвергаются следующим видам РОВ:

- КР – обычно проводят один раз за весь срок службы;
- ТО-2 – через 240 мото-ч;
- ТО-1 – через 60 мото-ч.

Для зерноуборочных и специальных комбайнов количество ремонтов и технических обслуживаний определяются по формулам:

$$N_{\text{КР}}^{\text{K}} = \frac{B_{\Gamma}}{B_{\text{КР}}} \cdot n_{\text{K}};$$

$$N_{\text{ТР}}^{\text{K}} = N_{\text{КР}}^{\text{K}} \cdot k_{\text{с}};$$

$$N_{\text{ТО-2}}^{\text{K}} = \frac{B_{\Gamma}}{B_{\text{ТО-2}}} \cdot n_{\text{K}} - N_{\text{КР}}^{\text{K}} - N_{\text{ТР}}^{\text{K}};$$

$$N_{\text{ТО-1}}^{\text{K}} = \frac{B_{\Gamma}}{B_{\text{ТО-1}}} \cdot n_{\text{K}} - N_{\text{КР}}^{\text{K}} - N_{\text{ТР}}^{\text{K}} - N_{\text{ТО-2}}^{\text{K}};$$

$$N_{\text{СТО}}^{\text{K}} = 2 \cdot n_{\text{K}},$$

где B_{Γ} – плановая годовая наработка каждого комбайна данной наработки, мото-ч. (физ. га);

$B_{\text{КР}}, B_{\text{ТО-2}}, B_{\text{ТО-1}}$ – периодичность капитальных ремонтов и технических обслуживаний комбайнов данной марки, мото-ч. (физ. га);

n_{K} – число комбайнов данной марки.

Определение количества РОВ для сельскохозяйственных машин.

Для сельскохозяйственных машин предусмотрены текущие ремонты и технические обслуживания, как номерные, так и связанные с их хранением. Количество данных ремонтно-обслуживающих воздействий определяются по формулам:

$$N_{\text{ТР}}^{\text{СХМ}} = n_{\text{СХМ}} \cdot k_{\text{ОХВ}};$$

$$N_{\text{ТО}}^{\text{СХМ}} = n_{\text{СХМ}};$$

$$N_{\text{ТОХ}}^{\text{СХМ}} = n_{\text{СХМ}} \cdot k_{\text{ХР}},$$

где $n_{\text{СХМ}}$ – число сельскохозяйственных машин данной марки;

$k_{\text{ОХВ}}$ – коэффициент охвата ремонтом (для плугов – 0,80; для остальных сельхозмашин – 0,65);

$k_{\text{ХР}}$ – коэффициент охвата хранением (табл. П.12).

При получении в результате расчетов дробных величин числа ремонтов и технических обслуживаний по вышеприведенным формулам значения от 0,85 и выше округляют в большую сторону, меньшие значения отбрасываются.

1.2 Определение годовой трудоемкости ремонтно-обслуживающих работ

Расчет трудоемкости ремонтно-обслуживающих работ (РОР) для тракторов ведется по количеству РОВ и норматива трудоемкости выполнения каждого из них:

- капитальный ремонт:

$$T_{\text{КР}}^{\text{Т}} = N_{\text{КР}}^{\text{Т}} \cdot H_{\text{КР}}^{\text{Т}};$$

- текущий ремонт:

$$T_{\text{ТР}}^{\text{Т}} = \frac{H_{\text{ТР}}^{\text{Т}} \cdot W_{\Gamma}}{1000} \cdot n_{\text{Т}};$$

- технические обслуживания:

$$T_{\text{ТО-3}}^{\text{Т}} = N_{\text{ТО-3}}^{\text{Т}} \cdot H_{\text{ТО-3}}^{\text{Т}};$$

$$T_{\text{ТО-2}}^{\text{Т}} = N_{\text{ТО-2}}^{\text{К}} \cdot H_{\text{ТО-2}}^{\text{К}};$$

$$T_{\text{ТО-1}}^T = N_{\text{ТО-1}}^T \cdot H_{\text{ТО-1}}^T;$$

$$T_{\text{СТО}}^T = N_{\text{СТО}}^T \cdot H_{\text{СТО}}^T,$$

где $H_{\text{КР}}^T$ – норматив трудоемкости КР тракторов, чел.-ч (табл. П.5);

$H_{\text{ТР}}^T$ – норматив удельной трудоемкости текущего ремонта тракторов, чел. –ч/1000 мото – ч (чел. –ч/1000 у. э. га) (табл. П.6);

$H_{\text{ТО-3}}^T, H_{\text{ТО-2}}^T, H_{\text{ТО-1}}^T, H_{\text{СТО}}^T$ – нормативы трудоемкости, соответственно ТО-3, ТО-2, ТО-1 и СТО тракторов, чел.-ч (табл. П.7).

Расчет трудоемкости РОР для автомобилей. Общая трудоемкость определяется на основе нормативной трудоемкости одного ремонта и технического обслуживания и их планового количества за год. Трудоемкость выполнения ремонтно-обслуживающих работ:

- капитальный ремонт:

$$T_{\text{КР}}^A = N_{\text{КР}}^A \cdot H_{\text{КР}}^A;$$

- текущий ремонт:

$$T_{\text{ТР}}^A = \frac{H_{\text{ТР}}^A \cdot \Pi_{\Gamma}}{1000} \cdot n_A;$$

- технические обслуживания:

$$T_{\text{ТО-2}}^A = N_{\text{ТО-2}}^A \cdot H_{\text{ТО-2}}^A;$$

$$T_{\text{ТО-1}}^A = N_{\text{ТО-1}}^A \cdot H_{\text{ТО-1}}^A;$$

$$T_{\text{СТО}}^A = N_{\text{СТО}}^A \cdot H_{\text{СТО}}^A,$$

где $H_{\text{КР}}^A$ – норматив трудоемкости КР автомобилей, чел.-ч (табл. П.8);

$H_{\text{ТР}}^A$ – норматив удельной трудоемкости текущего ремонта автомобилей, чел. –ч/1000 км (табл. П.9);

$H_{\text{ТО-2}}^T, H_{\text{ТО-1}}^T, H_{\text{СТО}}^T$ – нормативы трудоемкости, соответственно ТО-2, ТО-1 и СТО автомобилей, чел.-ч (табл. П.9).

Трудоемкость выполнения РОР для комбайнов:

- капитальный ремонт:

$$T_{\text{КР}}^K = N_{\text{КР}}^K \cdot H_{\text{КР}}^K;$$

- текущий ремонт:

$$T_{\text{ТР}}^K = N_{\text{ТР}}^K \cdot H_{\text{ТР}}^K;$$

- технические обслуживания:

$$T_{\text{ТО-2}}^{\text{K}} = N_{\text{ТО-2}}^{\text{K}} \cdot H_{\text{ТО-2}}^{\text{K}};$$

$$T_{\text{ТО-1}}^{\text{K}} = N_{\text{ТО-1}}^{\text{K}} \cdot H_{\text{ТО-1}}^{\text{K}};$$

$$T_{\text{СТО}}^{\text{K}} = N_{\text{СТО}}^{\text{K}} \cdot H_{\text{СТО}}^{\text{K}},$$

где $H_{\text{КР}}^{\text{K}}$, – норматив трудоемкости КР комбайнов, чел.-ч (табл. П.10);

$H_{\text{ТР}}^{\text{K}}$, – норматив трудоемкости ТР комбайнов, чел.-ч; (табл. П.10);

$H_{\text{ТО-2}}^{\text{T}}$, $H_{\text{ТО-1}}^{\text{T}}$, $H_{\text{СТО}}^{\text{T}}$ – нормативы трудоемкости, соответственно ТО-2, ТО-1 и СТО комбайнов, чел.-ч (табл. П.11).

Трудоемкость выполнения РОР для сельскохозяйственных машин:

- текущий ремонт:

$$T_{\text{ТР}}^{\text{СХМ}} = N_{\text{ТР}}^{\text{СХМ}} \cdot H_{\text{ТР}}^{\text{СХМ}};$$

- техническое обслуживание:

$$T_{\text{ТО}}^{\text{СХМ}} = N_{\text{ТО}}^{\text{СХМ}} \cdot H_{\text{ТО}}^{\text{СХМ}};$$

- техническое обслуживание, связанное с хранением:

$$T_{\text{ТОХ}}^{\text{СХМ}} = N_{\text{ТОХ}}^{\text{СХМ}} \cdot H_{\text{ХР}}^{\text{СХМ}},$$

где $H_{\text{ТР}}^{\text{СХМ}}$, $H_{\text{ТО}}^{\text{СХМ}}$, $H_{\text{ТОХ}}^{\text{СХМ}}$ – нормативы трудоемкости, соответственно, текущего ремонта, периодического ТО и ТО, связанного с хранением сельскохозяйственных машин, чел.-ч (табл. П.12).

Результаты расчетов трудоемкостей сводятся в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Трудоемкость ремонтов и технических обслуживаний

№ п/п	Марка машины	Количество машин	Трудоемкость РОВ, чел.-ч					
			КР	ТР	ТО-3	ТО-2	ТО-1	СТО
	Тракторы							
								
	Автомобили							
								
	Комбайны							
								
	Сельхозмашины							
								
ИТОГО по виду РОВ								

Объем ремонтно-обслуживающих работ по машинам и оборудованию животноводческих ферм определяется по удельной трудоемкости на 1000 голов скота и птицы по формулам:

$$T_{\text{КР}}^{\text{Ж}} = \frac{\Gamma_{\text{Ж}}}{1000} \cdot q_{\text{КР}}^{\text{Ж}},$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{Ж}} = \frac{\Gamma_{\text{Ж}}}{1000} \cdot q_{\text{ТР}}^{\text{Ж}},$$

$$T_{\text{ТО}}^{\text{Ж}} = \frac{\Gamma_{\text{Ж}}}{1000} \cdot q_{\text{ТО}}^{\text{Ж}},$$

где $\Gamma_{\text{Ж}}$ – количество голов скота;

$q_{\text{КР}}^{\text{Ж}}$, $q_{\text{ТР}}^{\text{Ж}}$, $q_{\text{ТО}}^{\text{Ж}}$ – суммарная удельная трудоемкость, соответственно, на капитальный, текущий ремонт и техническое обслуживание оборудования животноводческих ферм, чел. –ч/1000 голов (табл. П.13).

В случае отсутствия сведений по поголовью скота для расчета трудоемкости обслуживания и ремонта оборудования животноводческих ферм в учебных целях можно использовать примерные значения: монтаж и обслуживание – 4%, текущий ремонт – 6 и капитальный ремонт – 8% от общей трудоемкости соответствующих видов работ сложных машин.

Суммарная годовая трудоемкость работ по ТО и ремонту машин составит:

$$\begin{aligned} T_{\text{сум}} = & \Sigma(T_{\text{ТР}}^{\text{T}} + T_{\text{ТО-3}}^{\text{T}} + T_{\text{ТО-2}}^{\text{T}} + T_{\text{ТО-1}}^{\text{T}} + T_{\text{СТО}}^{\text{T}}) + \\ & + \Sigma(T_{\text{ТР}}^{\text{A}} + T_{\text{ТО-2}}^{\text{A}} + T_{\text{ТО-1}}^{\text{A}} + T_{\text{СТО}}^{\text{A}}) + \Sigma(T_{\text{ТР}}^{\text{K}} + T_{\text{ТО-2}}^{\text{K}} + T_{\text{ТО-1}}^{\text{K}} + T_{\text{СТО}}^{\text{K}}) + \\ & + \Sigma(T_{\text{ТР}}^{\text{СХМ}} + T_{\text{ТО}}^{\text{СХМ}} + T_{\text{ТОХ}}^{\text{СХМ}}) + \Sigma(T_{\text{ТР}}^{\text{Ж}} + T_{\text{ТО}}^{\text{Ж}}). \end{aligned}$$

После расчета суммарной трудоемкости технических обслуживаний и ремонта машин в мастерской хозяйства необходимо определить объем дополнительных работ. Для большинства ремонтных мастерских вид и объем дополнительных работ приводится в табл. 1.2.

Таблица 1.2 - Объем дополнительных работ, в % от суммарной годовой трудоемкости

Вид работы	%
Ремонт ремонтно-технологического оборудования	8
Восстановление и изготовление деталей	7
Неплановый ремонт	5
Прочие работы	10
Оказание услуг КФХ, ЛПХ	30...100

Неплановый ремонт тракторов, автомобилей, комбайнов, сельскохозяйственных машин и оборудования животноводческих ферм:

$$T_{\text{НП}} = 0,05 \cdot T_{\text{М}} = \\ = [(T_{\text{КР}}^{\text{T}} + T_{\text{ТР}}^{\text{T}}) + (T_{\text{КР}}^{\text{А}} + T_{\text{ТР}}^{\text{А}}) + (T_{\text{КР}}^{\text{К}} + T_{\text{ТР}}^{\text{К}}) + T_{\text{ТР}}^{\text{СХМ}} + T_{\text{ТР}}^{\text{Ж}}],$$

где $T_{\text{М}}$ – общая трудоемкость ремонта машин.

Трудоемкость восстановления и изготовления деталей при ремонте машин:

$$T_{\text{В}} = 0,07 \cdot [T_{\text{М}} + (T_{\text{КР}}^{\text{Ж}} + T_{\text{ТР}}^{\text{Ж}}) + T_{\text{НП}}].$$

Трудоемкость ремонта ремонтно-технологического и другого оборудования мастерской:

$$T_{\text{РО}} = 0,08 \cdot [T_{\text{М}} + (T_{\text{КР}}^{\text{Ж}} + T_{\text{ТР}}^{\text{Ж}}) + T_{\text{НП}} + T_{\text{В}}].$$

Трудоемкость выполнения прочих ремонтных работ составит:

$$T_{\text{ПР}} = 0,10 \cdot T_{\text{М}}.$$

Трудоемкость оказания услуг по обслуживанию и ремонту техники крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйств определяется по формуле:

$$T_{\text{У}} = (0,30 \dots 1,0) \cdot T_{\text{М}}.$$

Общий годовой объем работ по ремонту сельскохозяйственной техники в хозяйстве составит:

$$\sum T_{\text{СХТ}} = T_{\text{сум}} + T_{\text{НП}} + T_{\text{В}} + T_{\text{РО}} + T_{\text{ПР}} + T_{\text{У}}.$$

1.3 Распределение годового объема работ по ТО и ремонту сельскохозяйственной техники по месту выполнения

После расчетов годовой трудоемкости работ по ремонту и техническому обслуживанию необходимо выполнить распределение общего объема работ между ремонтной мастерской хозяйства и специализированными ремонтными предприятиями. При этом учитываются природно-климатические условия, состояния дорог и ремонтной базы, состав машинно-тракторного парка, обеспеченность рабочими и т.д. Существуют следующие рекомендации:

- капитальный ремонт полнокомплектных машин, их двигателей, топливной аппаратуры, гидросистем и т.п. выполняется на специализированных ремонтных предприятиях;

- текущий ремонт и техническое обслуживание тракторов целесообразно проводить в мастерских и на пунктах ТО хозяйств;

- из годового объема работ по ремонту оборудования животноводческих ферм 20% передают специализированным предприятиям, 15% выполняют на месте слесари животноводческих ферм, а оставшиеся 65% объема передают центральной ремонтной мастерской;

- в ремонтной мастерской хозяйства выполняют 80% объема работ по ремонту технологического оборудования, а 20% передают на специализированные предприятия.

В настоящей работе в учебных целях рекомендуется следующее распределение объемов работ (табл. 1.3).

Таблица 1.3 - Распределение работ по техническому обслуживанию и ремонту машин между ремонтными мастерскими хозяйств и специализированными предприятиями, %

Наименование машин	ТО		ТР		КР	
	пункты ТО хозяйств	специализированные предприятия	мастерские хозяйства	специализированные предприятия	мастерские хозяйства	специализированные предприятия
Трактора	100	0	100	0	0	100
Комбайны	100	0	100	0	0	100
Автомобили	100	0	100	0	0	100
Сельскохозяйственные машины	100	0	100	0	-	-

1.4 Распределение трудоемкостей выполнения ТО и ТР по видам работ

Распределение всего объема ремонтно-обслуживающих работ по видам (и соответственно по участкам мастерской) выполняется на основе установленных процентных соотношениях отдельных видов работ от общей трудоемкости.

При курсовом проектировании в учебных целях рекомендуется следующее распределение трудоемкостей ТО и ТР по видам работ, выполняе-

мых в ремонтной мастерской (табл. 1.4 и 1.5).

Таблица 1.4 – Распределение годового объема работ по ТО сельскохозяйственной техники

№ п.п	Перечень работ	Всего ТО, чел.-ч	В т. ч. по видам работ						
			слесарные	станочные	кузнечно-термические	сварочные	электромонтажные	регулирующие	другие работы
			60%	3%	2%	4%	10%	11%	10%
1	ТО тракторов								
2	ТО автомобилей								
3	ТО комбайнов								
4	ТО сельхозмашин								
	ИТОГО:								

Таблица 1.5 – Распределение годового объема работ по ремонту сельскохозяйственной техники

№ п.п	Перечень работ	Всего ТР, чел.-ч	В т. ч. по видам работ						
			диагностика	разборка, сборка	мойка, очистка	слесарно-механическая	сварочная	кузнечно-термическая	другие работы
			5%	57%	6%	8%	7%	15%	2%
1	Ремонт тракторов								
2	Ремонт автомобилей								
3	Ремонт комбайнов								
4	Ремонт СХМ								
5	Ремонт оборудования животноводческих ферм.								
6	Неплановый текущий ремонт с/х техники								
7	Восстановление и изготовление деталей								
8	Ремонт ремонтно-технологического оборудования								
9	Прочие работы								
10	Оказание услуг								
	ИТОГО:								

Для учебных целей также можно воспользоваться примерным распределением трудоемкости ТО и ТР тракторов, автомобилей и комбайнов по видам работ (табл. П.15).

2. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

2.1. Расчет численности персонала ремонтной мастерской

В состав персонала ремонтной службы входят основные производственные и вспомогательные рабочие.

Различают списочный и явочный составы основных производственных рабочих.

