

УДК 621.797:631.3.02.004.

Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Расчет мотороремонтного участка  
для автохозяйств

Calculation of a motor repair site for vehicle fleets

**Тойгамбаев С.К.**

к.т.н, профессор кафедры технической эксплуатации технологических машин и оборудования [природообустройства](#), ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев

**Апатенко А.С.,**

д.т.н., профессор технической эксплуатации технологических машин и оборудования [природообустройства](#), ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязев

Toigonbaev S. K.

PhD, Professor, Department of technical operation of technological machinery and equipment of environmental engineering, doctor of Russian state agrarian University – MTAА named after K. A. Timiryazev

Apatenko A. S.,

doctor of technical Sciences, Professor of technical operation of technological machines and equipment of nature management, fgbou VO RGAU – MSHA named after K. A. Timiryazev

***Аннотация.** Проведены расчеты по определению оптимальных параметров площадей для ремонта двигателей, с учетом удобства мойки, монтажа и демонтажа и последующего испытания двигателей после ремонтных работ. Произведен расчет количества персонала мотороремонтного участка.*

***Ключевые слова:** двигатель; площадь; участок; ремонт.*

***Abstract.** Calculations were carried out to determine the optimal parameters of the areas for engine repair, taking into account the convenience of washing, mounting and dismantling and subsequent testing of engines after repair work. The calculation of the number of personnel of the engine repair section was made.*

***Keywords:** engine; area; plot; repairs.*

---

**Рецензент:** Широков Юрий Александрович - доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева

Моторный участок предназначен для протирки и шлифовки клапанов, замены поршневых пальцев, поршней, поршневых колец, замены вкладышей шатунных и коренных подшипников на вкладыши эксплуатационных размеров, замены прокладки головки блока, устранение трещин и пробоев (в сварочном или агрегатном отделении). Моторный участок неразрывно связан с зоной ТР, т.к. двигатель снимается в этой зоне и поступает на участок мойки.

После мойки двигатель поступает на промежуточный склад. По мере освобождения рабочих мест в моторном участке двигателя из промежуточного склада поступают в комплекс моторного участка. При ремонте двигателей изношенные детали заменяют на новые из основного склада. После ремонта двигатель испытывают на компрессию и давление в ОТК. Затем двигатель поступает на промежуточный склад и по указанию диспетчера он отправляется в комплекс ТР, где устанавливается на автомобиль.

*Основные виды дефектов и их характеристика.* Ошибки конструирования, нарушения технологического процесса производства, технического обслуживания и ремонта двигателей, а также эксплуатация приводят к возникновению дефектов. *Дефектам* называют каждое отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативной документацией. Дефекты деталей по месту расположения можно подразделить на локальные (трещины, риски и т.д.), дефекты во всем объеме или по всей поверхности (несоответствие химического состава, качества механической обработки и т.д.), дефекты в ограниченных зонах объема или поверхности детали (зоны неполной закалки, коррозионного поражения, местный наклеп и т.д.). Данное местонахождение дефекта может быть внутренним (глубинным) и наружным (поверхностным и под поверхностным). По возможности исправления дефекты классифицируют на устранимые и не устранимые. Устранимый дефект технически возможно и экономически целесообразно исправить. В противном случае это не устранимый дефект. По отражению в нормативной документации дефекты делят на скрытые и явные.

Скрытый дефект - дефект, для выявления которого в нормативной документации не предусмотрены необходимые правила, методы и средства контроля. В противном случае это явный дефект.

По причинам возникновения дефекты подразделяют на конструктивные, производственные, эксплуатационные. *Конструктивные дефекты* - это несоответствие требованиям технического задания или установленным правилам разработки (модернизации) продукции. Причины таких дефектов - ошибочный выбор материала изделия, неверное определение размеров деталей, режима термической обработки. Эти дефекты являются следствием несовершенства конструкции и ошибок конструирования. *Производственные дефекты* - несоответствие требованиям нормативной документации на изготовление, ремонт или поставку продукции. *Эксплуатационные дефекты* - это дефекты, которые возникают в результате изнашивания, усталости, коррозии деталей, а также неправильной эксплуатации. Для оценки технического состояния деталей с последующей их сортировкой на группы годности в ремонтном производстве имеется, в отличие от остальных машиностроительных производств, технологический процесс, который носит название дефектации. В ходе этого процесса осуществляется проверка соответствия деталей техническим требованиям, которые изложены в технических условиях на ремонт или в руководствах по ремонту, при этом используется сплошной контролем т.е. контроль каждой детали. Кроме того, дефектация деталей - это также инструментальный и многостадийный контроль. Для последовательного исключения невозстановливаемых деталей из общей массы используют следующие стадии выявления деталей; с явными неустраняемыми дефектами - визуальный контроль; со скрытыми неустраняемыми дефектами - неразрушающий контроль; с неустраняемыми геометрическими параметрами - измерительный

