



«Пензенский государственный университет»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА
Кафедра технологии машиностроения

ЛЕКЦИЯ

для проведения занятия по дисциплине
«Проектирование машиностроительного производства»

Тема № 7

Проектирование системы ремонтного обслуживания производства

Таранцев Константин Валентинович, д.
т.н., профессор

Пенза, 2022

II. Расчет учебного времени

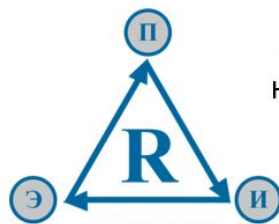
Содержание и порядок проведения занятия	слайд
<p>ВСТУПИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ</p> <p>1. Надежность, эффективность и рентабельность</p> <p>ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ</p> <p>2. Система технического обслуживания и ремонта</p> <p>3. Организация ремонтного хозяйства</p> <p>4. Задачи и структура ремонтного и технического обслуживания</p> <p>5. Три основные формы организации выполнения ремонтных работ</p> <p>6. Классификация систем ТОиР</p> <p>7. Система планово-предупредительных ремонтов (ППР)</p> <p>1. Виды ремонтов</p> <p>2. Виды технических состояний</p> <p>3. Ремонтный цикл</p> <p>4. Недостатки системы ППР</p> <p>8. Расчет системы технического обслуживания и ремонта</p> <p>ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ</p> <p>1. Система обслуживания по фактическому состоянию (ОФС) Преимущества обслуживания по фактическому состоянию</p>	

ВСТУПИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Наиболее важным эксплуатационным показателем является **надежность**.

Остальные эксплуатационные показатели работы оборудования (производительность, класс точности, степень механизации и автоматизации и т. д.) без обеспечения надлежащей надежности не имеют значения.

Надежность любой системы определяется надежностью ее самого слабого элемента



ОСНОВНОЙ ПРИНЦИП -Триада надежности
надежность закладывается при проектировании,
обеспечивается при изготовлении
и поддерживается в эксплуатации.

ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

СТАТУС – ДЕЙСТВУЮЩИЙ

Надежность (reliability, dependability) - Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Примечание. Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств

Надежность :

- свойство изделия выполнять заданные функции,
- сохраняя эксплуатационные показатели в заданных назначением пределах
- в течение требуемых промежутков времени.

Виды технических состояний

- **исправное – неисправное**
- **работоспособное – неработоспособное**
- **правильное функционирование – неправильное функционирование**
- **предельное.**

Виды дефектов

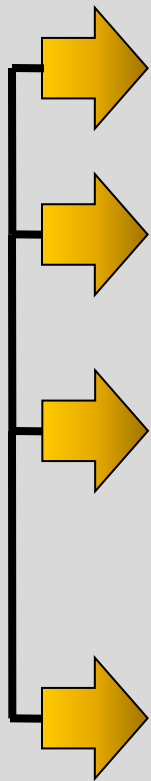
- **дефект** - переход оборудования из исправного состояния в неисправное состояния (работоспособное, неработоспособное, предельное);
- **повреждение** – дефект, который не приводит к потере работоспособности оборудования;
- **отказ** – дефект, который приводит к нарушению работоспособного состояния объекта;

В процессе работы отдельные части машин и оборудования подвергаются износу.

Восстановление их работоспособности и эксплуатационных свойств достигается путем ремонта, эксплуатацией и уходом за оборудованием.

Основу для этого на промышленных предприятиях составляет система технического обслуживания и ремонта основных фондов.