Списочный состав производственных рабочих – полный состав числящихся на предприятии работников, включая как фактически являющихся на работу, так и отсутствующих по уважительным причинам (по болезни, в отпуске, командировке и т.п.). Списочную численность рабочих определяют:

$$P_{\text{СП}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{ДР}}},$$

где T_i – объем i -го вида работ (слесарных, станочных, прочих) за соответствующий период (год), ч;

$\Phi_{\text{ДР}}$ – действительный фонд времени рабочего за соответствующий период (год), ч.

Действительный фонд времени рабочего соответственно при пятидневной и шестидневной рабочих неделях определяется:

$$\Phi_{\text{ДР}} = [(d_K - d_B - d_{\text{П}} - d_O) \cdot t_{\text{СМ}} - d_{\text{ПП}}] \cdot \eta_P;$$

$$\Phi_{\text{ДР}} = [(d_K - d_B - d_{\text{П}} - d_O) \cdot t_{\text{СМ}} - (d_{\text{ПВ}} + d_{\text{ПП}})] \cdot \eta_P,$$

где d_K , d_B , $d_{\text{П}}$, d_O , $d_{\text{ПП}}$, $d_{\text{ПВ}}$ – соответственно число календарных, выходных, праздничных, отпусковых, предпраздничных и предвыходных дней;

$t_{\text{СМ}}$ – продолжительность смены, ч.

η_P – коэффициент, учитывающий потери рабочего времени по уважительным причинам (принимается $\eta_P = 0,96$).

Явочный состав производственных рабочих определяют по номинальному фонду времени:

$$P_{\text{ЯВ}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{НР}}},$$

где $\Phi_{\text{НР}}$ – номинальный годовой фонд времени рабочего, ч.

Номинальный фонд времени рабочего при пятидневной и шестидневной рабочих неделях определяется по формулам:

$$\Phi_{\text{НР}} = (d_K - d_B - d_{\text{П}}) \cdot t_{\text{СМ}} - d_{\text{ПП}};$$

$$\Phi_{\text{НР}} = (d_K - d_B - d_{\text{П}}) \cdot t_{\text{СМ}} - 2(d_{\text{ПВ}} + d_{\text{ПП}}).$$

Общее число производственных рабочих (списочное и явочное) определяют суммированием соответствующего состава по видам работ.

Поскольку в расчетах можно получить дробное число рабочих, полученное число округляют до целого. При этом коэффициент загрузки рабочих должен находиться в пределах $K_3 = 0,95 \dots 1,15$.

Численность остальных категорий работников определяют в процентном отношении от списочного состава производственных (или вспомогательных) рабочих.

Число вспомогательных рабочих, в состав которых могут входить кладовщик, инструментальщик и разнорабочие, определяют по формуле:

$$P_{\text{ВС}} = (0,12 \dots 0,15) \cdot P_{\text{СП}}.$$

Численность инженерно-технических работников:

$$P_{\text{ИТР}} = 0,1 \cdot (P_{\text{СП}} + P_{\text{ВС}}).$$

Численность служащих (табельщики, бухгалтера и т.п.):

$$P_{\text{СЛ}} = 0,02 \cdot (P_{\text{СП}} + P_{\text{ВС}}).$$

Численность младшего обслуживающего персонала:

$$P_{\text{МОП}} = 0,03 \cdot (P_{\text{СП}} + P_{\text{ВС}}).$$

Весь штат ремонтной мастерской в итоге составит:

$$P = P_{\text{СП}} + P_{\text{ВС}} + P_{\text{ИТР}} + P_{\text{СЛ}} + P_{\text{МОП}}.$$

Результаты расчетов сводят в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Сводная ведомость штата мастерской.

№ п/п	Персонал мастерской	Расчетная численность, чел.	Принятая численность, чел.
1.	Производственные рабочие в т. ч.:		
1.1	диагносты		
1.2	слесари по разборке и сборке машин		
1.3	рабочие-мойщики		
1.4	рабочие слесарно-механического участка		
1.5	сварщики		
1.6	кузнецы		
1.7	маляры		
2.	Вспомогательные рабочие		
3.	ИТР		
4.	Служащие		
5.	МОП		
	ВСЕГО:		

2.2 Расчет и подбор ремонтно-технологического оборудования ремонтной мастерской

Количество ремонтно-технологического оборудования определяется расчетом в зависимости от суммарной трудоемкости выполняемых работ и годового фонда времени оборудования (табл. П.17 и П.18).

Число моечных машин определяется по формуле:

$$K_M = \frac{\sum Q}{\Phi_D \cdot g_{\text{ч}}},$$

где $\sum Q$ – суммарная масса машин, подлежащих мойке на год, кг;

Φ_D – действительный годовой фонд времени оборудования, ч (табл. П.18);

$g_{\text{ч}}$ – часовая производительность моечной машины (для камерных моечных машин 800...1000 кг/ч).

Количество разборочно-сборочного оборудования определяется по формулам:

$$K_{P-C} = \frac{T_{P-C}}{\Phi_D},$$

где T_{P-C} – годовая трудоемкость разборочно-сборочных работ, чел.-ч.

Количество металлорежущих станков на слесарно-механическом участке определяется по формуле:

$$K_{CT} = \frac{T_{C-M}}{\Phi_D},$$

где T_{C-M} – годовая трудоемкость работ слесарно-механического участка, чел.-ч.

В случае, если при расчете получается малое количество единиц станочного оборудования, выбор количества и распределение по типам следует назначать исходя из потребностей ремонтного предприятия.

Полученное расчетом количество станков распределяется по типам согласно таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Распределение станков по типам

Наименование станков	Процент от расчетного количества станков
Токарные	70
Фрезерные	13
Шлифовальные	10
Сверлильные	3
Прочие	4

Общее количество сварочного оборудования рассчитывается по формуле:

$$K_{CB} = \frac{T_{CB}}{\Phi_D},$$

где T_{CB} – годовая трудоемкость сварочных работ, чел.-ч.

В ремонтном предприятии должны быть как минимум газосварочный и электросварочный аппараты. Количество электросварочных аппаратов принимается 70% и газосварочных – 30% от общего количества сварочных аппаратов.

Остальное оборудование рассчитывается аналогично или подбирают по типовым проектам.

Рассчитанное и подобранное оборудование заносится в ведомость оборудования по форме, представленной в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Ведомость оборудования ремонтного предприятия

Наименование оборудования	Тип или модель оборудования	Кол-во, шт.	Габаритные размеры, мм	Занимаемая площадь, м ²	Номинальная мощность, кВт
1. Участки наружной мойки					
1.1 Машина моечная для очистки и мойки	ОМ-536103-ГОСНИТИ	1	990×560×585	0,55	
и т.д.					
Итого по участку	—		—		
2 Слесарно-механический участок					
2.1 Токарно-винторезный	16К20М	1	3080×1565×1500	4,82	
и т.д.					
Итого по участку	—		—		
3. и т.д.					
3.1 и т.д.					
Итого по предприятию	—	—	—		

2.3 Определение площадей ремонтной мастерской

Наиболее распространённым и достаточно точным способом расчёта необходимой площади участка мастерской является способ, основанный на учёте площади, занимаемой оборудованием и ремонтируемыми машинами, умножаемой на нормативный коэффициент рабочей зоны для данного участка:

$$F_{yi} = (F_{об} + F_M) \cdot \eta_{pz},$$

где $F_{об}$ – суммарная площадь, занятая оборудованием, размещаемом на данном участке, м²;

F_M – суммарная площадь, занятая ремонтируемыми объектами (учитывается, если ремонтируемый объект занимает площадь самостоятельно), м²;

η_{pz} – коэффициент рабочей зоны, учитывающий необходимость наличия проходов, проездов, зон обслуживания оборудования (табл. П.19).

Менее точно необходимую площадь участка можно определить по принятому на участке числу рабочих и нормативу площади на одного рабочего:

$$F_{yi} = P_{уч} \cdot f_{уд},$$

где $P_{уч}$ – число производственных рабочих на участке;

$f_{уд}$ – норматив площади на одного рабочего, м² (табл. П.20).

В данной работе рекомендуется первый способ определения соответствующих площадей ремонтной мастерской.

В общую площадь производственного корпуса мастерской входят также площади административных и бытовых помещений, составляющие 0,75...1,0 м² на одного рабочего.

Результаты расчета площадей всех помещений сводятся в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Площадь участков ремонтного предприятия

№ п/п	Наименование участков и помещений	Площадь занимаемая оборудования, м ²	Коэффициент рабочей зоны	Площадь, м ²	
				расчетная	принятая
1	Участок наружной мойки				
2	Разборочно-моечный участок				
3	Ремонта и сборки агрегатов				
4	Слесарно-механический участок				
5	Кузнечно-термический участок				
6	Сварочно-наплавочный участок				
7					
	ИТОГО:				

Окончательно площади участков ремонтной мастерской принимают после компоновки производственного корпуса.

2.4 Определение габаритов здания

Габариты производственного корпуса выбирают исходя из его площади, конфигурации и размеров участка под строительство, с учетом применяемых унифицированных габаритов зданий (табл. П.23).

Окончательно габариты корпуса определяют после выбора ширины и высоты пролетов, исходя из максимальных размеров ремонтируемых объектов, принятого технологического и санитарно-технического оборудования.

Определение оптимальной ширины и высоты производственного корпуса.

Минимально необходимая ширина пролета L здания определяется (рис. 2.1):

$$L = L_1 + L_2 + l_1,$$

где L_1 – длина ремонтируемой машины, мм;

L_2 – расстояние от машины до противоположной колонны

$$L_2 = (1,5 \dots 2,0) \cdot L_1;$$

l_1 – расстояние от колонны здания до края машины (обычно принимают равным 500...600 мм).

По таблице 10 окончательно принимают ширину пролета.

Минимально необходимую высоту здания H можно определить следующими способами:

- по максимальной высоте машины:

$$H = h_3 + h_4 + h_5,$$

где h_3 – максимальная высота машины;

h_4 – расстояние от нижней полки кран-балки до фермы;

h_5 – минимально необходимое расстояние от машины до нижней полки кран-балки (принимают 400...500 мм);

- по высоте поднимаемого объекта:

$$H = h + h_1 + h_2 + h_4 + l,$$

где h – максимальная высота подъема крана электротельфера;

h_1 – необходимая высота подъема наибольшего объекта при монтаже;

h_2 – габаритный размер объекта по высоте;

l – длина строп (принимают 1000...1200 мм).

Размеры въездных и выездных ворот в свету для ремонтных предприятий назначают в зависимости от габаритов ремонтируемых объектов. Ширину ворот принимают на 0,6 м больше ширины ремонтируемого объекта, а высоту – на 0,2 м больше высоты объекта.

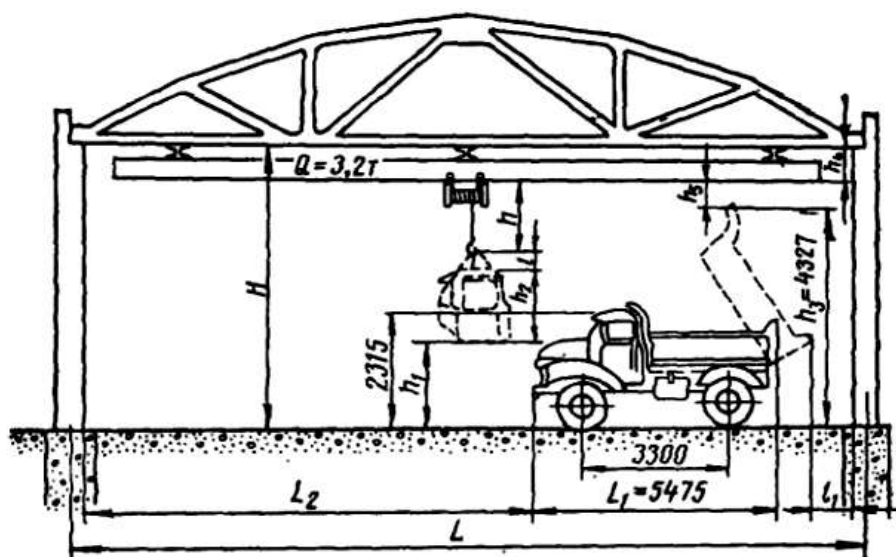


Рисунок 2.1 - Схема для определения оптимальной ширины и высоты производственного корпуса

Для определения длины корпуса его суммарную расчетную площадь увеличивают на 10...15%, чтобы учесть магистральные междоусевые проезды, предназначенные для перевозок грузов механизированным транспортом (электрокары, электропогрузчики и др.).

После определения габаритов производственного корпуса устанавливают коэффициент целесообразности плана здания:

$$\eta = \frac{\sqrt{F_{\text{пр}}}}{l_n \cdot 0,282},$$

где $F_{\text{пр}}$ – производственная площадь, установленная расчетом, м^2 ;

l_n – периметр здания по наружным стенам, м;

0,282 – коэффициент пропорциональности.

Самый оптимальный периметр здания соответствует длине окружности. На практике необходимо, чтобы коэффициент целесообразности плана здания был равен или более 0,8.

2.5 Общая компоновка производственного корпуса

Компоновку цехов (участков) выполняют исходя из следующих соображений:

1. Наиболее целесообразно объединять производственные, вспомогательные и складские помещения в одном здании, т.к. затраты на постройку и эксплуатацию в этом случае ниже, чем при размещении различных помещений в нескольких разрозненных зданиях;
2. Исходными данными являются принятый метод ремонта и принятая схема технологического процесса;
3. Взаимное расположение цехов и отделений должно обеспечивать соблюдение последовательности, предусмотренной технологическим процессом, при этом процесс должен быть прямоточным, например, рядом с отделением разборки должно быть отделение мойки двигателей, непосредственно к этому отделению должен примыкать участок дефектации;
4. Рядом с механическим отделением (участком) нужно располагать отделение (участок) ремонта собственного оборудования, инструментальное отделение (участок), заточное отделение;
5. Пути грузопотоков деталей, узлов, материалов должны быть наиболее короткими, без обратных движений;
6. Участки и отделения с вредными выделениями (термические, окрасочные, гальванические и др.) следует располагать у наружных стен здания;
7. Горячие цехи и отделения желательно располагать в одном пролете и отделять стеной от других цехов;
8. Рекомендуется сосредотачивать в отдельном пролете цехи и отделения, для которых необходимы увеличенная высота пролета и крановое оборудование;
9. Вспомогательные цехи и отделения (ремонтно-механические, инструментальные и т.п.) следует располагать в боковых пролетах, в стороне от общего производственного потока;

10. Нужно соблюдать санитарные нормы и правила пожарной безопасности;

11. Необходимо применять унифицированные основные размеры пролетов, ширину, высоту, длину.

12. Приступая к планировке производственного корпуса, необходимо выбрать схему основной линии производственного процесса, т. е. линии разборочно-сборочных работ.

В зависимости от пути перемещения основной базовой детали (рамы, блока), на которой монтируют все остальные детали, узлы и агрегаты объектов ремонта, различают схемы компоновки с прямым, Г-образным и П-образным потоком (рис. 2.2).

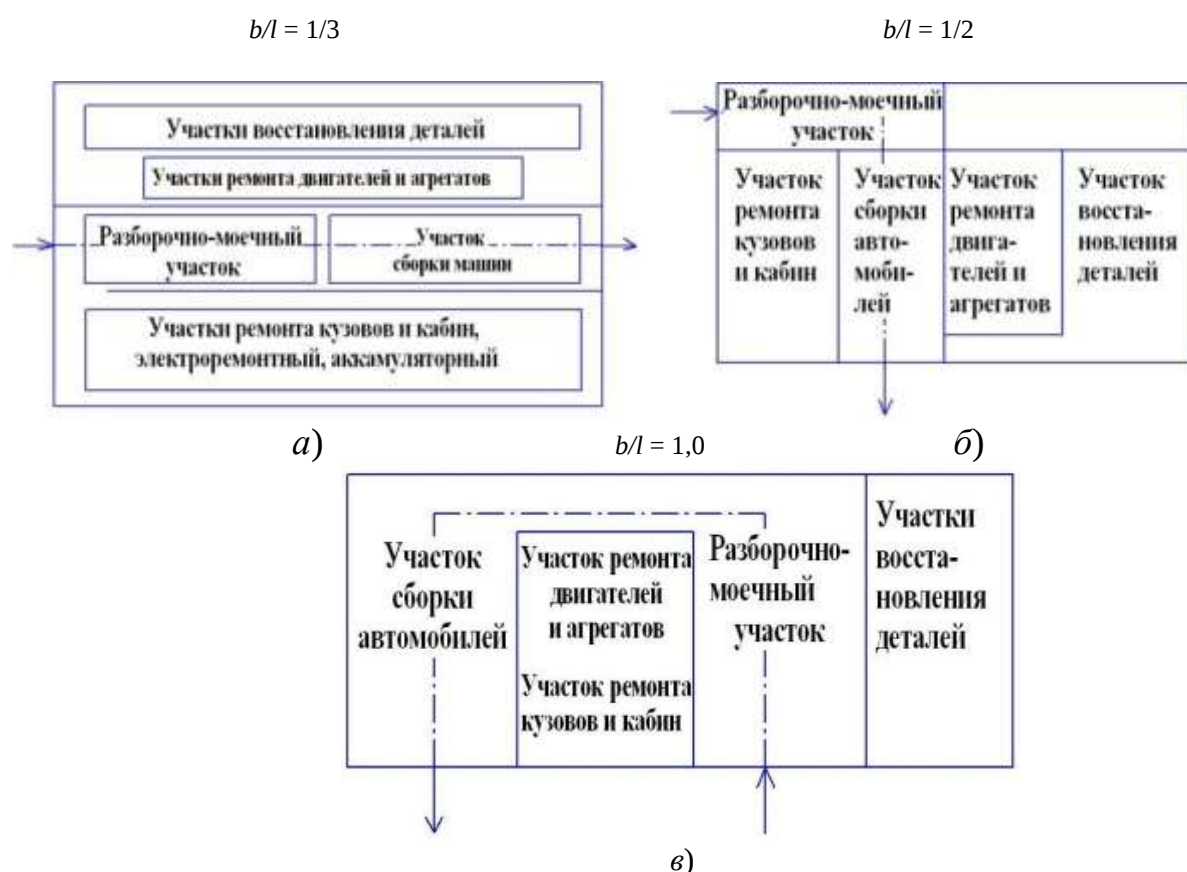


Рисунок 2.2 - Схемы компоновки участков (отделений) при прямом (а), Г-образном (б) и П-образном (в) потоках.