контроль. В процессе дефектации деталей применяются следующие методы контроля: органолептический осмотр (внешнее состояние детали, наличие деформаций, трещин, задиров, сколов и т.д.) и т.д. инструментальный осмотр при помощи приспособлений и приборов (выявление скрытых дефектов деталей при помощи средств неразрушающего контроля);

- бесшкальных мер (калибры и уровни) и микрометрический инструмент (линейки штангельциркули).

В результате контроля детали должны быть подразделены на три группы: *годные* детали, характер и износ которых находятся в пределах, допускаемых техническими условиями (детали этой группы используются без ремонта); детали, *подлежащие восстановлению*, - дефекты этих деталей могут быть устранены основными на ремонтном предприятии способами ремонта; *не годные* детали.

*Испытание двигателей.* После сборки двигатель направляют на проработку и испытания.

*Под испытанием* понимают экспериментальное определение количественных и или собственных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия «в него при его функционировании. При испытаниях характеристики свойств объекта могут либо оцениваться, если задачей испытаний является получение количественных или качественных оценок, либо контролироваться, если задачей испытаний является только установление соответствия характеристик объекта заданным требованиям.

К основным задачам решаемым в процессе приработки и испытаний следует отнести подготовку агрегата к восприятию эксплуатационных нагрузок, выявление возможных дефектов связанных с качеством восстановления деталей и сборки агрегатов, а также проверку характеристик агрегатов в соответствии с требованиями технических условий или другой нормативной документации. *Под приработкой* понимается мероприятий, направленных на изменение состояния сопряженных поверхностей трения с целью повышения их износостойкости. В процессе приработки изменяются микрогеометрия и микротвердость поверхностей трения, сглаживаются отклонения от правильно геометрической формы. Установлено, что в первый период приработки происходит интенсивное выравнивание шероховатости, объясняющее изнашивание и резкое падение потерь на трение. Процесс снятия микронеровностей обычно продолжается десятки минут, а макрогеометрическая приработка заканчивается 30-40 часов. По результатам испытаний составляется протокол испытаний, который содержит необходимые сведения об объекте испытаний, применяемых методах, средствах и условиях испытаний, а также заключение по результатам испытаний.

*Расчет режима работы и фонда времени мотороремонтного участка.* Режим работы участка характеризуется количеством смен, рабочих дней и их продолжительностью в часах, а так же равномерностью их загрузки в течение года. Под фондом времени понимается затрачиваемое время в течение планируемого периода одним рабочим на работу или время в течение, которого

может использоваться единица оборудования (рабочего места, отделения, участка) за тот же период.

*Фонд времени работы участка* характеризуется планируемым или плановым числом работы рабочего места, оборудования, отделения, цеха в течении определенного календарного периода.

$$\Phi_{om\delta} = (d_k - d_g - d_n) \cdot t \cdot n, \quad (1)$$

где  $d_k$ ,  $d_g$ ,  $d_n$  – соответственно число календарных, выходных и праздничных дней на планируемый период;  $t$  – продолжительность смены при двух выходных в неделю,  $t = 8 \div$ ;  $n$  – количество смен,  $n = 1$ .

$$\Phi_{om\delta} = (365 - 103 - 10) \cdot 8 \cdot 1 = 2016 \text{ ч.}$$

*Фонд времени рабочего подразделяется* на номинальный и действительный. Номинальный фонд времени – это фонд времени, рассчитанный с учетом всего календарного времени работы в год, не учитывая дни отпуска, потери времени по болезни и другими причинами.

По данному фонду времени рассчитывается явочное количество рабочих.

Действительный фонд рабочего времени рабочего:

$$\Phi_{op} = (\Phi_{om\delta} - d_o) \cdot K_p, \quad (2)$$

где  $d_o$  – продолжительность отпуска рабочего,  $d_o = 30 \text{ дн}$ .  $K_p$  – коэффициент, учитывающий вынужденные потери времени по болезни и другим уважительным причинам,  $K_p = 0,97 \dots 0,98$ .

$$\Phi_{op} = (2016 - 30) \cdot 0,97 = 1926 \text{ ч.}$$

*Фонд времени оборудования.* Аналогично фонд времени оборудования различают на номинальный и действительный.