Для повышения эффективности и рентабельности предприятия необходима перестройка производственных процессов, в первую очередь процессов, связанных с обеспечением работоспособности оборудования **так как**



Затраты по статье ремонтный фонд составляют порядка 15-30% в структуре сметы затрат

В сфере ТОиР занято до 60% производственного и инженерно-технического персонала
(включая соответствующий персонал в цехах основного производства)

Работоспособность оборудования напрямую влияет на качество производимой продукции и тем самым определяет конкурентоспособность бизнеса
(способность оборудования удовлетворять заданным характеристикам в течение определенного интервала времени)

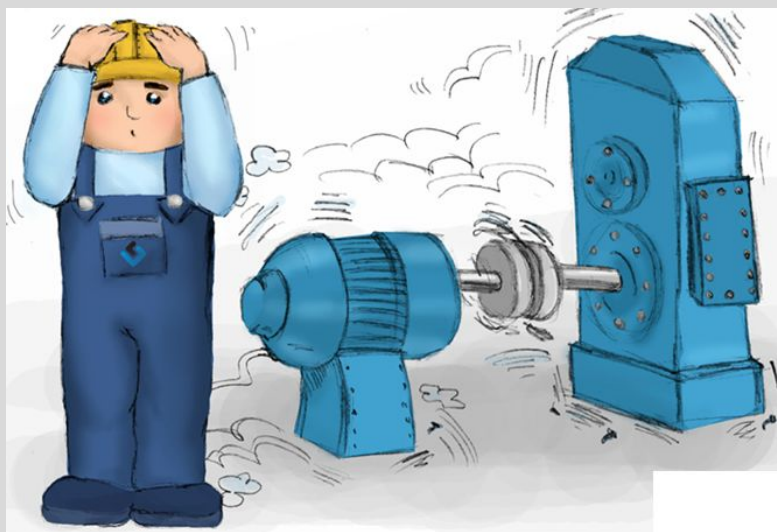
Значительная часть оборудования, находящегося в эксплуатации является объектами повышенной опасности и производственные неполадки могут иметь катастрофические последствия

В различных отраслях промышленности эксплуатационные затраты составляют **6 - 18%** стоимости конечной продукции!

В различных отраслях промышленности эксплуатационные затраты составляют 6 - 18% стоимости конечной продукции!



Доля эксплуатационных затрат в стоимости конечной продукции по различным отраслям промышленности



Всякий механизм в процессе своей эксплуатации претерпевает постепенные изменения в техническом состоянии своих узлов, деталей, рабочих сред и т. д.

В полном соответствии с законом о переходе количества в качество постепенные изменения в отдельных составляющих механизма приводят к тому, что и в целом механизм переходит из одного состояния (*исправный, работоспособный*) в другое (*неисправный, неработоспособный*).

Техническая эксплуатация – комплекс мероприятий, который осуществляет обслуживающий персонал по обеспечению нормального функционирования оборудования при сохранении установленных технико-экономических показателей.

Техническое обслуживание – комплекс операций по поддержанию исправности или работоспособности оборудования при его использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании

Ремонт – комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий и их составных частей.

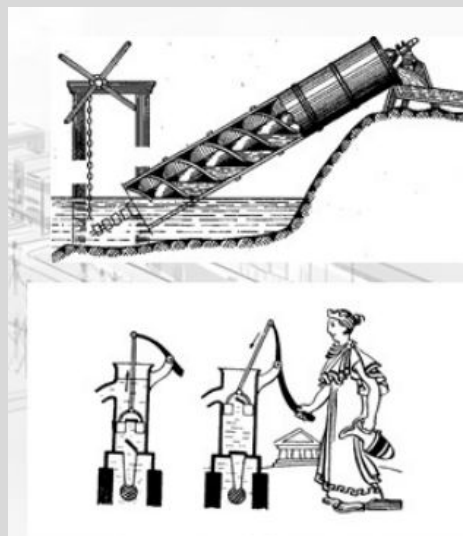
Ремонт – это технически возможное и экономически целесообразное восстановление технических параметров и характеристик, изменяющихся при эксплуатации и определяющих возможность использования изделия по прямому назначению



Одним из распространенных принципов ремонта простых машин и приборов (например, машин бытового применения)



является ремонт после отказа.





Для сложных машин такой принцип нерационален, так как в момент отказа возможно дополнительное повреждение ее деталей. В результате объем и стоимость ремонтных работ возрастает, а качество ремонта может и снизиться.