Характерной особенностью прямого потока является то, что разборочно-моечное, комплектовочное и сборочное отделения располагаются после-

довательно одно за другим. Преимущество данной схемы: прямолинейность и удобство перемещения базовой, крупногабаритных и тяжелых деталей; минимальное пересечение транспортных потоков. Недостатки: нельзя сократить длину производственного корпуса; увеличение дальности транспортировки деталей от места разборки к месту сборки; затрудненность изоляции разборочно-моечного участка от других участков.

Технологическая схема с Г-образным потоком широко применяется на предприятиях по капитальному ремонту грузовых автомобилей, а с П-образным потоком – для предприятий, ремонтирующих легковые автомобили и автобусы.

Разборочно-моечные и комплекточные отделения при Г-образной и П-образной схеме располагаются смежно со сборочными и кузовными отделениями. Преимущество применения данных схем: позволяет более полно изолировать разборочно-моечный участок от других участков; расстояние грузопотоков сокращается; значительно ослабляет ограничение на длину разборочных и сборочных поточных линий (особенно при П-образной схеме). Недостатки: непрямолинейное перемещение базовой детали вызывает повышенное пересечение транспортных потоков и трудности в их организации; неудобства при транспортировке.

Таким образом, в результате компоновки производственного корпуса ширину здания принимают стандартной, т.е. равной 12, 18, 24, 36, 54, 72 м.

Длину здания определяют из условия, что отношение его длины к ширине должно быть не более трёх. Если отношение длины здания к его ширине более трёх, то необходимо увеличить ширину здания и снова определить его длину. Полученную длину здания принимают кратной длине применяемых строительных плит, т.е. 6 м, и увязывают с длиной линии разборочно-сборочных работ. Если полученная длина здания больше рабочей длины линии разборочно-сборочных работ, то можно рекомендовать прямой поток, если меньше, то Г- или П-образный.

3. КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЗАГРУЗКИ РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

Для ремонтных мастерских общего назначения сельскохозяйственных предприятий составляют график загрузки, который оформляют на основе данных годовой программы ремонта и календарного плана ее выполнения (рис. 3.1). Он необходим для планирования равномерности работы предприятия.

Перед построением графиков необходимо весь объем ремонтных работ по каждому типу машин распределить по видам этих работ, которые выполняют на специализированных рабочих местах и участках.

График строят в прямоугольных координатах.

Построение графика обычно начинают с ремонтно-монтажного участка. Затем строят график для других участков и суммарный график мастерской. Допускается и обратный порядок - сначала суммарный график мастерской, а затем графики участков, равномерность загрузки которых необходимо проверить.

В первую очередь на графике откладывают работы, выполняемые равномерно в течение года, например работы по текущему ремонту и ТО автомобилей, затем работы, которые можно выполнять равномерно в течение квартала, и т. д.

При построении графиков задают сроки выполнения работ. Продолжительность ремонта одного трактора принимают обычно не более 9...12 дней, зерноуборочного комбайна - 12...16, сельскохозяйственных машин - 2...3 дня. При заданных сроках в соответствии с трудоемкостью выполнения той или иной работы определяют число рабочих и откладывают на графике. Таким образом, работу по ремонту каждого типа машин представляют в виде прямоугольника, площадь которого соответствует объему работ: ширина – времени выполнения работы: высота – числу рабочих, выполняющих данную работу.

Наименование марок машин и перечень работ	№ позиции	Глубинаность чел/ч
Тракторы	1	8397,04
- колесные Т-150К	2	2072,58
ДТ-75М	3	1552,78
МТЗ-80	4	226,73
Т-40	5	96,66
Автомобили		
- грузовые ГАЗ-53А	6	7090,3
ЗИЛ-130	7	2745,1
КАМАЗ	8	6056,8
- легковые УАЗ	9	1563,7
Котловы		
СК-5М	10	1200
КОМ-4	11	94,2
БОН-55005	12	3000
Сельхозмашины		
Плуги	15	3212
Ашмалы	16	187,2
Борона дисковые	17	356,6
Борона зубчатые	18	832
Котки	19	816
Сенокосы	20	318,4
Культиваторы	21	452
Сенокосы зерновые	22	935,2
Сенокосы зерновые	23	416
Сенокосы кукурузные	24	311,6
Картофелекопалки КОМ-6	25	103,4
Опрыскиватели	26	160
Пропашиватели ПС-10	27	120
Косилки	28	240
Грабли протаранные	29	144
Сжатыватели СКН-05	30	288
Гресс-подборщики ГРП-16	31	288
Котки	32	297,6
Зерноочистительные машины К-523	33	927,4
Прессовщики ПП-4	34	57,6
Машины для внесения удобрений	35	2552,6
Ремонт оборудования животноводческих ферм	36	1192,2
Нефтезаправщики ТР-1/х техники	37	4028,1
Восстановление деталей	38	2779
Ремонт ремонтно-механического оборудования	39	2854,9
Всего по мастерской		42251,33

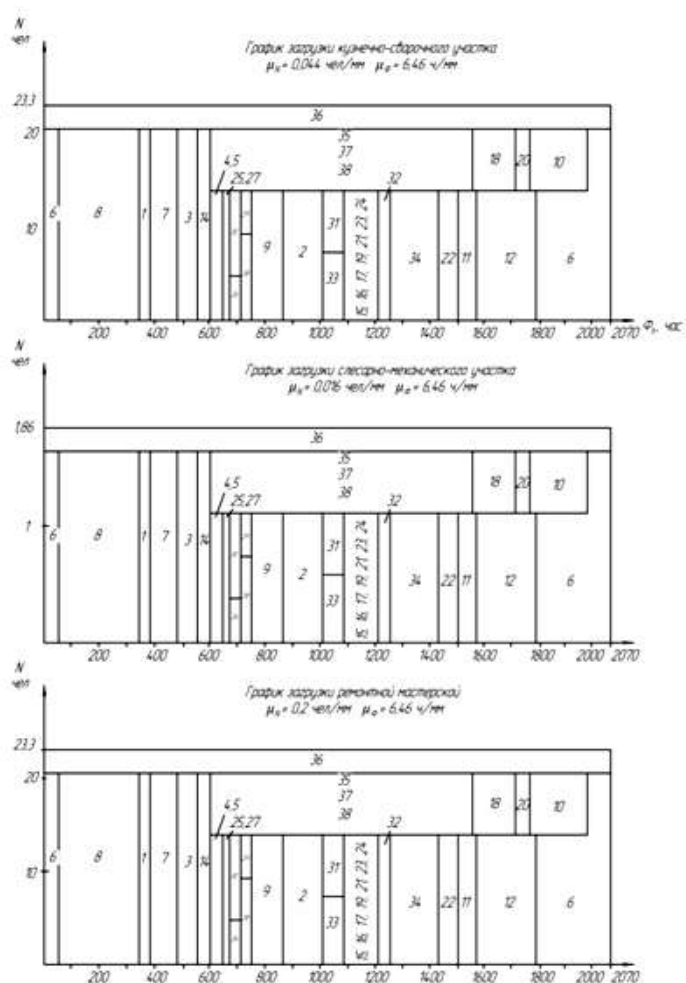


График занятости машин на сельскохозяйственных работах

Наименование группы машин	I квартал		II квартал		III квартал		IV квартал	
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август
Универсально-пропашные тракторы								
Тракторы общего назначения								
Автомобили								
Машины по уборке и обработке зерна								
Машины по уходу за растениями								
Посевные и посадочные машины								
Машины для механической обработки почвы								
Машины по заготовке сена								
Оборудование животноводческих ферм								

Рисунок 3.1. График загрузки: а – слесарно-механического отделения; б – ремонтной мастерской; в – выполнения полевых работ;

При составлении графика загрузки отделений пользуются типовым составом цехов, участков, которые принимают, исходя из технологических процессов ремонта машин и данных типовых проектов ремонтных предприятий. Мастерские общего назначения сельскохозяйственных предприятий состоят примерно из следующих отделений: наружной очистки и мойки; разборочно-моечного; дефектации и комплектования; мотороремонтного; медниц-

ко-жестяницкого; ремонта электрооборудования; ремонта топливной аппаратуры; испытательного; ремонтно-монтажного с отдельными помещениями для регулировки и окраски тракторов, комбайнов и автомобилей; ремонта сельскохозяйственных машин (в мастерской совхозов); кузнечно-сварочного; слесарно-механического; столярно-обойного. Кроме того, предусматриваются вспомогательные помещения: инструментально-раздаточная кладовая, контора, санитарно-бытовой узел (умывальные, гардеробы, душевые, туалетные), комнаты отдыха. В отдельном здании находится газогенераторная.

Размещая указанные прямоугольники на графиках загрузки участков, необходимо стремиться к тому, чтобы специализированные участки (кузнечный, сварочный, механический) были загружены по возможности равномерно в течение года, а разборочно-сборочные участки – в осенне-зимний период должны быть загружены на 55...65 %, а в весенне-летний период - на 35...45 %. С этой целью после построения графиков загрузки при предварительном планировании ремонтных работ в течение года его корректируют путем переноса части ремонтных работ, прежде всего дополнительных, на другие сроки.

Загрузку ремонтной мастерской определяют по каждому виду работ путем деления суммарной трудоемкости ΣT ремонта или технического обслуживания тех или иных машин на запланированное число рабочих дней D_p , в течение которых машины должны быть отремонтированы, т. е.:

$$h_n = \frac{\Sigma T}{D_p}.$$

График загрузки мастерской, таким образом, представляет собой сумму прямоугольников, каждый из которых занимает площадь, равную (в масштабе) объему того или иного вида работ в часах рабочего времени. Прямоугольники на графике стремятся разместить так, чтобы обеспечить более равномерную загрузку мастерской в течение года, не нарушая сроков проведения ремонтно-обслуживающих работ. При необходимости корректируют годовой план ремонтных работ.

4. РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА РЕМОНТА

После выявления производственной программы предприятия, режимов его работы и фондов времени приступают к составлению технологического процесса ремонта (рис. 4.1). На его основе для обеспечения высокой ритмичности предприятия составляют график ремонтного цикла, используя нормативы средних трудовых, разрабатываемых ГосНИТИ затрат.

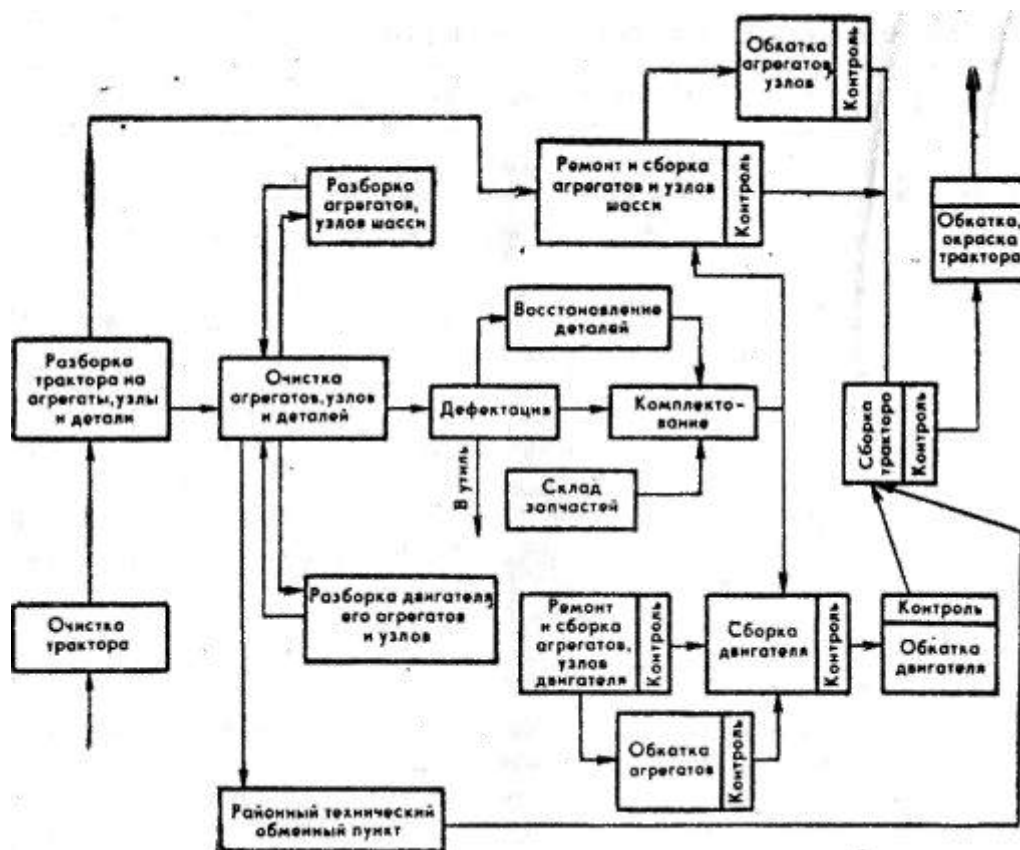


Рисунок 4.1 Технологический процесс ремонта тракторов

Основными параметрами, определяющими организацию производственного процесса ремонта, являются: такт ремонта, длительность производственного цикла и фронт ремонта.

Такт ремонта – интервал, по истечению которого в мастерскую должен поступить или выйти из ремонта очередной объект. С такой же периодичностью будут повторяться операции, выполняемые на всех или большинстве рабочих мест.

Длительность производственного цикла – продолжительность пребы-

вания объекта в ремонте от начала первой до конца последней технологической операции.

Фронт ремонта – это количество объектов, одновременно находящихся в ремонте.

График строят для капитального ремонта машины или агрегата, число которых преобладает в расчетном периоде. С помощью него определяют длительность цикла производства, т. е. время от начала первой до конца последней операции.

Построение выполняют в следующем порядке. Из годового графика загрузки ремонтного предприятия выбирают расчетный период, в который запланирован ремонт максимального числа наиболее характерных объектов. На основе этого времени определяют такт производства

$$\tau = \frac{\Phi_{\pi}}{N},$$

где Φ_{π} - фонд времени предприятия за расчетный месяц, ч;

N - число объектов, ремонтируемых в расчетном месяце.

При ремонте машин разных марок и при различных видах ремонта:

$$\tau = \frac{\Phi_{\pi}}{N_i} = \frac{\Phi_{\pi} \cdot T_i}{\sum T_i}$$

где N_i - число ремонтов в расчетном месяце, приведенных к машине i -й марки;

T_i - трудоемкость ремонта машины (агрегата) той марки, для которой строят график, в часах рабочего времени;

$\sum T_i$ - суммарная трудоемкость работ в часах рабочего времени.

Если по годовому календарному плану в расчетном периоде запланированы работы, не связанные с загрузкой разборочно - сборочных и испытательного отделений, то их не включают в суммарную трудоемкость.

В заготовленную форму графика (рис. 4.2) заносят номера рабочих мест, наименование операций (работ) в соответствии с принятой технологией ремонта машин, разряды работ и их трудоемкость в часах рабочего времени.

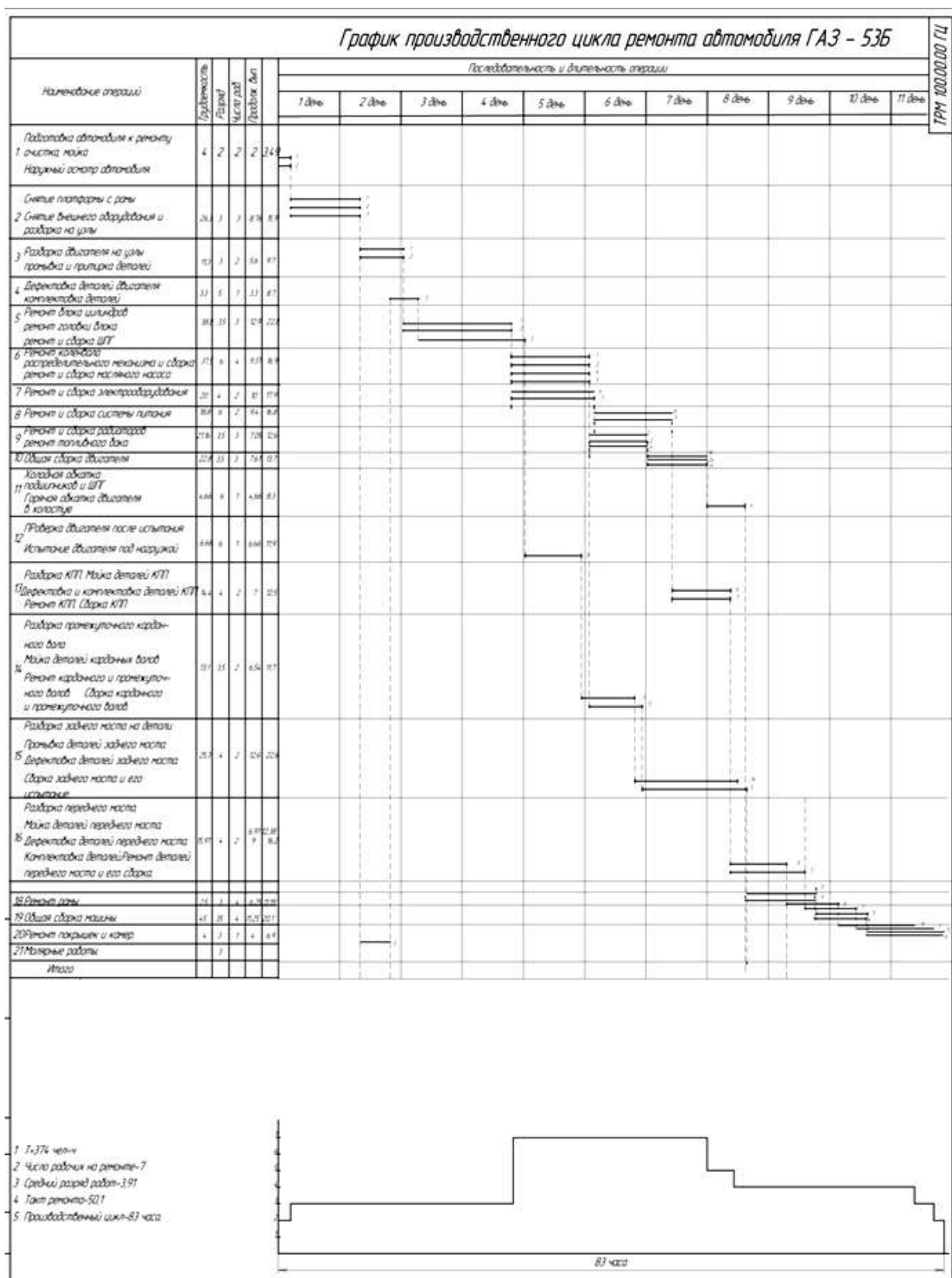


Рисунок 4.2 График цикла производственного процесса

Для уменьшения цикла производства следует возможно большее число работ выполнять параллельно. Так, например, работы по ремонту узлов и восстановлению отдельных деталей должны начинаться после дефектации. Окончание очистных работ необходимо планировать на 1...2 ч позже разборочных, дефектацию - на 1...2 ч позже окончания очистки. Нельзя начинать сборку двигателя и заднего моста, не закончив ремонта блока и корпуса заднего моста. Двигатель следует начинать обкатывать и испытывать после окончания сборки. Отрезки на графике, определяющие виды работ, должны соответствовать технологическому времени.