Номинальный фонд времени оборудования рассчитывается по формуле:

$$\Phi_o = (d_k - d_g - d_n) \cdot t \cdot n, \quad (3)$$

$$\Phi_o = (365 - 103 - 10) \cdot 8 \cdot 1 = 2016 \text{ ч}$$

Действительный фонд определяется по формуле:

$$\Phi_{o.o.} = \Phi_o \cdot K_o, \quad (4)$$

где  $K_o = 0,92 \dots 0,96$  – коэффициент использования оборудования, учитывающий его простои (ремонт и др.). Так как на автобазе достаточно изношенное оборудование, то принимаем  $K_o = 0,92$ .

$$\Phi_{o.o.} = 2016 \cdot 0,92 = 1855 \text{ ч.}$$

Полученные режимы работы заносим в таблицу 1.

Таблица 1

## Годовой фонд времени

Фонд времени		
Рабочего места	Рабочего	Оборудования
2016 ч	1926 ч	1855 ч

Расчет годовой программы ремонта.

Таблица 2

## Время, затрачиваемое на выполнение операций

Операции	Время, затрачиваемое на выполнение операции
Полная разборка и дефектовка двигателя	12ч
Замена ЦПГ (вкладыши, кольца, втулки распредвала) и подготовка рабочих поверхностей	26ч
Замена масляного насоса	2ч
Итого	40ч

В расчете чистого рабочего времени, учитываю, что оно составляет при 8-ми часовой смене 70% времени, т.е. чистое рабочее время в смену составит:

$$B_{\text{чист}} = 8 \cdot 0,7 = 5,6\text{ч} \approx 5\text{ч } 36\text{мин.}$$

Исходя из полученных значений затраченного времени, следует, что за один рабочий день можно выполнить:

$$K = \frac{B_{\text{чист}}}{B_{\text{опер}}}} = \frac{336}{2400} = 0,14 \quad (5)$$

Определяем производственную мощность участка в месяц:

$$K_{\text{мес}} = K \cdot \tau_{\text{раб.дн}}, \quad (6)$$

где  $\tau_{\text{раб.дн}}$  – число рабочих дней в месяце,  $\tau_{\text{раб.дн}} = 22,4\text{дн.}$

$$K_{\text{мес}} = 0,14 \cdot 22,4 = 3,14 \text{ рем/мес.}$$

Определяем производственную мощность участка в год:

$$K_{\text{год}} = 3,14 \cdot 12 = 37,68 \text{ рем/год.}$$

Принимаем производственную мощность участка, равной  $37 \text{ рем/год.}$

**Такт ремонта.** Под тактом ремонта понимается период времени, в течение которого выпускается из ремонта очередной отремонтированный объект. Для специализированных ремонтных мастерских и сервисных организаций величина такта определяется по каждому объекту по формуле:

$$\tau = \frac{\Phi_{\text{др}}}{N}, \quad (7)$$

где  $\Phi_{\text{др}}$  - действительный расчетный годовой фонд времени ремонтного

участка;  $N$  – годовая программа ремонта данного объекта.

$$\tau = \frac{2016}{37} = 54,5 \text{ ч.}$$

*Обоснование и расчет трудоемкости ремонтных работ.* Определяем общую трудоемкость капитального ремонта двигателя

$$T_{\text{дв}} = \frac{P_k}{1000} \cdot g \cdot m, \quad (8)$$

где  $P_k$  – скорректированный ресурс работы двигателя до капитального ремонта, км;  $g$  – удельная трудоемкость капитального ремонта двигателя на 1000 км,  $g = 9,6 \text{ чел} \cdot \text{дн} = 0,4 \text{ чел} \cdot \text{ч}$ ;  $m$  – доля трудоемкости, отнесенная к трудоемкости капитального ремонта только двигателя,  $m = 0,382$ .

$$T_{\text{дв}} = \frac{240000}{1000} \cdot 0,4 \cdot 0,382 = 36,7 \text{ чел} \cdot \text{ч.}$$

*Расчет персонала участка.* Общая численность рабочих цеха по ремонту двигателей подразделяется на следующие основные категории:

- производственные рабочие, - инженерно-технические и руководящие работники (ИТР), - младший обслуживающий персонал (МОП);

а) расчет производственных рабочих.