Система технического обслуживания и ремонта (ТОиР)

Совокупность взаимосвязанных средств, документации ТОиР и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему



Задачи и структура ремонтного и технического обслуживания

Система ремонтного и технического обслуживания механосборочного производства предусматривается для обеспечения работоспособности технологического и подъемно-транспортного оборудования и других технических средств производства, удаления и переработки стружки, обеспечения рабочих мест охлаждающими жидкостями, электроэнергией, сжатым воздухом и создания необходимого микроклимата и чистоты воздуха в цехе.

Для этой цели в составе цеха или корпуса создают ремонтную базу, отделение по ремонту электрооборудования и электронных систем, подсистемы удаления и переработки стружки, приготовления и раздачи охлаждающих жидкостей, электроснабжения, снабжения сжатым воздухом, обеспечения микроклимата и необходимой чистоты воздуха в цехе.

Основными задачами являются:

- надзор и уход за действующим оборудованием с целью предупреждения поломок,
- своевременный (плановый предупредительный) ремонт оборудования,
- оперативный (внеплановый) ремонт оборудования.
- модернизация существующего и изготовление нестандартного оборудования.

Указанные работы выполняет ремонтно-механический цех завода, а также корпусные (цеховые) ремонтные базы и отделения по ремонту электрооборудования и электронных систем.

Основные направления в организации ремонта:

- изготовление деталей для ремонта заранее,
- введение системы планового предупредительного ремонта (ППР)
- использование систем диагностики состояния систем оборудования;
- автоматизация ремонтных работ с использованием промышленных роботов.

На машиностроительных предприятиях используются три основные формы организации выполнения ремонтных работ:

1. - **централизованная;**
2. - **децентрализованная;**
3. - **смешанная.**



1. На заводах с числом станков до 600 применяют **централизованную форму** организации ремонта оборудования, при которой весь ремонтный персонал и все материально-технические средства сосредоточены в централизованных ремонтных цехах службы главного механика.

2. На крупных заводах массового производства применяют **децентрализованную форму** организации ремонтных работ ремонтники и материально-технические средства рассредоточены по технологическим цехам, в которых самостоятельно организуют и осуществляют ремонт всего оборудования. Однако капитальный ремонт оборудования осуществляется силами ремонтно-механического цеха или специализированных предприятий.

Децентрализованная форма управления ТОиР

Недостатки –

- весь объем ремонтных работ выполняется цеховыми ремонтными базами;
- слабое обеспечение необходимого качества ремонта;
- работе ремонтных бригад придается второстепенное значение, что приводит к низкому уровню их организации и неэффективному использованию кадров.

Преимущество – затраты на все виды ремонтов включаются в себестоимость по месту их выполнения, что позволяет проводить анализ этих работ в аспекте материальных и трудовых затрат.

3. **Смешанную форму** организации ремонтных работ применяют на заводах с числом станков от 600 до 800. При этом капитальный ремонт выполняет ремонтно-механический цех, а ремонт остальных видов выполняют цеховые базы.

Недостатки –

- не устраняет недостатки децентрализованной формы;
- ремонтные ресурсы предприятия рассредоточены между РМЦ и цеховыми ремонтными базами;
- исключается возможность целесообразной специализации ремонтных работ как по видам оборудования и ремонтов, так и по составу работ
- **затраты** на ремонт, выполняемый ЦРБ, включаются в себестоимость работ цеха, а расходы РМЦ оформляются в виде услуг это **затрудняет** организацию управления затратами ремонтного обслуживания в целом.