Окончательную сборку машины необходимо планировать так, чтобы осталось время на установку двигателя.

Длительность цикла производства определяется временем t от начала первой до конца последней операций.

Фронт ремонта (числа машин) находят по формуле:

$$f_m = \frac{t}{\tau}.$$

5. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

5.1. Исходные данные и последовательность выполнения.

Исходными данными для разработки технологического процесса восстановления детали являются:

- ремонтный чертеж детали, выполненный в соответствии с требованиями стандартов на ремонтную документацию (ГОСТ 2.604-68 и отраслевые РТМ);
- основные сведения об условиях работы детали в ремонтируемом узле и видах изнашивания;
- справочные материалы о технологических методах, при помощи которых возможно устранение дефектов;
- технологическая документация на восстановление данной детали (при модернизации существующего технологического процесса на данном предприятии);
- сведения об опыте восстановления деталей данного наименования на передовых предприятиях (при разработке нового технологического процесса);
- технологический процесс изготовления и рабочий чертеж новой детали (для технологической преемственности между изготовлением и ремонтом детали);
- программа выпуска деталей;
- различные справочные материалы (каталоги технологического оборудования, приспособлений, инструмента, справочники по режимам обработки, технологическому нормированию операций и т.п.);

Рекомендуемая последовательность при проектировании технологических процессов восстановления детали:

1. Анализ технологического процесса изготовления новой детали.
2. Анализ условий работы детали в сопряжении, видов и процессов ее

изнашивания.

3. Анализ дефектов детали и выбор возможных технологических баз для обработки.

4. Разработка предварительного маршрута восстановления, расчленение его на технологические операции.

5. Выбор технологического оборудования, приспособлений, рабочего инструмента, средств контроля и измерений.

6. Обоснование общих и операционных припусков и допусков на обработку.

7. Установление режимов и норм времени выполнения операций.

8. Техничко-экономическое обоснование рационального варианта технологического процесса восстановления детали.

9. Разработка технологической документации на восстановление детали.

5.2. Порядок выполнения ремонтного чертежа

При разработке технологического процесса ремонта детали представляется ремонтный чертеж и карта технических требований на дефектацию детали. Места на детали, подлежащие восстановлению, выполняют на чертеже утолщенной линией, остальные изображения сплошной тонкой линией.

На ремонтных чертежах предельные отклонения размеров представляют в виде числовых значений в виде условных обозначений. Допуски на свободные размеры 14 - 16- квалитетов представляют на ремонтных чертежах с округлением до десятой доли миллиметра.

На ремонтных чертежах изображаются только те виды, разрезы и сечения, которые необходимы для проведения восстановления детали или сборочной единицы. На чертеже детали, восстанавливаемой сваркой, наплавкой, напылением металлопокрытий, рекомендуется выполнять эскиз подготовки соответствующего участка детали к ремонту. При применении сварки, пайки на ремонтном чертеже указывают наименование, марку, размеры материалов,

используемых при ремонте, а также номер стандартов на этот материал.

На ремонтных чертежах категорийные (ремонтные) и пригоночные размеры, а также размеры детали, ремонтируемой снятием минимально необходимого слоя металла, обозначают буквами, а их числовые значения и другие данные указывают на выносных линиях или в таблице, помещенной в правой верхней части чертежа. При этом для ремонтных размеров сохраняется класс точности и посадка, предусмотренные в рабочих чертежах.

Для определения способа ремонта на ремонтных чертежах деталей помещают технологические требования и указания.

Требования, относящиеся к определенному элементу детали, помещают на ремонтном чертеже рядом с соответствующим элементом или участком детали.

5.3. Выбор рационального способа восстановления детали.

Для устранения каждого дефекта (группы или комплекса одинаковых дефектов) должен быть выбран рациональный способ, т.е. технически обоснованный и экономически целесообразный.

При выборе рационального способа используются следующие критерии: технологический (применимости); технический (долговечности); минимума себестоимости восстановления (экономический); технико-экономический (обобщающий).

Технологический критерий (критерий применимости), определяющий возможность использования способа для восстановления определенной поверхности детали, учитывает с одной стороны особенности восстановления конкретной поверхности и с другой стороны - технологические возможности соответствующих способов. Этот критерий не оценивается количественно и выбирается интуитивно или на основе существующих рекомендаций

Критерий долговечности характеризуется коэффициентом долговечности k_d , представляющего собой отношение ресурсов восстановленной R_v и новой R_n деталей:

$$k_D = \frac{R_B}{R_H}.$$

По физическому смыслу коэффициент долговечности k_D пропорционален сроку службы деталей в эксплуатации, и, следовательно, рациональным по этому критерию будет способ, у которого $k_D \rightarrow \max$.

Критерий минимума себестоимости восстановления оценивается отношением себестоимости восстановления детали C_B к коэффициенту долговечности k_D . Рациональным по этому критерию признается способ, для которого

$$\frac{C_B}{k_D} \rightarrow \min.$$

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-экономической эффективности в аналитических выражениях выглядит в следующем виде:

$$C_B \leq C_H \cdot k_D$$

или

$$\frac{C_B}{k_D} \leq C_H,$$

где C_H – стоимость новой детали.

Установив рациональный способ устранения дефектов, приступают к проектированию технологического процесса восстановления деталей.

5.4. Разработка плана операций технологического процесса.

Разработка плана операций технологического процесса ремонта детали должна быть нацелена на устранение комплекса дефектов, объединенных общим маршрутом. При этом технологический маршрут составляют не простым сложением технологических процессов устранения каждого дефекта в отдельности, а с учетом следующих требований:

- одноименные операции по всем дефектам маршрута должны быть объединены;
- каждая последующая операция должна обеспечить сохранность каче-

ства рабочих поверхностей детали, достигнутого при предыдущих операциях;

- вначале должны идти подготовительные операции, затем сварочные, кузнечные, прессовые и в заключение шлифовальные и доводочные.

Базовые поверхности для обработки необходимо выбрать с таким учетом, чтобы при установке и зажиме обрабатываемая деталь не смещалась с положения, приданного ей, и не деформировалась под действием усилий отрезания и зажимов. Необходимо помнить, что наибольшей точности при механической обработке можно достигнуть в том случае, если вся обработка детали ведется от одной базы с одной установки. Если на детали сохранилась базовая поверхность, по которой она обрабатывалась при изготовлении, следует при ремонте также базировать по этой поверхности. Поврежденные базовые поверхности необходимо исправить.

Технологический процесс восстановления детали составляют, как правило, по операциям. После назначения баз для обработки, выбора способов устранения дефектов и разработки схемы и порядка выполнения операций составляется маршрутная карта. Для этого по каждой операции предварительно намечается оборудование, приспособление, вспомогательные, режущие и измерительные инструменты.

При выборе оборудования для действующего производства ориентируются на имеющееся в цехе оборудование с учетом фактической загрузки отдельных его групп.

Оборудование выбирают по главному параметру, являющемуся наиболее показательным для выбираемого оборудования, т.е. наибольшей степени выявляющему его функциональные значения и технические возможности. Физическая величина, характеризующая главный параметр, устанавливает взаимосвязь оборудования с размером обрабатываемого на нем изделия.

При выборе приспособлений проводится анализ конструктивных характеристик обрабатываемой детали: габаритных размеров, материала, точности, конструктивных характеристик обрабатываемых поверхностей и т.д.

При выборе приспособлений необходимо использовать следующую документацию:

- нормативно-технологическую – стандарты на приспособление и их детали, стандарты на термины и определения технологической оснастки;
- техническую – альбом типовых конструкций приспособлений, каталоги и паспорта на технологическое оборудование, инструктивно-методические материалы по выбору технологической оснастки.

При выборе типа и конструкции режущего инструмента следует учитывать характер производства, метод обработки, тип станка, размер, конфигурацию и материал обрабатываемой детали, требуемое качество поверхности, точность обработки.

Особое значение имеет выбор материала режущей части инструмента. С учетом экономической целесообразности необходимо применять новые марки материалов, отличающиеся повышенной износостойкостью. При этом следует учесть, что лезвийные режущие инструменты, оснащенные поликристаллами сверхтвердых материалов, весьма перспективны. Они позволяют обрабатывать практически все материалы, обеспечивая при этом высокую производительность и размерную стойкость.

Параллельно с выбором режущего инструмента выбирают вспомогательный инструмент. Лучшим вариантом является такой, при котором вспомогательный инструмент не используется. В этом случае достигаются более короткие технологические размерные цепи и точность обработки повышается. В тех случаях, когда невозможно обойтись без вспомогательного инструмента, предпочтение отдают стандартным и нормализованным вспомогательным инструментам. При отсутствии стандартного инструмента прибегают к специальному.

Измерительный инструмент применяют для межоперационного и окончательного контроля детали.

В ремонтном производстве применяют предельные калибры (пробки, скобы, кольца, шаблоны), универсальные инструменты (микрометры, штан-

генциркули, индикаторы, нутромеры).

Выбрать универсальный измерительный инструмент для контроля внутренних и наружных поверхностей можно по диаграммам, приведенным в литературных источниках.

Заполнение колонок маршрутной карты, определяющих затраты времени, до разработки операционных карт, не приводится. Краткое содержание операции в маршрутной карте должно отражать полный объем работ. Заканчивается заполнение маршрутной карты после составления операционных карт, определение по всем операциям подготовительно заключительного и штучного времени.

Операционные карты составляют на все операции в последовательности, указанной в маршрутной карте. Операция расчленяется на переходы. Содержание переходов должно быть выражено в повелительном наклонении. В наименовании переходов точно указывается способ установки и крепления детали, проводимая при переходе работа с указанием номера поверхности обработки.

По каждому переходу указывают вспомогательные, режущие, рабочие и измерительные инструменты и их заводской код, расчетные данные, режим обработки и затраты времени по каждому переходу определяют и заносят в операционную карту при техническом нормировании операции. На каждую разрабатываемую операцию составляют карту эскизов технологического процесса, на которой указывают размеры обработки.

5.5. Порядок оформления технологической документации.

Оформление технологической документации при разработке процессов восстановления деталей начинается с составления титульного листа (ГОСТ 3.1105-84 ф.2).

Для комплектования технологических документов, применяемых при восстановлении детали, и отражения их состава составляют ведомость технологических документов (ВТД). ВТД следует оформлять по формам 1 и 1б

маршрутной карты (МК) по ГОСТ 3.1118-82. Условное обозначение такого документа будет МК/ВТД. Записывают документы в МК/ВТД в их последовательности в технологическом процессе.

Следующий документ технологического процесса – ведомость оснастки (ВО). ВО следует выполнять по формам 1и 1б МК по ГОСТ 3.1118-82, используя для этого строку , имеющую символ (Т). Условное обозначение такого документа будет МК/ВО.

При разработке МК/ВО следует:

- указывать информацию «Номер цеха, участка, рабочего места, операции» совместно с данными по технологической оснастке;
- указывать постоянную информацию, характерную для всего технологического процесса один раз с привязкой к первой операции, например, «Номер цеха», «Номер участка»;
- представлять служебный символ (Т) на первой строке, где указан номер операции, не заполняя эту графу на последующих строках;
- оставлять одну свободную строку между операциями для внесения последующих изменений (при необходимости);
- указывать данные по технологической оснастке в начале документа без привязки к номеру, операции, если она является общей для всей операции, например средства индивидуальной защиты, средства измерений и т.д.;
- указывать количество одновременно применяемой на операции технологической оснастки после наименования и обозначения, например, Патрон 7108-0025;
- записывать информацию о технологической оснастке, общую для нескольких операций, один раз в первой операции с указанием в скобках номеров последующих операций перед наименованием оснастки;
- для наглядности отделять информацию «Номер цеха, участка, рабочего места и операции» от данных по технологической оснастке разделительной вертикальной линией - при рукописном заполнении.

Основной и обязательный документ комплекта документов на техноло-

гический процесс, на котором описывается весь процесс в технологической последовательности выполнения операций – маршрутная карта (МК). Выполняют ее по формам 1 и 1б по ГОСТ 3.1118-82.

Информацию по применяемой на операции технологической оснастке следует записывать в такой последовательности; приспособление; вспомогательный инструмент; слесарно-монтажный инструмент; специальный инструмент, применяемый при выполнении специфических технологических процессов или операций, например при сварке, штамповке и т.д., средства измерений.

Запись информации следует выполнять по всей длине строки с возможностью переноса ее на следующие строки. Оформление основных надписей в формах МК – по ГОСТ 3.103-82.

Информацию общего характера, например, общие требования к выполнению технологического процесса, общие требования по безопасности труда и т.п., следует указывать перед первой операцией по всей длине строки. Операции технологического контроля в МК следует записывать в конце технологического процесса.

Для описания технологических операций с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, технологических режимах и трудозатратах предназначена операционная карта (ОК). ОК следует оформлять по формам 1 и 1б МК по ГОСТ 3.1118-82. Условное обозначение такого документа будет МК/ОК.

В МК/ОК необходимо указать данные по технологическим режимам. При этом запись данных по технологическим режимам выполняют после записи содержания операции (перехода) и указания данных по технологической оснастке, используя служебный символ (Р).

Допускается (при необходимости) простановку данных по технологическим режимам выполнять в тексте содержания операции (перехода).

Для пояснения выполнения технологического процесса, операции или перехода восстановления детали, включая контроль и перемещения, состав-

ляют карту эскизов (КЭ) – графический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы. КЭ выполняют по формам 7 и 7а по ГОСТ 3.1105-84.

5.6. Расчет параметров режимов восстановления детали

Автоматическая наплавка под слоем флюса. Позволяет увеличить мощность сварочной дуги за счет увеличения допустимой плотности тока до 150...200 А/мм² (при ручной дуговой сварке плавящимися электродом не превышает 15...30 А/мм²) без опасности перегрева электрода.

Толщина наплавленного слоя h , мм, наносимого на наружные цилиндрические поверхности, определяется по формуле:

$$h = \frac{D_n - D_{и}}{2} + z,$$

где D_n – номинальный диаметр детали, мм;

$D_{и}$ – диаметр изношенной детали после ее подготовки к наплавке, мм;

z – припуск на механическую обработку после нанесения покрытия, мм (табл. 5.1).

Таблица 5.1 - Минимальный припуск на механическую обработку при восстановлении деталей различными способами.

Способ восстановления	Минимальный односторонний припуск z , мм
Ручная электродуговая наплавка	1,4...1,7
Наплавка под слоем флюса	0,8...1,1
Вибродуговая наплавка	0,6...0,8
Наплавка в среде углекислого газа	0,6...0,8
Плазменная наплавка	0,4...0,6
Аргонно-дуговая наплавка	0,4...0,6
Электроконтактная наплавка	0,2...0,5
Газотермическая наплавка	0,2...0,6
Осталивание	0,1...0,20
Хромирование	0,05...0,10

В зависимости от необходимой твердости наплавленного слоя применяют различные марки проволок и флюсов. Наплавка проволоками Св-08А, Нп-30, Нп-40, Нп-60, Нп-30ХГСА под слоем плавленных флюсов (АН-348А,

ОСЦ-45) обеспечивает твердость HB 187...300. Использование керамических флюсов (АНК-18, ЖСН 1) с указанными проволоками позволяет повысить твердость до HRC 40...55 (без термообработки).

Качество наплавленного металла зависит от выбора режима процесса.

Сварочный ток $I_{св}$ и напряжение U источника питания выбирают по эмпирическим формулам:

$$I_{св} = 40 \sqrt[3]{D};$$

$$U = 21 + 0,04 \cdot I_{св},$$

где D – диаметр детали, мм.

Зависимость силы тока от диаметра детали представлена в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Зависимость силы тока от диаметра детали

Диаметр детали D , мм	Диаметр электродной проволоки d , мм	
	1,2...1,6	2,0...2,5
50...60	120...140	140...160
65...75	150...170	180...220
80...100	180...200	230...280
150...200	230...250	300...350
250...300	270...300	350...380

Скорость перемещения дуги или скорость наплавки V_n (м/ч) обуславливается шириной валиков и глубиной проплавления, определяется по формуле:

$$V_n = \frac{k_n \cdot I_{св}}{F \cdot \gamma \cdot 100},$$

где k_n – коэффициент наплавки, г/А·ч;

F – площадь поперечного сечения наплавленного валика, см²;

γ – плотность металла шва, г/см³ (для стали $\gamma = 7,85$ г/см³).

Коэффициент наплавки при использовании постоянного тока:

$$k_n = 2,3 + 0,065 \frac{I_{св}}{d}.$$

Площадь поперечного сечения наплавленного валика, мм²:

$$F = S \cdot h \cdot k,$$

где S – шаг наплавки, мм;

$k = 0,7 \dots 0,8$ – коэффициент формы шва.

Шаг наплавки определяется перекрытием валиков и влияет на волнистость наплавленного слоя, рекомендуется:

$$S = (2,0 \dots 2,5) \cdot d.$$

Частота вращения детали n , мин⁻¹:

$$n = \frac{1000 \cdot V_H}{60 \cdot \pi \cdot D}.$$

Скорость подачи электродной проволоки V_3 , м/ч:

$$V_3 = \frac{4 \cdot k_H \cdot I_{CB}}{\pi \cdot d \cdot \gamma}.$$

Вылет электрода δ , мм:

$$\delta = (10 \dots 12) \cdot d.$$

Смещение электрода e , мм:

$$e = (0,05 \dots 0,07) \cdot D.$$

Вибродуговая наплавка. Вибродуговая наплавка – один из наиболее распространенных способов восстановления деталей на ремонтных предприятиях. Это обусловлено рядом его особенностей: высокой производительностью (до 2,6 кг/ч); незначительным нагревом детали (до 100°C); отсутствием существенных структурных изменений поверхности детали (зоны термического влияния при наплавке незакаленных деталей 0,6...1,5 мм и закаленных – 1,8...4,0 мм), что позволяет наплавлять детали малого диаметра (от 8 мм), не опасаясь их прожога или коробления.