Так как время необходимое на проведение капитального ремонта одного двигателя равно 54,5 часам, то при односменной работе с восьми часовым рабочим днем, количество производственных рабочих составит:

$$P_{np} = \frac{\tau}{n \cdot t}, \quad (9)$$

где  $n$  – количество смен,  $n = 1$ ;  $t$  – часовая работа в день, ч.

$$P_{np} = \frac{54,5}{1 \cdot 8} = 6,8 \approx 7 \text{ чел.}$$

Каждое рабочее место должно быть загружено на такт производства. Допускается недогрузка 5%, перегрузка – 10-15 %.

б) расчет ИТР.

$$P_{И} = \frac{P_{np} \cdot R_{И}}{100}, \quad (10)$$

где  $R_{И}$  – процент количества инженерно-технических и руководящих работников,  $R_{И} = 10 \dots 12\%$ .

$$P_{И} = \frac{7 \cdot 12}{100} = 0,84 \approx 1 \text{ чел.}$$

в) расчет количества МОП:

$$P_{м} = \frac{P_{np} \cdot R_{м}}{100}, \quad (11)$$

где  $R_{м}$  – процент количества МОП от количества производственных рабочих,  $R_{м} = 2 \dots 5\%$ .

$$P_m = \frac{7 \cdot 5}{100} = 0,35 \approx 1 \text{ чел.}$$

Тогда общая численность персонала мотороремонтного участка составит:

$$P_o = P_{np} + P_{II} + P_m; \quad (10)$$

$$P_o = 7 + 1 + 1 = 9 \text{ чел.}$$

*Распределение производственных рабочих по отделениям.* Распределение производственных рабочих по отделениям производится исходя из трудоемкости выполняемых работ в каждом отделении. Для ремонта 37 двигателей необходимо 1358 чел-ч. Годовой фонд времени рабочего  $\Phi_{op} = 1926 \text{ ч}$ . Таким образом, за год перечисленными видами работ справится *1 рабочий*. Проведя расчеты для других отделений, были получены следующие результаты: - разборочно-сборочное отделение – 2 человека; - отделение мойки узлов и деталей, отделение дефектовки узлов и деталей и отделение комплектовки годных деталей, отделение доукомплектовки запчастей двигателя – 2 человека; - слесарно-механическое отделение – 2 человека; - испытательно-регулирующее отделение – 1 человек.

С целью рациональной работы мотороремонтного участка необходимо стремиться к тому, чтобы: - каждый рабочий имел одинаковую нагрузку по ремонту двигателей; - очередная работа начиналась после того, как будет закончена

предыдущая, технически ей предшествующая; - работы выполнялись максимально по возможности параллельно; - разряд рабочего соответствовал выполненной им работе.

*Определение состава отделений по ремонту двигателей.* При проектировании участка по ремонту двигателей необходимо определить состав отделений по ремонту агрегатов двигателей и распределить общую трудоемкость по видам работ. Согласно типовым проектам по ремонту двигателей состав отделений принимаем следующий: - разборочно-сборочное отделение;

- отделение мойки узлов и деталей, отделение дефектовки узлов и деталей и отделение комплектовки годных деталей, отделение доукомплектовки запчастей двигателя; - слесарно-механическое отделение;  
- испытательно-регулирующее отделение

Ремонт остальных элементов двигателя будут производиться на других действующих участках ремонтной мастерской.

#### Выводы.

Проведенные расчеты по определению оптимальных параметров площадей для ремонта двигателей, позволяет хозяйству проводить четкое планирование работ по техническому обслуживанию и ремонту машин.

## Библиографический список

1. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Эффективность использования тракторного парка предприятия./ Доклады ТСХА, выпуск 290 (часть II). Сборник статей Международной научной конференции посвященной 130-летию Н.И. Вавилова 5-7.12.17г. Издательство РГАУ-МСХА. – М.: 2018. с. 45-46.
2. Тойгамбаев С.К. Применение термодиффузионных процессов для упрочнения и восстановления деталей сельскохозяйственной техники. / Монография. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. РИО МГУП им. А.Н. Костякова. – М.: 2011 с. 187.
3. Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К. Основы надёжности транспортных и технологических машин. / Учебное пособие для студентов технических. Рекомендовано УМО ВУЗов МГУП. Издательская «Компания Спутник +». –М.: 2006. с.167.
4. Тойгамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации./ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000
7. Казимирчук А.Ф., Шнырев А.П., Тойгамбаев С.К. Флотационная очистка электролитов и СОЖ после механической обработки деталей машин./ “Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов”. Часть 2, Материалы Международной научно-практической конференции. –М.: 2008. с. 216-218.