Классификация систем ТОиР:

Классификация систем ТОиР:

НЕПЛАНОВАЯ

ПОСЛЕ ОТКАЗА

РТО

Реагирующее
(«реактивное»)
техническое
обслуживание



ПЛАНОВАЯ

РЕГЛАМЕНТИРОВАННОЕ

ППР

Система
Планово-
Предупредительных
ремонтов



- 🔧 По календарным периодам
- 🔧 По календарным периодам с корректировкой объема работ
- 🔧 По наработке
- 🔧 С регламентированным контролем
- 🔧 По режимам работы

ПО СОСТОЯНИЮ

ОФС

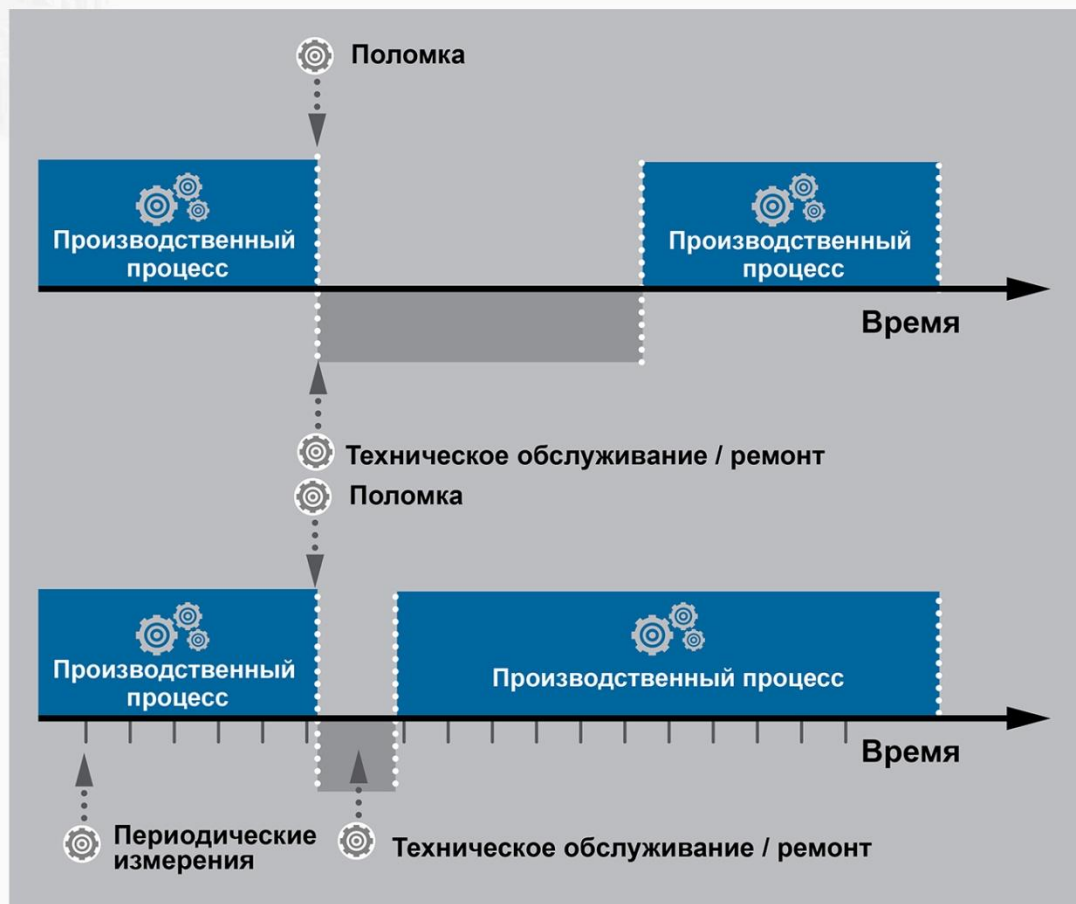
Система
Обслуживания по
Фактическому
Состоянию



- 🔧 По допустимому уровню параметра
- 🔧 С контролем уровня надежности
- 🔧 С прогнозом уровня надежности