Наплавку ведут на переменном и постоянном токе обратной полярности. Применяют и следующие марки электродных проволок: Нп–65, Нп–80, Нп–30ХГСА и др.

Твердость наплавленного слоя зависит от химического состава электродной проволоки и количества охлаждающей жидкости. При наплавке проволокой Нп-60, Нп-80 и др. с охлаждением обеспечивается твердость 35...55 HRC. При наплавке низкоуглеродистой проволокой Св-08, Св-08Г2С

и др. получают твердость поверхности 22...26 HRC. Для получения износостойких поверхностей применяют проволоку марки Нп-50Г, 65Г, Нп-30ХГСА, Нп-40Х13 и др.

Сила тока $I_{св}$ при вибродуговой наплавке определяется из выражения:

$$I_{св} = (60 \dots 75) \frac{\pi \cdot d^2}{4}.$$

Скорость подачи электродной проволоки подсчитывается по формуле:

$$V_э = \frac{0,1 \cdot I_{св} \cdot U}{d^2}.$$

Скорость наплавки рассчитывают по формуле:

$$V_n = \frac{0,785 \cdot d^2 \cdot V_э}{h \cdot S \cdot k},$$

где η – коэффициент перехода электродного материала в наплавленный металл ($\eta = 0,8 \dots 0,9$).

Шаг наплавки S , мм/об:

$$S = (1,6 \dots 2,2) \cdot d.$$

Между скоростью подачи электродной проволоки $V_э$ и скоростью наплавки V_n существует оптимальное соотношение, при котором обеспечивается хорошее качество наплавки. Обычно $V_n = (0,4 \dots 0,8) \cdot V_э$. С увеличением диаметра электродной проволоки до 2,5...3,0 мм. – $V_n = (0,7 \dots 0,8) \cdot V_э$.

Амплитуда колебаний электрода A , мм:

$$A = (0,75 \dots 1,0) \cdot d.$$

Вылет электрода δ , мм:

$$\delta = (5 \dots 8) \cdot d.$$

Выбранные режимы уточняют в процессе пробных наплавов.

Наплавка в среде углекислого газа. Наплавка в среде углекислого газа постепенно вытесняет вибродуговую наплавку и частично наплавку под слоем флюса. Этот процесс обладает производительностью на 25...50% выше, чем наплавка под слоем флюса, легко механизирована и автоматизируется. Уменьшение зоны термического влияния позволяет восстанавливать детали малого диаметра (практически начиная с 10 мм). Наплавка осуществляется

проволоками Св-12ГС, Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-06Х19Н9Т, Нп-30ХГСА, Св-18ХМА, порошковыми проволоками ПП-Р18Т, ПП-Р19Т, ПП-4Х28Т и др. Применяют источники питания с жесткой внешней характеристикой, полярность обратная.

Скорость наплавки V_n , частота вращения n , скорость подачи электродной проволоки $V_э$, шаг наплавки S , смещение электрода e определяются по тем же формулам, что и при наплавке под слоем флюса.

Коэффициент наплавки при ведении процесса на обратной полярности принимает значение $k_n = 10...12$ г/(А·ч). Вылет электрода равен 8...15 мм. Расход углекислого газа составляет 8...20 л/мин.

Рекомендуемые режимы наплавки цилиндрических деталей приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Режимы наплавки цилиндрических поверхностей в зависимости от диаметра детали и требуемой толщины наплавляемого слоя металла

Диаметр детали, мм	Толщина наплавляемого слоя, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость наплавки, м/ч.
1	2	3	4	5	6
10-20	0,5...0,8	0,8	70...90	16...18	40...45
20-30	0,8...1,0	1,0	85...110	18...20	40...45
30-40	1,0...1,2	1,2	90...150	19...23	35...40
40-50	1,2...1,4	1,4	110...180	20...24	30...35
50-60	1,4...1,6	1,6	140...200	24...28	30...20
60-70	1,6...2,0	2,0	280...400	27...30	20...15
70-80	2,0...2,5	2,5	280...450	28...30	10...20
80-90	2,5...3,0	3,0	300...400	28...32	10...20
90-100	0,8...1,0	1,0	100...300	18...19	70...80
100-150	0,8...1,0	1,2	136...160	18...19	70...80

Плазменная наплавка. При плазменной наплавке слоев толщиной до 1 мм скорость широкослойной наплавки V_n , м/ч определяется по выражению:

$$V_n = \frac{0,06 \cdot W}{L},$$

где W – производительность наплавки, мм²/мин (при широкослойной наплавке с колебаниями $W = 6000...6600$, при наплавке по винтовой линии $W = 3800...4200$);

L – ширина наплавки за один оборот детали, мм.

Ширину наплавки определяют по выражению:

$$L = A + A_{\Delta},$$

где A – амплитуда колебаний горелки, мм;

A_{Δ} – превышение ширины наплавленного слоя относительно колебаний горелки ($A_{\Delta} = 3$ мм).

Скорость наплавки по винтовой линии V_H^B , м/ч:

$$V_H^B = \frac{0,06 \cdot W}{S},$$

где $S = 4 \dots 5$ – шаг наплавки, мм/об.

Наплавку с колебаниями рекомендуется применять для детали диаметром не менее 35 мм и шириной изношенной поверхности до 40 мм (шейки).

Расход порошка Q , г/мин:

$$Q = 0,1 \cdot W \cdot h \cdot \rho \cdot k_{\Pi},$$

где h – толщина наплавленного слоя, мм;

ρ – плотность наплавленного металла, г/см³ (для порошковых твердых сплавов на железной основе 0,74; для сплавов на никелевой основе $\rho = 0,8$);

$k_{\Pi} = 1,12 \dots 1,17$ – коэффициент, учитывающий потери порошка.

Сила тока I , А:

$$I = \frac{6 \cdot W \cdot h \cdot \rho \cdot k_{\Pi}}{k_h},$$

$k_h = 12 \dots 14$ г/А·ч – коэффициент наплавки.

Частота вращения детали, мин⁻¹:

$$n = \frac{1000 \cdot V_H}{60 \cdot \pi \cdot D}.$$

Наплавка осуществляется на прямой полярности на установках плазменного наплавления (УМП-6, УПУ-3Д) и плазменной сварки (УПС-30-1), модернизированных под плазменную наплавку.

Гальванические покрытия. Свыше 85% деталей различного оборудова-

ния выбраковывают при износе не более 0,3 мм. Их целесообразно восстанавливать гальваническими покрытиями.

Силу тока определяют по формуле:

$$I = F_k \cdot D_k ,$$

где F_k – площадь покрываемой поверхности, дм^2 ;

D_k – катодная плотность тока, А/дм^2 .

Катодная плотность выбирается в зависимости от условий работы детали, вида покрытия, температуры и концентрации электролита. При хромировании назначают $D_k = 50 \dots 75 \text{ А/дм}^2$, при железнении - $D_k = 20 \dots 30 \text{ А/дм}^2$.

Толщина покрытия, мм:

$$h = \frac{D_k \cdot C \cdot \eta \cdot T_o}{1000 \cdot \gamma} ,$$

где C - электрохимический эквивалент, $\text{г/А}\cdot\text{ч}$;

η – выход металла по току, %.

T_o - продолжительность осаждения покрытия, час;

γ - плотность осажденного металла, г/см^3 .

Продолжительность электролитического осаждения для получения покрытия заданной толщины определяется по формуле:

$$T_o = \frac{1000 \cdot \gamma \cdot h}{D_k \cdot C \cdot \eta} .$$

Механическая обработка покрытий. Механическая обработка покрытий, наносимых на изношенные поверхности, является завершающей операцией в технологическом процессе восстановления деталей.

Механическая обработка наплавленных слоев при твердости до HRC 40 рекомендуется выполнять резанием резцами с пластинками из сплава ВК6. При твердости свыше HRC 40 следует применять шлифование.

После восстановления изношенной поверхности железнением и хромированием, шлифование рекомендуется выполнять кругами на керамической связке зернистостью 20...25 среднемягкой или мягкой твердости (от М1 – М3 до СМ1 – СМ2) при скорости круга 25...30 м/с.

Шлифование наплавленных слоев с высокой твердостью рекомендуется производить из электрокорунда хромистого при твердости СМ1 – СМ2 и скорости 30...35 м/с.

К основным элементам режима резания относится: глубина резания t в мм; подача S в мм/об; скорость резания V в м/мин или частота вращения шпинделя n в мин⁻¹.

Исходными данными для выбора режима резания являются: данные об обрабатываемой детали (рабочий чертеж и технические условия); род и характеристика материала покрытия, форма, размеры и допуски на обработку; отклонения формы и расположения поверхностей, требуемая шероховатость.

Глубину резания, припуск на сторону и подачу для чернового точения принимают по таблицам 5.4 и 5.5.

Таблица 5.4 - Подачи при обтачивании деталей из стали (для чернового точения)

Глубина резания t , мм	Диаметр детали D , в мм							
	18	30	50	180	120	180	260	св. 260
	Подача S , мм/об							
До 5	до 0,25	0,2-0,5	0,4-0,8	0,6-1,2	1,0-1,4	1,4	1,4	1,4

Таблица 5.5 - Подача при растачивании (для чернового точения)

Глубина резания t , мм	Диаметр круглого сечения державки резца в мм					
	10	15	20	25	30	40
	Вылет резца в мм					
	50	80	100	125	150	200
	Подача S , мм/об					
Сталь $t = 2$	0,05-0,08	0,08-0,20	0,15-0,40	0,25-0,70	0,50-1,00	-
$t = 3$	-	0,08-0,12	0,10-0,25	0,15-0,40	0,20-0,50	0,25-0,60
Чугун $t = 2$	0,01-0,12	0,25-0,40	0,50-0,80	0,90-1,50	-	-
$t = 3$	0,05-0,08	0,15-0,25	0,30-0,50	0,50-0,90	0,90-1,20	-

Требуемая шероховатость обрабатываемой поверхности является основным фактором, определяющим величину подачи при чистовом точении (таблица 5.6).

Таблица 5.6 - Подача в зависимости от заданной шероховатости поверхности для токарного резца со значениями главных и вспомогательных углов в плане $\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$

Диапазон скорости резания, м/мин	Шероховатость поверхности Ra , мкм	Радиус при вершине резца r , мм					
		0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
		Подача S , мм/об					
Весь диапазон	80-40	-	-	-	-	2,8	3,2
	40-20	-	-	1,45	1,6	1,9	2,1
	20-10	0,46	0,58-0,89	0,67-1,05	0,73-1,15	0,85-1,3	0,93-1,45
	10-5	0,2-0,35	0,25-0,44	0,29-0,51	0,32-0,57	0,37-0,65	0,41-0,71
	5,0-2,5	0,13	0,12-0,17	0,14-0,2	0,16-0,22	0,13-0,26	0,15-0,3

Скорость резания V :

$$V = \frac{C}{t^x \cdot S^y \cdot T^m},$$

где C , x , y , m – коэффициенты, выбираемые в зависимости от материала детали и режимов резания (табл. 5.7);

T – стойкость инструмента, мин (табл. 5.8).

Значение x при обработке стали – 0,18, при обработке чугуна – 0,15.

Значение y при обработке стали – 0,27, при обработке чугуна – 0,30.

Значение коэффициента $C = 41,7$ (для стали и стального литья) и $C = 24,0$ (для серого чугуна и медных сплавов).

Частота вращения шпинделя n определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}.$$

При обработке наплавленных поверхностей наибольшей стойкостью обладает абразивный инструмент на бакелитовой и вулканитовой связках. Как правило, в качестве абразивного материала используют электрокорунд нормальный (Э), белый (ЭБ) и монокорунд (М).

При шлифовании с продольной подачей глубина шлифования: $t = (0,005...0,015)$ мм – проход при круглом чистовом шлифовании; $t = (0,010...0,025)$ мм – при черновом шлифовании.

Таблица 5.7 – Значения коэффициента m

Обрабатываемый материал	Типы резцов	Условия обработки	m		
			быстрорежущая сталь	сплав ТК	сплав ВК
Сталь, стальное литье, ковкий чугун	Проходные	С охлаждением	0,125	0,125	0,150
	Подрезные	Без охлаждения	0,100	0,125	0,150
	Расточные	Без охлаждения	0,100	0,125	0,150
	Отрезные	Без охлаждения	0,200	-	0,150
Серый чугун	Проходные	Без охлаждения	0,100	0,125	0,200
	Подрезные	Без охлаждения	0,100	0,125	0,200
	Расточные	Без охлаждения	0,100	0,125	0,200
	Отрезные	Без охлаждения	0,150	-	0,200

Таблица 5.8 - Стойкость инструмента, мин

Материал резца	Сечение резца, мм				
	16x25	20x30	25x40	40x60	60x90
	Стойкость резца T , мин.				
Быстрорежущая сталь	60	60	90	120	150
Металлокерамический твердый сплав	90	90	120	150	180

Число проходов:

$$i = \frac{z}{t},$$

где z – припуск на шлифование (на сторону), мм.

Продольная подача S , мм/об:

$$S = S_d \cdot B_k,$$

где S_d – продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали;

$B_k = 20 \dots 60$ мм – ширина шлифовального круга.

При круглом шлифовании S зависит от вида шлифования:

$S = (0,3 \dots 0,5) \cdot B_k$ – при черновом шлифовании деталей, изготовленных из любых материалов, диаметром меньше 20 мм;

$S = (0,6 \dots 0,7) \cdot B_k$ – при черновом шлифовании деталей, изготовленных из любых материалов, диаметром более 20 мм;

$S = (0,75 \dots 0,85) \cdot B_k$ – для деталей из чугуна;

$S = (0,2...0,3) \cdot B_k$ – при чистовом шлифовании независимо от материала и диаметра детали.

Окружная скорость детали, V_d , м/мин ($V_d = 20...80$ м/мин, при черновом шлифовании и $V_d = 2...5$ м/мин при чистовом шлифовании).

Частота вращения детали n_d , мин⁻¹:

$$n_d = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где D – диаметр детали, мм;

V_d – окружная скорость детали, м/мин.

Скорость продольного перемещения стола $V_{ст}$, м/мин:

$$V_{ст} = \frac{S \cdot n_d}{1000}.$$

Шлифование с поперечной подачей (методом врезания) является производительным методом обработки. Оно осуществляется с поперечной подачей до достижения необходимого размера поверхности (продольная подача отсутствует). Шлифовальный круг перекрывает всю (длину) ширину обрабатываемой поверхности детали. Параметры t , V_d , n_d , определяются также, как и при продольном шлифовании.

5.7. Расчет норм времени при восстановлении детали.

Норма времени состоит из следующих элементов затрат:

$$T_B = T_0 + T_{BC} + T_d + \frac{T_{пз}}{n},$$

где T_0 – основное время;

T_{BC} – вспомогательное время;

T_d – дополнительное время;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время;

n – число обрабатываемых деталей в партии.

Нормирование автоматических видов наплавки. Основное время T_0 определяется по следующей формуле:

$$T_O = \frac{\pi \cdot D \cdot L}{1000 \cdot V_H \cdot S},$$

где L – длина наплавляемой поверхности детали, мм.

Вспомогательное время T_{BC} для наплавки под слоем флюса, вибродуговой наплавке и наплавке в среде углекислого газа составляет 2...4 мин.

Дополнительное время определяется по следующей формуле:

$$T_D = \frac{(T_O + T_{BC}) \cdot k_D}{100},$$

где k_D – коэффициент, учитывающий долю дополнительного времени от основного и вспомогательного, %.

Для наплавки под слоем флюса $k_D = 14$ %, для вибродуговой наплавки и наплавки в среде углекислого газа $k_D = 10$ %.

Подготовительно-заключительное время для рассматриваемых видов наплавки составляет $T_{пз} = 16...20$ мин.

Штучная норма времени определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_O + T_{BC} + T_D.$$

Основное время плазменной наплавки определяется по формуле:

$$T_O = \frac{F_H}{W},$$

где F_H – площадь наплавленной поверхности, мм².

Норма времени при электроосаждении покрытий рассчитывается по формуле:

$$T_H = \frac{(T_O + T_1) \cdot k_{пз}}{n_D \cdot \eta_H},$$

где T_O – продолжительность электролитического осаждения металла в ванне, ч;

$T_1 = 0,1...0,2$ ч – время на загрузку и выгрузку деталей;

$k_{пз}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное и подготовительно-заключительное время (при работе в одну смену $k_{пз} = 1,1...1,2$; в две смены $k_{пз} = 1,03...1,05$);

n_D – число деталей, одновременно наращиваемых в ванне;

$\eta_H = 0,8...0,95$ – коэффициент использования ванны.

Основное время при точении определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i,$$

где L – расчетная длина обработки в направлении подачи, мм.

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – длина врезания инструмента, мм;

$l_2 = 2 \dots 5$ – длина подхода и перебега инструмента, мм;

$l_3 = 5 \dots 8$ – длина проходов при взятии пробных стружек, мм;

i – число проходов.

Длина врезания l_1 рассчитывается по формулам в соответствии с геометрией инструмента и глубиной резания. При точении $l_1 = l \cdot \operatorname{ctg} \varphi$ (при расчетах главный угол в плане φ можно принять равным 45° , тогда $l_1 = t$).

Вспомогательное время T_{BC} на установку и снятие деталей со станка, пуск и остановка станка, подвод и отвод режущего инструмента, измерение размеров и т. п. выбирается из таблицы 5.9.