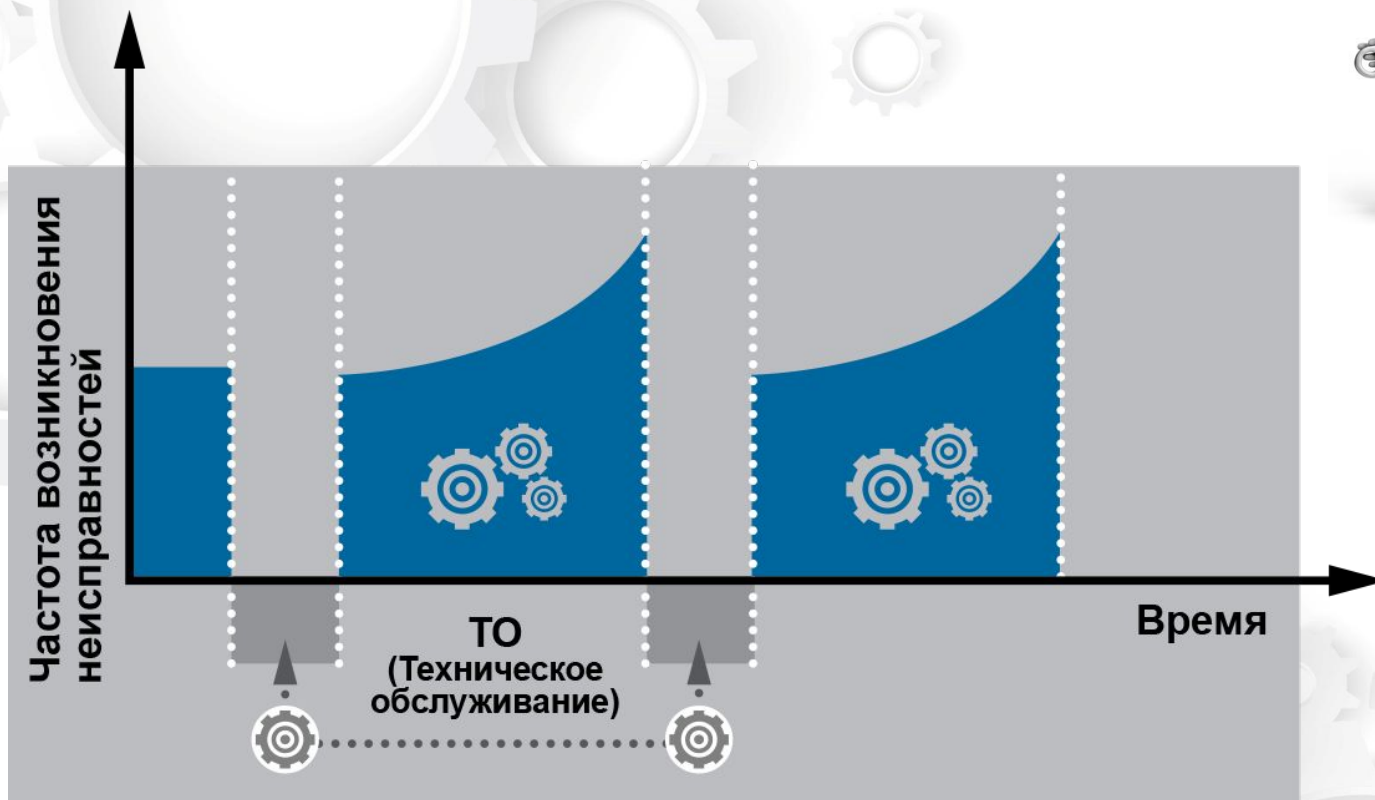
Реактивное (реагирующее) обслуживание

Эксплуатация оборудования до выхода его из строя



Дешевое вспомогательное оборудование при наличии его резервирования

Обслуживание по регламенту (ППР)