Таблица 5.9 - Вспомогательное время при точении, мин

Способ установки обрабатываемой заготовки	Масса заготовки, кг					
	до 1	до 3	До 5	до 8	до 12	до 20
в центрах:						
с хомутиком	0,35	0,44	0,54	0,64	0,12	0,87
с люнетом	0,44	0,50	0,64	0,78	0,91	1,12
на гладкой оправке	0,42	0,53	0,67	0,79	0,91	1,10
на оправке с гайкой	0,53	0,61	0,70	0,75	0,80	0,86
в патроне:						
без выверки	0,20	0,22	0,27	0,33	0,38	0,39
с выверкой	0,40	0,47	0,56	0,63	0,70	0,84
с люнетом	0,40	0,41	0,53	0,60	0,67	0,78

Дополнительное время при точении можно принять $0,03 \cdot (T_o + T_{BC})$.
Подготовительно-заключительное время при партии деталей $7 \dots 22$ шт можно принять $13 \dots 16$ мин.

Основное время T_0 при шлифовании с продольной подачей:

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \cdot k,$$

где L – длина продольного хода стола (при шлифовании на проход $L = l + (0,2...0,4) \cdot B_k$ и $L = l + (0,2...0,4) \cdot B_k$ – при шлифовании в упор), мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

k – коэффициент точности (коэффициент выхаживания), равный при черновом шлифовании 1,1 и 1,4 – при чистовом).

Основное время при поперечном шлифовании T_0 определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{z}{n_d \cdot S_{\Pi}},$$

где $S_{\Pi} = 0,0025...0,02$ – поперечная подача на один оборот детали;

Вспомогательное время при шлифовании выбирается из таблицы 5.10.

Дополнительное время при шлифовании можно принять 7% от $T_{0П}$.

Таблица 5.10 - Вспомогательное время при работе на кругошлифовальных станках, мин.

Способ установки обрабатываемой детали	Масса обрабатываемой детали с оправкой, кг.			
	3	8	12	16
Надеть на деталь хомутик, установить в центрах, пустить станок, остановить станок, снять деталь с центров, снять хомутик, положить деталь на место.	0,43	0,62	0,70	0,72

Подготовительно-заключительное время $T_{пз}$ при шлифовании $n = 7...22$ деталей для учебных целей принимается 14...18 мин.

Для других видов шлифования параметры режима представлены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 - Режим резания при внутреннем и плоском шлифовании

Шлифование	Глубина шлифования, мм	Продольная подача в долях ширины круга на один оборот детали или двойной ход	Окружная скорость обрабатываемой детали, м/мин
1	2	3	4
Внутреннее шлифование			
на универсальных станках			
предварительное	0,005-0,020	0,40-0,70	20-40
чистовое	0,0025-0,010	0,25-0,40	-
на полуавтоматических станках			
предварительное	0,0025-0,005	0,40-0,70	50-150
чистовое	0,0015-0,0025	0,25-0,40	-
Плоское шлифование периферией круга			
на станках с продольным ходом стола			
предварительное	0,0015-0,040	0,40-0,70	-
чистовое	0,0005-0,0015	0,20-0,30	-
на станках с вращающимся столом			
предварительное	0,0050-0,0150	0,30-0,60	20-60
чистовое	0,0005-0,0010	0,20-0,25	40-60

6. РАСЧЕТ СТОИМОСТИ РЕМОНТА МАШИН И ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕМОНТНОЙ МАСТЕРСКОЙ

Фонд полной заработной платы производственных рабочих за год:

$$C_{\text{пн}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}},$$

где $C_{\text{пр}}$ – основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$C_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$C_{\text{соц}}$ – отчисление на социальное страхование, руб.

Основная заработная плата производственных рабочих:

$$C_{\text{пр}} = T_{\text{г}} \cdot C_{\text{ч}} \cdot k_{\text{д}},$$

где $T_{\text{г}}$ – годовой объем работ, выполняемых в мастерской, чел.-ч;

$C_{\text{ч}}$ – часовая ставка рабочих, исчисляемая по среднему разряду, руб.;

$k_{\text{доп}} = 1,03$ – коэффициент, учитывающий доплату за сверхурочные и другие работы.

Дополнительная заработная плата производственных рабочих:

$$C_{\text{доп}} = 0,10 \cdot C_{\text{пр}}.$$

Отчисления по социальное страхование:

$$C_{\text{соц}} = (C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}}) \cdot k_{\text{соц}},$$

где $k_{\text{соц}}$ – норматив социального отчисления;

Затраты на приобретение запасных частей на программу ремонта:

$$C_{\text{зч}} = k_{\text{зч}} \cdot C_{\text{пр}},$$

где $k_{\text{зч}}$ – коэффициент, учитывающий отношение затрат на приобретение запасных частей к заработной плате ($k_{\text{зч}} = 2,5 \dots 4,0$).

Затраты на приобретение ремонтных материалов на программу ремонта:

$$C_{\text{м}} = k_{\text{м}} \cdot C_{\text{пр}},$$

где $k_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий отношения затрат приобретения ремонтных материалов к заработной плате ($k_{\text{м}} = 0,3 \dots 0,4$).

Стоимость общепроизводственных накладных расходов по мастерской:

$$C_{\text{нр}} = k_{\text{нр}} \cdot C_{\text{пр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – доля производственных накладных расходов к заработной плате производственных рабочих ($k_{\text{нр}} = 0,8 \dots 1,10$).

Общие затраты ремонтной мастерской по выполнению установленной программы работ (валовая продукция или полная себестоимость всей продукции мастерской):

$$B_{\text{п}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{зч}} + C_{\text{м}} + C_{\text{нр}}.$$

Себестоимость 1 чел.-ч. ремонтных работ, руб/чел.-ч.:

$$C_i = \frac{B_{\text{п}}}{T_{\text{г}}},$$

Себестоимость осмотра или ремонта любой машины может быть определена по выражению:

$$C_{\text{об}} = C_i \cdot T_i,$$

где T_i - трудоемкость осмотра или ремонта машины, чел.-ч.

При известных плановых или фактических затратах предприятия на ремонт и обслуживание технологического оборудования $Z_{\text{об}}$ плановая прибыль ремонтной мастерской определяется по формуле:

$$\Pi = Z_{\text{об}} - B_{\text{п}}.$$

где $Z_{\text{об}}$ – общие затраты предприятия на ТО и ремонт машин, руб.

Общие затраты предприятия на ремонт и обслуживание машин можно определить следующим образом:

$$Z_{\text{об}} = C_{\text{г}} + C_{\text{ох}} + C_{\text{вн}},$$

где $C_{\text{ох}}$ - общехозяйственные расходы: $C_{\text{ох}} = \frac{C_{\text{зн}} \cdot R_{\text{ох}}}{100}$;

$C_{\text{вн}}$ - внепроизводственные расходы: $C_{\text{вн}} = \frac{(C_{\text{зн}} + C_{\text{ох}}) \cdot R_{\text{вн}}}{100}$;

$R_{\text{ох}}$ - процент общехозяйственных накладных расходов;

$R_{\text{вн}}$ - процент внепроизводственных расходов.

Для учебных целей значения проценты общехозяйственных и внепроизводственных расходов для предприятий технического сервиса можно при-

нять: $R_{ox} = 12 \dots 14\%$ и $R_{en} = 0,2 \dots 1,3\%$.

Уровень рентабельности ремонтной мастерской:

$$P_{PM} = \frac{\Pi}{B_{\Pi}} \cdot 100\%.$$

Выпуск продукции на одного производственного рабочего:

$$B_{пр} = \frac{B_{\Pi}}{P_{сп}}.$$

Выпуск продукции с одного единицы производственной площади мастерской:

$$B_{пм} = \frac{B_{\Pi}}{F}.$$

Основная и дополнительная заработная плата одного производственного рабочего:

$$З_{п} = \frac{C_{пр} + C_{доп}}{P_{сп}}.$$

Доля заработной платы в выпуске продукции на одного производственного рабочего:

$$Д_{зп} = \frac{З_{п}}{B_{пр}}.$$

Результаты расчетов технико-экономических показателей ремонтной мастерской сводят в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 - Техничко-экономические показатели ремонтной мастерской

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Значения показателя
1	Общие расчетные затраты предприятия на ремонт (валовая продукция) B_{Π}	руб.	
2	Плановые затраты предприятия на ремонт и обслуживание технологического оборудования $З_{об}$	руб.	
3	Плановая прибыль Π_6	руб.	
4	Уровень рентабельности P_{PM}	%	
5	Себестоимость 1 чел.-ч. C_i	руб./чел.-ч.	
6	Выпуск продукции на 1 рабочего $B_{пр}$	руб./чел	
7	Выпуск продукции с 1 м ² производственной площади $B_{пм}$	руб./м ²	
8	Доля заработной платы в выпуске продукции $Д_{зп}$	-	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представить выводы по результатам технологического проектирования центральной ремонтной мастерской.

Например. В первой главе рассчитан годовой объем работ по обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники, то есть определена производственная программа ремонтной мастерской. Расчет объема ремонтно-обслуживающих работ выполнен аналитическим способом, который учитывает зависимость между плановой загрузкой машин и их межремонтными наработками. В последующем годовой объем работ был распределен по объектам ремонтно-обслуживающей базы АПК, а оставшийся объем работ для ремонтной мастерской распределен по видам работ.

Во второй главе «Расчет основных параметров ремонтной мастерской» предусматривает расчет численности персонала, вычисление и подбор технологического оборудования, расчет производственных площадей и выполнение компоновки ремонтной мастерской.

В третьей главе выполнено календарное планирование загрузки ремонтной мастерской и двух наиболее загруженных его подразделений (участков).

В четвертой главе разработан график производственного цикла ремонта _____ с указанием основных операций и их согласования с тактом ремонта данного объекта.

Пятая глава описывает технологию восстановления изношенной детали ремонтируемой машины с расчетом основных его показателей и режимов технологических операций.

В шестой главе приводится расчет стоимости ремонта и обслуживания сельскохозяйственной техники и дается экономическое обоснование предлагаемых проектных решений по строительству новой ремонтной мастерской. В итоге получена годовая экономия в размере _____ тыс. руб. за счет снижения себестоимости работ, что позволяет окупить капиталовложения в течение _____ года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надежность и ремонт машин /В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил.
2. Черноиванов В.И., Северный А.Э., Пильщиков Л.М. Система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. – М.:ГОСНИТИ, 2001. – 168 с.
3. Проектирование предприятий технического сервиса: учебно-метод. пособие по курсовому проектированию / Гаврилов В.Н. – Чебоксары: ЧГСХА, 2011. – 90 с.
4. Надежность и ремонт машин: Справочно-нормативные материалы по курсовому проектированию / В.Н. Гаврилов. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. – 70 с.
5. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 604 с.
6. Сборник нормативных материалов на работы, выполняемые машинно-тракторными станциями. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 190 с.
7. Приборы, технологии и оборудование для технического сервиса в АПК: каталог. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 160 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Расчет годового объема работ по ремонту сельскохозяйственной техни- ки	7
1.1 Определение количества ремонтно-обслуживающих воздействий	7
1.2 Определение годовой трудоемкости ремонтно-обслуживающих работ..	10
1.3 Распределение годового объема работ по ТО и ремонту сельскохозяй- ственной техники по месту выполнения	14
1.4 Распределение трудоемкостей выполнения ТО и ТР по видам работ	15
2. Расчет основных параметров ремонтной мастерской	17
2.1 Расчет численности персонала ремонтной мастерской	17
2.2 Расчет и подбор ремонтно-технологического оборудования ремонтной мастерской	19
2.3 Определение площадей ремонтной мастерской	21
2.4 Определение габаритов здания	22
2.5 Общая компоновка производственного корпуса	25
3. Календарное планирование загрузки ремонтной мастерской	28
4. Разработка графика производственного цикла ремонта	31
5. Разработка технологического процесса восстановления детали	35
5.1 Исходные данные и последовательность выполнения	35
5.2 Порядок выполнения ремонтного чертежа	36
5.3 Выбор рационального способа восстановления детали	37
5.4 Разработка плана операций технологического процесса	38
5.5 Порядок оформления технологической документации	40
5.6 Расчет параметров режимов восстановления детали	44
5.7 Расчет норм времени при восстановлении детали	54
6. Расчет стоимости ремонта машин и основных технико-экономических показателей ремонтной мастерской	59
Заключение	62
Список литературы	63
Приложения	65

ПРИЛОЖЕНИЯ

лицевая сторона

«Утверждаю»

Зав. кафедрой технического сервиса

доцент

Ю. В. Иванщиков

«___» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу по дисциплине

«Технология и организация ремонта машин»

студенту _____

Исходные данные для проектирования:

- состав и планируемая годовая наработка машинно-тракторного парка, комбайнов и автомобилей;
- наименование машины для разработки графика цикла ремонта;
- наименование и эскиз изношенной детали, перечень дефектов, подлежащих восстановлению, рекомендуемые способы восстановления.

Разделы расчетно – пояснительной записки, подлежащие разработке:

Введение.

1. Расчет годового объема работ по ремонту машин.
2. Распределение работ по месту и времени выполнения.
3. Календарное планирование загрузки ремонтной мастерской.
4. Расчет штатов ремонтной мастерской.
5. Разработка графика цикла ремонта сложной машины.
6. Расчет и подбор ремонтно – технологического оборудования.
7. Технологическая планировка ремонтной мастерской.
8. Разработка технологического процесса восстановления изношенной детали.
9. Расчет основных технико-экономических показателей ремонтной мастерской.

Заключение.

Список литературы.

Перечень листов графической части работы (формат А1)*:

- ☐ График загрузки ремонтной мастерской.
- ☐ Технологическая планировка ремонтной мастерской.
- ☐ График цикла ремонта сложной машины.
- ☐ Технологический процесс восстановления изношенной детали.

*Примечание: разрабатываются только листы, помеченные галочкой.

Исходные данные

№ п.п.	Марка	Количество	Плановая годовая наработка (у.э.га, физ. га, км пробега)
Трактора			
1			
2			
3			
4			
5			
Самоходные комбайны			
1			
2			
3			
4			
5			
Автомобили			
1			
2			
3			
4			
5			
Сельскохозяйственные машины			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Машина для разработки графика цикла ремонта _____
 Наименование и обозначение изношенной детали _____
 Перечень дефектов и рекомендуемые способы восстановления _____

Задание выдал _____ Задание получил _____

«_____» _____ 20__ г.

Таблица П1 - Нормативы периодичности проведения РОВ тракторов

Марка трактора	Периодичность ремонтно-обслуживающих воздействий									
	ТО-1		ТО-2		ТО-3		КР			
	мото-ч	у.э.га	мото-ч	у.э.га	мото-ч	у.э.га	доремонтная		послеремонтная	
							мото-ч	у.э.га	мото-ч	у.э.га
К-701	125	195	500	780	1000	3120	5900	19040	4700	15220
К-700А		160		640		2560	5900	14740	4700	11790
Т-150, Т-150К		120		480		1920	5900	11790	4700	9430
Т-4А		98		390		1560	5100	8390	4100	6690
Т-100М, Т-130М		92		370		1480	6100	9400	4900	7500
ДТ-75М		77		310		1240	5700	7260	4500	5800
Т-54В		52		210		840	5400	4680	4300	3740
МТЗ-80, МТЗ-82		52		210		840	6400	5600	5100	4480
ЮМЗ-6Л, ЮМЗ-6М		45		180		720	7000	5230	5600	4180
Т-40М, Т-40АМ		37		150		600	5300	3280	4200	2630
Т-28Х4М		31		125		500	5300	2770	4300	2220
Т-25А, Т-25А1		23		92		370	6400	2430	5100	1940
Т-16М		16		64		255	6100	1670	4900	1320

Таблица П2 - Коэффициенты перевода единиц работ

Тракторы	мото-ч в у. э. га	Комбайны	физ. га в мото-ч
К-701	3,23	«Дон-1500»	0,48
К-700А	2,63	«Енисей-1200»	0,80*
Т-150, Т-150К	2,00	СК-5М-1	1,00
МТЗ-80, МТЗ-82	0,87	СК-6	0,86
ЮМЗ-6Л, ЮМЗ-6М	0,75	СКД-5, СКД-6	1,00
Т-54В	0,87	КС-2,6, КСС-2,6	1,50
Т-40М, Т-40АМ	0,62	КСК-100	0,75
Т-28Х4М	0,52	КС-6, КС-6Б	2,00
Т-25А, Т-25А1	0,38	РКС-6, ВМ-6А	1,66
Т-16М	0,27	ЛКВ-4Т	3,00
ДТ-175С	1,88	КСТ-3А	4,00
Т-130М, Т-100М	1,54	ККУ-2	6,00
Т-4А	1,64	Е-281	0,94
ДТ-75М	1,00	Е-301, КПС-5Г	0,37

Примечание: * - для учебных целей

Таблица П3 - Значения годовых коэффициентов охвата ремонтом автомобилей

Марка автомобиля	Коэффициент охвата
КамАЗ-5320	0,10
ЗИЛ-4314	0,11
КрАЗ-250-10, МАЗ-5551	0,12
УАЗ-3151, ГАЗ-52-04, ГАЗ-3307, ЗИЛ-ММЗ-4508	0,13
ГАЗ-САЗ-3507	0,14

Таблица П4 - Нормативы периодичности РОВ автомобилей (для II-ой категории)

Вид ТО и типы подвижного состава	Периодичности ТО не менее, км
Ежедневное (ЕТО)	Один раз в рабочие сутки
Первое (ТО-1):	
легковые автомобили и автобусы	5000
грузовые автомобили и автобусы, на базе грузовых	4000
Второе (ТО-2):	
легковые автомобили и автобусы	20000
грузовые автомобили и автобусы, на базе грузовых	15000
Сезонное (СТО)	Два раза в год

Таблица П5 - Трудоемкость капитального ремонта тракторов

Марка трактора	Трудоемкость, чел.-ч			Марка трактора	Трудоемкость, чел.-ч		
	на 1000 мото-ч	на 1000 усл. эт. га	для хозяйств		на 1000 мото-ч	на 1000 усл. эт. га	для хозяйств
К-701	60,7	451	726	Т-70С		205	330
К-700А	60,7	410	660	Т-54В		188	303
Т-150К	53,4	351	565	МТЗ-80	14,8	185	302
Т-150	54,2	374	580	МТЗ-82	18,0	195	316
Т-4А	58,7	325	523	ЮМЗ-6Л (М)	13,4	169	272
Т-130М	49,6	382	615	Т-40М (АМ)	20,4	156	251
ДТ-175С	68,9	382	615	Т-25А1	15,7	132	213
ДТ-75М	35,3	229	369	Т-16М	14,6	114	184

Таблица П6 - Трудоемкость текущего ремонта тракторов

Марка трактора	Удельная трудоемкость, чел.-ч		Марка трактора	Удельная трудоемкость, чел.-ч	
	1000 мото-ч	1000 усл. эт. га		1000 мото-ч	1000 усл. эт. га
К-701	247,5	82,5	Т-70С	102,0	97,0
К-700А	270,0	90,0	Т-54В	92,0	105,0
Т-150К	220,0	102,3	МТЗ-80	93,0	112,0
Т-150	228,0	120,0	МТЗ-82	102,0	120,6
Т-4А	246,0	150,0	ЮМЗ-6Л (М)	86,3	115,1
Т-130М	207,0	135,0	Т-40М (АМ)	80,4	116,5
ДТ-175С	216,0	113,7	Т-25А1	60,8	138,2
ДТ-75М	192,0	147,7	Т-16М	43,2	108,0

Таблица П7 - Нормативы трудоемкости и удельных суммарных трудоемкостей

технического обслуживания тракторов

Марка трактора	Трудоемкость технического обслуживания, чел.-ч					Удельная суммарная трудоемкость ТО, чел.-ч			
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	ТО-3	СТО	без ЕТО		с ЕТО	
						на 1000 мото-ч	на 1000 у.э.га	на 1000 мото-ч	на 1000 у.э.га
К-701	0,6	2,2	11,6	25,2	18,3	105	33	155	48
К-700А	1,0	2,5	10,6	43,2	29,3	134	54	218	83
Т-150К	0,2	1,9	6,8	42,3	5,3	91	46	108	54
Т-4А	0,5	1,7	5,7	31,8	16,5	82	50	124	76
ДТ-175С	0,7	3,8	6,1	19,6	6,1				
ДТ-75М	0,5	2,7	6,4	21,4	17,1	90	70	132	103
Т-70С	0,2	2,3	6,9	14,0	6,8	57	54	74	70
Т-54В	0,2	2,3	6,9	14,0	6,8	56	64	73	84
МТЗ-80/82	0,4	2,7	6,9	19,8	3,5	76	87	110	126
ЮМЗ-6Л (М)	0,4	2,5	7,3	26,1	14,9	101	134	135	180
Т-40М (АМ)	0,4	2,0	6,8	18,0	19,8	82	132	116	187
Т-25А (А1)	0,5	2,4	3,8	10,8	0,9	59	155	101	266
Т-16М	0,5	0,9	2,7	7,7	1,8	28	40	70	259

Таблица П8 - Трудоемкости капитального и текущего ремонта автомобилей

Марка машины	Трудоёмкость, чел.-ч			Марка машины	Трудоёмкость, чел.-ч			
	ТР, на 1000 км пробега	КР			ТР, на 1000 км пробега	КР		
		для спец-ремпреприятий	для хо-зяйств*			для спец-ремпреприятий	для хо-зяйств*	
ГАЗ-3302	7,9	115,0	211,0	КамАЗ-5410	10,5	200,0	380,0	
ГАЗ-52-04	5,6	124,0	236,0	КамАЗ-6511	6,1	168,0	319,0	
ГАЗ-66-01	5,6	136,0	220,0	МАЗ-5551	6,0	130,0	247,0	
ГАЗ-3307	5,9	131,0	249,0	МАЗ-500А	9,4	161,0	306,0	
ГАЗ-САЗ-3507	6,8	144,0	238,0	МАЗ-5335	9,4	161,0	306,0	
ГАЗ-САЗ-3508	6,8	144,0	238,0	Урал-377Н	9,2	185,0	352,0	
ЗИЛ-4314	5,3	159,0	302,0	Урал-3750	9,2	185,0	352,0	
ЗИЛ-4334	13,0	165,0	313,0	КрАЗ-2556	6,8	237,0	450,0	
ЗИЛ-43410	5,3	159,0	302,0	КрАЗ-250-01	9,8	237,0	450,0	
ЗИЛ-ММЗ-4502	6,1	163,0	310,0	УАЗ-3151	7,9	111,0	211,0	
КамАЗ-5320	10,5	200,0	380,0	УАЗ-3741	7,9	116,0	220,0	

Примечание: * - для учебных целей

Таблица П9 - Нормативы трудоемкости и удельных суммарных трудоемкостей технических обслуживаний автомобилей

Марка автомобиля	Трудоёмкость одного ТО, чел.-ч				Удельная суммарная трудоём- кость, чел.-ч/ 1000 км		
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	СТО	Без учета ЕТО		В хозяйст- ве с уче- том ЕО
					СТОА	в хозяй- стве	
ГАЗ-3302	0,43	2,9	11,7	3,5			
ГАЗ-52-04	0,52	2,7	11,7	2,3	2,5	3,2	6,3
ГАЗ-66-01	0,43	1,9	9,3	2,5			
ГАЗ-3307	0,55	2,9	11,8	2,7	2,3	3,0	6,3
ГАЗ-САЗ-3507	0,50	1,9	11,2	3,1	3,5	4,5	8,4
ГАЗ-САЗ-3508	0,42	2,2	9,1	3,1			
ЗИЛ-4314	0,59	3,5	14,0	3,4	2,8	3,6	7,0
ЗИЛ-4334	0,60	4,4	18,9	4,4			
ЗИЛ-43410	0,59	3,2	13,8	3,2			
ЗИЛ-ММЗ-4502	0,68	4,0	16,1	3,5	4,5	5,9	10,0
КамАЗ-5320	0,98	4,4	18,9	4,4	3,7	4,8	10,7
КамАЗ-5410	0,98	4,4	18,9	4,8			
КамАЗ-6511	0,70	4,3	16,5	4,1			
МАЗ-5551	0,50	4,2	16,5	3,5			
МАЗ-500А	0,59	4,4	17,9	4,1	3,5	4,5	7,9
Урал-377Н	0,60	4,9	21,5	5,0			
Урал-3750	0,60	4,9	21,5	5,0			
КрАЗ-2556	0,50	3,3	16,1	5,5			
КрАЗ-250-01	0,65	4,6	14,7	4,4	3,7	4,8	8,7
УАЗ-3151	0,52	2,2	9,0	3,6	1,3	1	4,8
УАЗ-3741	0,30	1,5	7,0	3,2			

Таблица П10 - Трудоемкости капитального и текущего ремонта комбайнов

Марка комбайна	Доремонтная наработка, мото-ч	Трудоемкость, чел.-ч на год эксплуатации		
		Текущий ремонт	Капитальный ремонт	Хранение
1	2	3	4	5
Зерноуборочные				
«Дон –1500»	1350	230,0	60,0	54,0
«Дон – 1500Р»	1350	266,0	68,4	68,4
«Енисей –1200»	1350	210,0	54,0	54,0
«Енисей – 1200Р»	1350	290,0	76,0	68,0
СК-5М-1 «Нива»	1350	180,0	46,0	45,0
СК-6 «Колос»	1350	170,0	44,0	50,0
СКД-5	1350	160,0	44,0	45,0
СКД-6	1350	190,0	48,0	50,0
ПН-100 «Простор»	1350	135,0	35,0	28,0

1	2	3	4	5
Кормоуборочные				
СКС-100, КСК-100А	1000	200,0	64,0	45,0
«Полесье – 3000»	1000	75,0	19,4	19,4
ПН-400 «Простор»	1000	83,0	21,6	21,6
КПС-5Г	1000	131,0	40,0	43,0
КС-1,8	1000	34,0	11,0	14,0
КСС-2,6	1000	40,0	13,0	14,0
Е-280, Е-281С, Е-303	1000	173,0	53,0	43,0
Кукурузоуборочные				
КСКУ-6	1000	160,0	36,0	45,0
ККП-3	1000	66,5	14,8	18,6
ККН-4	1000	48,0	12,0	15,0
Корнеуборочные				
КС-6, КС-6Б	1150	112,0	69,0	19,0
РКС-6	1000	86,0	45,0	34,0
Свеклоуборочные				
КСТ-3А	1000	112,0	69,0	19,0
КСП-6	1000	24,0	3,9	6,5
Картофелеуборочные				
КПК-2-01	1000	65,0	23,0	13,0
ККУ-2А	1000	69,0	25,0	13,4
Ботвоуборочная				
БМ-6А		56,0	10,0	15,0

Таблица П11 - Нормативы трудоемкости и удельных суммарных трудоемкостей технического обслуживания комбайнов

Марка комбайна	Трудоемкость ТО, чел.-ч			Удельная суммарная трудоемкость, чел.-ч/100 мото-ч		Удельная суммарная трудоемкость, чел.-ч/100 физ. га	
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	без ЕТО	с ЕТО	без ЕТО	с ЕТО
1	2	3	4	5	6	7	8
«Дон-1500»	1,1	3,4	7,0	10	18	7,2	12,1
«Дон – 1500Р»	1,1	4,3	8,8				
«Енисей-1200»	0,9	3,4	8,8	12,0	23,0	9,0	17,0
«Енисей-1200Р»	0,9	4,3	8,8				
СК-5 «Нива»	0,7	4,9	7,2	9,0	15,0	9,0	15,0
СК-6 «Колос»	0,8	4,8	7,2	9,0	16,0		
СКД-5, СКД-6	1,0	5,2	7,3	9,0	17,0		
ПН-100 «Простор»	0,5	2,8	4,2				
КСК-100	0,5	2,7	7,2	5,0	9,0	2,8	6,7

1	2	3	4	5	6	7	8
ПН-400 «Простор»	0,3	1,36	3,5				
«Дон-680»				10,0	17		
«Полесье-3000»	0,5	1,2	2,5	8,0	14,0		
КС-1,8	0,5	2,3	–	4,0	8,0	7,3	14,5
КС-2,6, КСС-2,6	0,5	2,7	–				
Е-280, Е-281	0,3	3,6	7,2	6,0	10,0	6,6	10,4
Е-301, Е-303	0,3	3,6	7,2	7,0	11,0	2,3	2,9
КПС-5Г	0,4	3,6	7,2	7,0	9,0	2,3	2,9
ККП-3, ККН-4	0,5	1,3	2,4	4,0	7,0		
КСКУ-6	0,6	3,6	7,2	5,0	8,0	5,7	10,0
КС-6, КС-6Б	0,6	3,6	7,2	7,0	12,0	14	24,0
РКС-6	0,5	3,6	7,2	7,0	11,0		
КСТ-3А	0,5	4,0	7,2	7,0	12,0		
КСП-6	0,2	1,54	–				
КПК-2-01	0,5	4,5	–				
ККУ-2А	0,5	3,6	–				
БМ-6А	0,3	3,6	7,2				

Таблица П.12 - Трудоемкость технического обслуживания и ремонта сельхозмашин

Наименование и марка машин	Трудоемкость, чел.-ч		Трудоемкость на хранение, чел.-ч				Коэф. охвата хранением
	еже-сменного ТО	текущего ремонта	при подготовке к хранению	в период хранения	при снятии с хранения	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8
Плуги							
ПМЛ-5-35	0,12	21,0	0,9	0,3	0,8	2,0	1,5
ПЛМ-4-35	0,12	17,0	1,5	0,5	1,4	3,4	1,5
ПЛМ-3-35	0,12	14,0	1,4	0,5	1,3	3,2	1,5
ПЛН-7-30	0,15	40,0	1,2	0,4	1,0	2,6	1,5
ПЛН-5-35	0,12	21,0	0,9	0,3	0,8	2,0	1,5
ПЛН-4-35	0,12	17,0	0,9	0,3	0,8	2,0	1,5
ПЛН-3-35	0,12	14,0	0,9	0,3	0,8	2,0	1,5
ПЧЯ-2-50	0,12	29,0	–	–	–	–	1,5
ПТК-9-35	0,25	50,0	3,8	1,3	3,3	8,4	1,5
ПТН-40	0,25	8,0	–	–	–	–	1,5
ПЛП-6-35	4,00	35,0	0,9	0,3	0,8	2	1,5
ПНВ-3-35	0,20	45,0	0,9	0,3	0,8	2,0	1,5
ПОН-3-30 (-2-30)	0,12	18,2	1,9	0,6	1,7	4,2	1,5
ПЧ-10	0,20	50,0	3,8	1,3	3,3	8,4	1,5

1	2	3	4	5	6	7	8
Плуги-луцильники							
ППЛ-10-25	0,20	29,0	3,0	0,9	2,7	6,6	1,0
ППЛ-5-25	0,10	20,0	3,0	0,9	2,7	6,6	1,0
ПЛС-5-25	0,12	21,0	3,0	0,9	2,7	6,6	1,0
Глубокорыхлители							
РН-80Б	0,20	45,0	3,0	0,2	2	5,2	1,0
КПГ-2,2	0,18	36,0	1,5	0,5	1,4	3,4	1,0
КПГ-250	0,25	10,0	1,5	0,5	1,4	3,4	1,0
КПГ-2-150	0,25	10,0	1,5	0,5	1,4	3,4	1,0
ПРК-70-40	0,30	45,0	2,9	1,0	2,5	6,4	1,0
Луцильники дисковые							
ЛДГ-20	0,25	81,0	2,8	0,9	2,5	6,2	1,0
ДЛГ-15	0,20	36,0	2,8	0,9	2,5	6,2	1,0
ЛДГ-10Б	0,15	26,4	2,8	0,9	2,5	6,2	1,0
ЛДГ-5	0,10	17,0	2,8	0,9	2,5	6,2	1,0
Бороны дисковые							
БД-10	0,25	67,0	5,7	2,0	5,0	12,7	1,0
БДН-3,6	0,10	31,0	2,0	0,6	1,8	4,4	1,0
БДН-3	0,10	29,0	2,0	0,6	1,8	4,4	1,0
БДН-1,3А, БДН-1,3Б-02	0,10	12,0	2,1	0,6	1,9	4,6	1,0
БДС-3,5	0,10	24,0	2,1	0,6	1,9	4,6	1,0
БДСТ-2,5	0,10	34,0	2,3	0,8	2,0	5,1	1,0
БДТ-7,0А	0,25	71,0	1,3	0,2	1,0	2,5	1,0
БДТ-3,0	0,10	29,0	1,3	0,2	1,0	2,5	1,0
БДГ-3	0,10	29,0	2,1	0,6	1,9	4,6	1,0
БНТ-3	0,10	29,0	2,0	0,6	1,8	4,4	1,0
Бороны зубовые							
БЗСС-1, БЗТС-1	—	4,0	—	—	—	—	1,0
Борона игольчатая							
БИГ-3А	0,22	39,0	3,5	1,2	3,1	7,8	1,0
Катки							
ЗККШ-6	0,10	20,0	1,4	0,5	1,3	3,2	1,0
ККН-2,8	0,10	6,0	1,3	0,1	1,0	2,4	1,0
СКГ-2	0,10	14,0	1,4	0,5	1,3	3,2	1,0
Сцепки							
СП-16А	0,10	28,0	5,2	1,8	4,6	11,6	1,0
С-11У	0,10	11,0	2,3	0,8	2,0	5,1	1,0
Культиваторы							
КРН-4,2	0,25	38,0	3,3	0,4	2,3	6,0	1,5

Продолжение таблицы П12

1	2	3	4	5	6	7	8
КРН-5,6	0,25	48,0	3,3	0,4	2,3	6,0	1,5
КРН-2,8А, КОН-2,8ПН	0,18	27,0	1,9	0,7	1,7	4,3	1,0
КПС-4	0,11	22,0	3,3	0,4	2,3	6,0	1,5
КПН-8,4	0,25	48,0	3,3	0,4	2,3	6,0	1,0
КПШ-9	0,20	37,0	4,8	1,6	4,3	10,7	1,0
КПЭ-3,8А	0,30	23,0	1,7	0,6	1,5	3,8	1,0
КПЭ-3,8Г	0,16	25,8	1,7	0,6	1,5	3,8	1,0
КРШ-8,1	0,25	44,0	6,0	0,6	5,4	12,0	1,0
КРГ-3,6	0,20	36,5	4,6	1,5	4,1	10,2	1,0
ЧКУ-4А	0,25	44,0	6,5	0,6	4,9	12,0	1,0
КРК-5,6	0,25	46,0	3,3	1,1	2,9	7,3	1,0
КРХ-5,4	0,22	31,0	5,5	0,6	4,9	11,0	1,0
КФ-5,4	0,50	33,0	5,5	0,6	4,9	11,0	1,0
КГФ-2,8	0,25	43,0	6,5	0,6	4,9	12,0	1,0
КШ-3,6А	0,18	7,0	5,5	0,6	4,9	11,0	1,0
КФТ-3,4	0,25	61,0	4,3	1,5	3,8	9,6	1,0
КФТ-2,8	0,25	38,0	3,3	0,4	2,3	6,0	1,0
КФТ-1,8	0,22	22,2	1,6	0,5	1,4	3,5	1,0
КСО-4	0,15	22,0	3,3	0,4	2,3	6,0	1,0
КУП-2,8, КУН-2,7	0,25	27,0	1,9	0,7	1,7	4,3	1,0
УСМК-5,4А	0,25	64,0	5,5	0,6	4,9	11,0	1,0
УГН-4К	0,22	49,0	6,5	0,8	5,7	13,0	1,0
Фреза садовая							
ФС-0,9	0,15	24,0	2,4	0,4	2,2	5,0	1,0
Сеялки зерновые							
СЗ-3,6А, СЗУ-3,6	0,15	63,0	2,4	0,4	2,2	5,0	1,5
СЗА-3,6	0,15	43,0	2,4	0,4	2,2	5,0	1,5
СЗТ-3,6А	0,15	83,0	2,4	0,4	2,2	5,0	1,5
СЗС-2,1	0,15	29,0	4,0	0,5	2,8	7,3	1,0
СЗЛ-3,6	0,30	45,0	2,4	0,4	2,2	5,0	1,5
СЗНТ-1,8	0,10	8,3	0,2	0,1	0,2	0,5	1,0
СЗП-3,6	0,30	83,0	2,4	0,4	2,2	5,0	1,5
СРН-3,6	0,25	34,0	2,6	0,3	2,1	5,0	1,0
ЛДС-6	0,33	89,0	4,2	1,4	3,8	9,4	1,5
СЗС-9	0,15	23,0	3,4	0,5	2,1	6,0	1,5
Сеялки свекловичные							
ССТ-8	0,25	56,0	3,5	1,2	3,2	7,9	1,0

Продолжение таблицы П12

1	2	3	4	5	6	7	8
ССТ-12А, СТВС-12	0,25	69,0	4,0	1,3	3,6	8,9	1,0
«Мультикрон»	0,35	72,0	3,8	1,3	3,4	8,5	1,0
Сеялки кукурузные							
СКНК-8	0,4	26,0	2,7	0,5	1,9	5,0	1,0
СБК-4	0,25	38,0	2,7	0,5	1,9	5,0	1,0
СУПН-8А	0,25	57,0	3,6	1,2	3,2	8,0	1,0
СПЧ-6М	–	23,0	2,7	0,5	1,9	5,0	1,0
СКГН-6М	–	62,0	2,7	0,5	1,9	5,0	1,0
«Аист»	0,40	72,0	3,8	1,3	3,4	8,5	1,0
Сеялки пропашные							
СПУ-12	0,35	69,0	4,4	1,5	4,0	9,9	1,0
СПН-8	0,15	63,0	2,7	0,5	1,9	5,0	1,0
СПН-6	0,15	56,0	2,7	0,5	1,9	5,0	1,0
ССН-5,8Д	0,35	75,0	4,7	1,6	4,2	10,5	1,0
СПН-4	0,15	43,0	2,7	0,5	1,9	5,0	1,0
Сеялки овощные							
СЛН-8Б	0,20	37,0	2,5	0,3	3,0	5,8	1,0
СО-4,2	0,20	43,0	3,3	1,1	2,9	7,3	1,0
СОН-2,8А	0,15	33,0	2,7	0,9	2,4	6,0	1,0
СОН-1,6	0,15	29,0	2,2	0,8	2,0	5,0	1,0
Рассадопосадочные машины							
СКН-6А	0,40	58,0	7,9	2,7	7,0	17,6	1,0
МРГ-6А	0,40	58,0	7,9	2,7	7,0	17,6	1,0
Картофелесажалки							
КСМ-6	0,30	98,0	2,8	0,3	1,9	5,0	1,0
СКМ-6	0,30	98,0	4,4	1,5	4,0	9,9	1,0
СН-4Б-1	0,30	53,0	3,6	1,2	3,2	8,0	1,0
Картофелекопатели							
КТН-2В	0,30	28,0	1,3	0,5	1,2	3,0	1,0
КСТ-1,4-2	0,30	50,0	1,3	0,5	1,2	3,0	1,0
КТН-1А	0,18	12,0	1,5	0,2	1,0	2,7	1,0
ККН-1	0,15	28,0	1,5	0,2	1,0	2,7	1,0
УКВ-2	0,30	70,0	1,3	0,5	1,2	3,0	1,0
КЭП-2П	0,15	28,0	1,5	0,2	1,0	2,7	1,0
ККЭ-2	0,30	56,0	1,3	0,5	1,2	3,0	1,0
КЭП-609/02	0,15	20,0	1,5	0,2	1,0	2,7	1,0
Опрыскиватели							
ОПШ-15	0,25	26,0	3,0	1,0	2,1	6,1	1,0
ОП-2000	0,20	38,0	3,0	1,0	2,1	6,1	1,0

Продолжение таблицы П12

1	2	3	4	5	6	7	8
ОВТ-1В	0,22	40,0	3,0	1,0	2,1	6,1	1,0
ОВХ-14	0,25	45,0	8,0	1,0	5,0	14	1,0
ОЗГ-120	0,25	28,0	6,4	0,7	4,5	11,6	1,0
ОШУ-50	0,25	18,0	3,0	1,0	2,1	6,1	1,0
Протравливатели							
ПС-10	0,18	50,0	2,5	0,5	1,8	4,8	1,0
ПУ-3	0,18	24,0	2,5	0,5	1,8	4,8	1,0
Мобитос-супер	0,18	56,0	2,5	0,5	1,8	4,8	1,0
Косилки							
КС-2,1	0,10	10,0	0,8	0,2	0,7	1,7	1,0
КНФ-1,6	0,10	16,0	0,9	0,3	0,8	2,0	1,0
КДП-4	0,10	22,0	1,0	0,2	0,5	1,7	1,0
КТП-6	0,15	45,0	1,0	0,2	0,5	1,7	1,0
Косилка-измельчитель							
КИР-1,5	0,14	38,0	1,8	0,6	1,6	4,0	1,0
КУФ-1,8	0,15	41,0	2,5	0,3	1,5	4,3	1,0
Косилка-плющилка							
КПВ-3	0,20	35,0	1,8	0,6	1,6	4,0	1,0
Грабли тракторные							
ГВК-6	0,20	30,0	2,5	0,3	1,5	4,3	1,0
Волокуши							
ВТУ-10	0,20	15,0	0,7	0,2	0,5	1,4	1,0
СтогOMETатели							
СНУ-0,5, ШР-0,5	0,14	30,0	2,7	1,2	2,4	6,0	1,0
Погрузчик-согометатель							
ПФ-0,5	0,14	23,0	3,8	1,2	3,4	8,4	1,0
Пресс-подборщики							
ППВ-1,6, К-453	0,60	45,0	5,0	0,4	4,0	9,4	1,0
ПРП-1,6	0,50	60,0	5,0	0,4	4,0	9,4	1,0
ПСБ-1,6	0,60	45,0	5,0	0,4	4,0	9,4	1,0
Подборщик-копнитель							
ПКС-2	0,30	42,0	2,5	0,3	2,0	4,8	1,0
ПКК-2М	0,30	42,0	2,6	0,3	2,1	5,0	1,0
Жатки навесные							
ЖНС-6-12	0,20	60,0	4,0	1,4	3,6	9,0	1,0
ЖВН-6А	0,20	60,0	5,0	2,0	4,0	11,0	1,0
Жатка рядковая							
ЖРК-4,9А	0,50	45,0	2,0	0,3	1,7	4,0	1,0
Копновозы							
КНУ-11, КУН-10	0,10	32,0	0,5	0,1	0,4	1,0	1,0

Продолжение таблицы П12

1	2	3	4	5	6	7	8
Стоговоз							
СТП-2	0,15	55,0	2,2	0,8	2,0	5,0	1,0
Машины первичной очистки зерна							
ОВП-20А, ОВВ-20	0,30	48,0	3,4	0,4	2,5	6,3	1,5
Машина вторичной очистки зерна							
ОСМ-3У	0,25	60,0	3,0	0,3	2,1	5,4	1,5
Горка семяочистительная							
ОСГ-0,5	–	32	–	–	–	–	–
Комплекты оборудования							
ЗАВ-10	–	45,6	12,6	4,2	11,2	28,0	
ЗАВ-20	–	67,3	18,4	6,2	16,4	41,0	
ЗАВ-40	–	100,0	28,8	9,6	25,6	64,0	
КЗС-10	–	98,0	27,0	9,0	24,0	60,0	
КЗС-10Ш	–	120,0	33,3	11,1	29,6	74,0	
КЗС-20Ш	–	154,0	41,8	14,0	37,2	93,0	
Зерносушилки							
СЗСБ-8	0,14	58,0	–	–	–	–	1,0
СЗШ-16А	2,40	62,0	–	–	–	–	1,0
С-10, С-20	3,85	85,0	–	–	–	–	1,0
Зернопогрузчик							
ЗСП-60	0,14	27,0	7,2	2,4	6,4	16	1,0
ПЗП-40	0,30	50,0	2,2	0,8	2,0	5,0	1,0
ПЗП-10	0,30	40,0	2,2	0,8	2,0	5,0	1,0
Зерноочистительные машины							
К-541, К-531, К-523	0,23	62,0	1,0	0,2	0,8	2,0	1,0
Молотилка початков кукурузы							
МКП-3	0,30	24,0	2,7	0,9	2,4	6,0	1,0
Подборщик с обогатителем вороха							
ПХ-2,4	–	16,0	2,7	0,9	2,4	6,0	1,0
Картофелесортировочный пункт							
КСП-15В	0,56	60,0	9,9	3,3	8,8	22,0	1,0
Буртоукрывщик							
БН-100А	–	8,0	–	–	–	–	1,0
Транспортер-загрузчик картофеля							
ТЗК-30	0,30	64,0	–	–	–	–	1,0

Таблица П13 - Примерные удельные трудоемкости ТО и ремонта машин и оборудования животноводческих ферм, чел.-ч, на 1000 голов скота или птицы

Ферма и комплекс	ТО	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Крупный рогатый скот:			
молочного направления	6150	1040	120
мясного направления	3620	870	100
Свиноводческие	1310	170	15
Овцеводческие	190	120	15
Птицеводческие	18	18	3

Таблица П14 - Распределение объемов работ, %, по техническому обслуживанию и текущему ремонту техники между ремонтно-обслуживающими предприятиями и хозяйством (для учебных целей)

Машина и оборудование	Техническое обслуживание		Текущий ремонт	
	мастерские хозяйств	предприятия	мастерские хозяйств	предприятия
Тракторы	80	20	70	30
Зерноуборочные комбайны	90	10	40	60
Специальные комбайны	90	10	70	30
Автомобили	40	60	25	75
Мелиоративная и землеройная техника	40	60	30	70
Поливная техника	50	50	50	50
Оборудование животноводческих ферм и комплексов:				
крупного рогатого скота	70	30	25	75
свиноводческих	70	30	25	75
овцеводческих	30	70	25	75
птицеводческих	100	—	25	75

Таблица П15 - Примерное распределение трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта тракторов, автомобилей и комбайнов по видам работ, в % от их общей трудоемкости (для учебных целей)

Виды работ	Техническое обслуживание			Текущий ремонт				
	тракторов всех типов	автомобилей всех типов	комбайнов всех типов	тракторов гусеничных	тракторов колесных	автомобилей всех типов	комбайнов зерноуборочных	комбайнов других типов
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Разборочные	—	—	—	6,9	6,0	5,8	7,0	8,7
Моечные	—	5,0	—	2,6	2,7	1,9	4,0	2,5

Продолжение таблицы П15

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дефектовочные	–	–	–	1,9	2,3	1,8	1,9	1,6
Комплектовочные	–	–	–	1,2	1,3	1,2	1,2	2,5
Слесарные	65,0	50,5	60,0	17,2	19,0	16,0	22,0	22,5
Сборочные	–	–	–	27,0	25,4	25,0	27,0	32,0
Испытательно-регулирующие	12,0	7,5	12,0	7,0	7,8	3,0	8,9	8,7
Электроремонтные	8,5	13,5	8,5	3,0	2,9	8,5	2,5	–
Карбюраторные	–	4,5	1,0	0,4	0,4	1,2	1,0	–
Ремонт дизельной топливной аппаратуры	–	–	2,0	3,5	3,2	0,5	–	–
Станочные	5,0	2,0	5,0	12,4	15,0	10,5	8,0	9,2
Кузнечно-термические	3,0	0,5	3,0	4,0	2,7	4,6	4,0	3,4
Сварочно-наплавочные	4,5	2,0	5,0	5,0	1,9	1,8	3,0	2,7
Медницко-жестяники	1,0	0,5	1,0	5,5	5,1	9,2	1,5	4,0
Столярно-обойные	–	–	–	–	–	4,0	5,0	0,4
Обойно-малярные	–	–	2,0	2,4	2,3	5,0	1,5	1,3
Шиноремонтные	1,0	14,0	0,5	–	2,0	1,0	1,0	0,5
ИТОГО	100	100	100	100	100	100	100	100

Таблица П16 - Номинальный и эффективный годовые фонды времени производственного персонала

Наименование профессий работающих	Продолжительность		Годовой фонд времени рабочих, ч.	
	рабочей недели, ч.	основного отпуска, дни	номинальный	эффективный
Маляр	36	28	1830	1610
Все остальные профессии	41	28	2070	1820

Таблица П17 - Номинальный годовой фонд времени работы оборудования

Число дней работы в году	Номинальный годовой фонд времени при числе смен работы в сутки, ч.		
	одна	две	три
255	2070	4140	–
305	2070	4140	6210
357	2420	4840	7260
365	2480	4960	7440

Таблица П18 - Эффективный годовой фонд времени работы оборудования

Наименование оборудования	Число дней работы в году	Эффективный годовой фонд времени при числе смен работы в сутки, ч.		
		одна	две	три
Разборочно-сборочные, контрольно-регулирующее, уборочное, сварочное, кузовное, металлообрабатывающее, деревообрабатывающее, электротехническое	255	2030	4020	–
	305	2030	4020	5960
	357	2370	4700	6970
	365	2430	4810	7140
Подъемно-транспортное, кузнечно-прессовое, смазочно-заправочное, шиномонтажное	255	1930	3800	–
	305	1930	3800	5650
	357	2250	4450	6600
	365	2300	4570	6770
Испытательное, диагностическое, моечное, окрасочно-сушильное, компрессорное	255	1860	3640	–
	305	1860	3640	5400
	357	2180	4260	6310
	365	2230	4370	6460

Таблица П19 - Нормативные коэффициенты рабочей зоны

№	Наименование отделения (участка)	Коэффициент
1	Наружной очистки	3,0...4,0
2	Разборочно-моечное	3,5...5,0
3	Контрольно-сортировочное и комплектации	3,5...4,0
4	Слесарно-механическое	3,0...3,5
5	Кузнечно-термическое	5,0...5,5
6	Медницкое и ремонта радиаторов	5,0...6,0
7	Жестяницкое и ремонта кабин	3,5...4,5
8	Ремонта и сборки агрегатов	4,5...5,0
9	Ремонта и монтажа шин	4,0...4,5
10	Ремонта рам	4,5...5,5
11	Ремонта электрооборудования	3,5...4,5
12	Ремонта топливной аппаратуры	4,5...6,5
13	Ремонта и сборки двигателей	4,0...4,5
14	Обойных работ	3,5...4,5
15	Деревообрабатывающее	5,5...7,0
16	Сборки машин и сборочных единиц	4,5...5,0
17	Обкатки и испытания двигателей	4,0...4,5
18	Ремонта сельскохозяйственных машин	4,0...4,5
19	Гальванических покрытий	4,5...5,5
20	Сварочно-наплавочное	5,5...6,5
21	Окраски и сушки машин (агрегатов)	3,5...4,0

Таблица П20 - Норматив удельной площади на одного рабочего, м²

№	Наименование отделения (участка)	Коэффициент
1	Наружной очистки	25...30
2	Разборочно-моечное	15...17
3	Контрольно-сортировочное и комплектации	18...20
4	Ремонт топливной аппаратуры	15...20
5	Ремонт гидроаппаратуры	15...20
6	Металлообработка резанием	10...12
7	Слесарные работы	10...12
8	Кузнечно-термический	24...26
9	Электросварочный и наплавочный	15...20
10	Газосварочный и наплавочный	15...20
11	Медницкий и ремонт радиаторов	15...20
12	Жестяницкий и ремонт кабин, оперения	10...12
13	Полимерные работы	15...17
14	Вулканизационный	15...20
15	Столярно-обойный	10...12
16	Сборка двигателей	25...30
17	Обкатка и испытание двигателей	25...30
18	Малярный	35...40

Таблица П21 - Нормативные параметры для расчета площадей складов

Склад	Средняя допустимая нагрузка на полезную площадь склада q_x , т/м ² , при высоте укладки, м				Коэффициент использования площади хранения K_x , при транспорте	
	1	2	3	4	напольном	верхнем
Запасных частей	—	1,0	1,40	1,60	0,25...0,30	0,35...0,50
Основных и вспомогательных материалов	—	1,2	1,65	2,0	0,25...0,30	0,40...0,45
Металлов и метизов	3,0	5,5	—	—	0,25...0,30	0,35...0,50
Химикатов	0,5	1,0	—	—	0,30...0,35	—
Смазочных материалов	1,0	2,0	—	—	0,30...0,35	—
Лакокрасочных материалов	0,5	—	—	—	0,30...0,35	—
Леса и пиломатериалов	—	1,2	1,65	—	0,30...0,45	0,40...0,45
Сжатых газов в баллонах	0,8	—	—	—	0,30...0,45	—
Утиля и промышленных отходов	0,9	1,8	—	—	0,30...0,45	0,40...0,60
Ремонтного фонда и готовой продукции	1,2	2,2	—	—	0,30...0,40	0,40...0,45

Таблица П22 - Нормы хранения запаса основных материалов, рабочие дни

Наименование материала	Серийное и крупносерийное производство	Мелкосерийное производство	Единичное производство
Запасные части	20	25...30	30
Металлы; бумажные, текстильные, резиновые, кожевенные, электротехнические и химические материалы; лаки и краски; твердое и жидкое топливо	20	20...25	25...30
Метизы, электроды, лес и пиломатериалы	15	15...20	20...25
Масла, смазки и светлые нефтепродукты	15	15...25	15...25
Сжатые газы в баллонах	15	5...10	5...10
Хозяйственные товары, одежда и пр.	15	15...20	15...20
Запасные части к оборудованию	10...20	10...20	10...20

Таблица П23 - Габаритная схема пролётов производственных зданий для ремонта сельскохозяйственной техники

Ширина пролёта, м	Высота пролёта, м	Шаг колонн, м		Примерное назначение предприятия
		наружных	внутренних	
18; 24	7,2; 8,4; 9,6; 10,8	6	12	Ремонт тракторов класса более 3 (СТОТ) и зерноуборочных комбайнов. Ремонт и ТО автомобилей МАЗ, КрАЗ, КамАЗ
18	6,0; 7,2; 8,4	6	12	Ремонт тракторов класса от 2 до 3, автомобилей, прицепов и специальных комбайнов. СТОА типа ГАЗ и ЗИЛ
18	6,0; 7,2	6	12	Ремонт тракторов класса до 1,4, авто-тракторных прицепов и автополивной техники
12; 18	6,0; 7,2	6	12	Ремонт тракторных и комбайновых двигателей
12; 18	3,6; 4,2; 6,0	6	6	Ремонт шасси и агрегатов тракторов и комбайнов. Цехи по ремонту гидросистем, топливной аппаратуры, электрооборудования, восстановлению деталей и т. п. СТОЖ и др.

Учебно-методическое издание

Иванщиков Юрий Васильевич

Гаврилов Владислав Николаевич

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА МАШИН

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы

Компьютерный набор, верстка *В.Н. Гаврилов*

Формат 60×90/16. Ганитура *Times New Roman*

Усл. п.л. 5,1. Изд. №____. Тираж 50 экз.

Отпечатано в полиграфическом отделе ФГБОУ ВО ЧГСХА