До 50% работ проводится без фактической необходимости

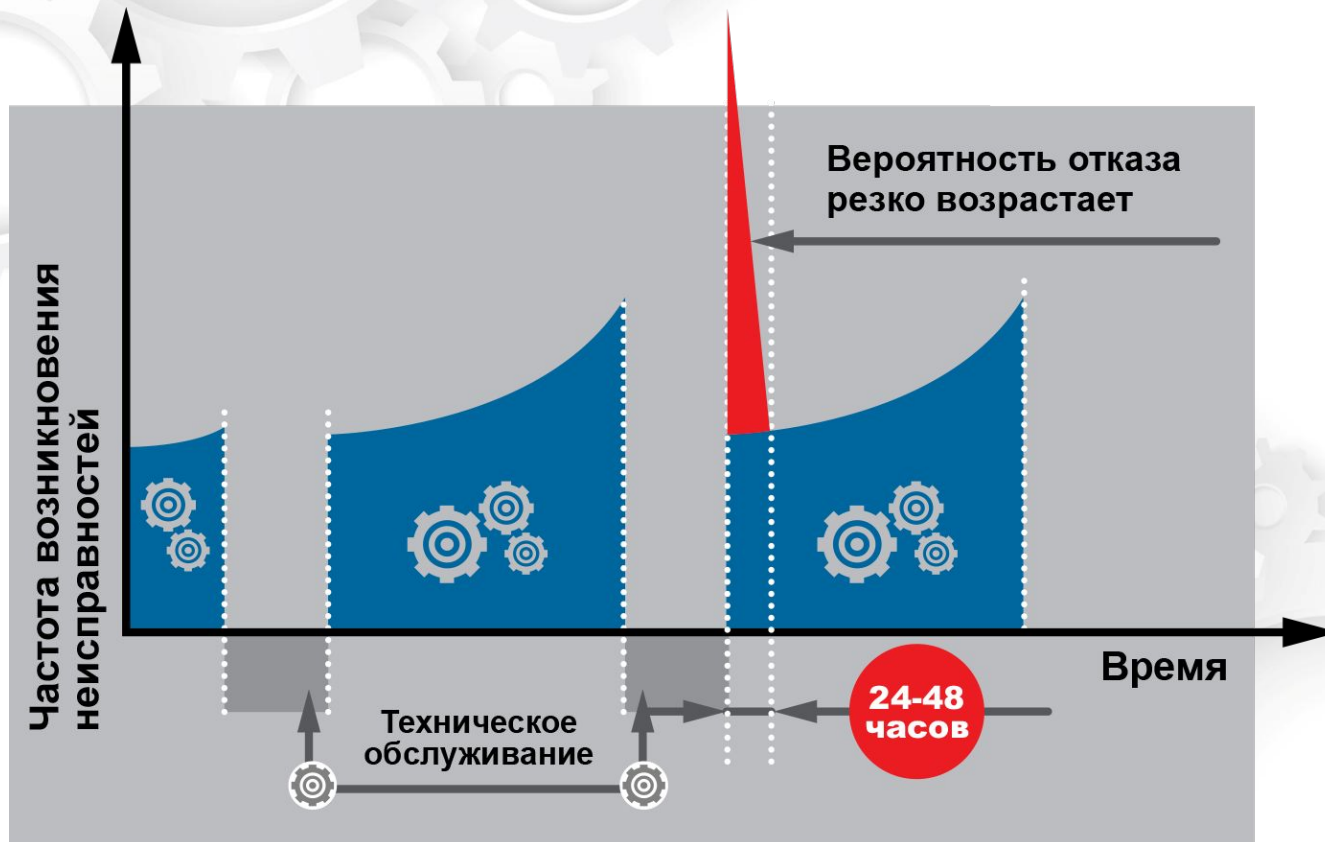


Некачественный ремонт повышает риск внепланового останова оборудования



УПУЩЕНИЯ:

сразу после ТО всегда вероятность отказа резко поднимается!



Система планово-предупредительного ремонта (ППР)

Сущность системы планово-предупредительного ремонта (ППР) –

после наработки определенного количества часов производятся технические осмотры и различные виды плановых ремонтов оборудования, чередование и периодичность которых определяются назначением, конструкцией и условиями его эксплуатации.

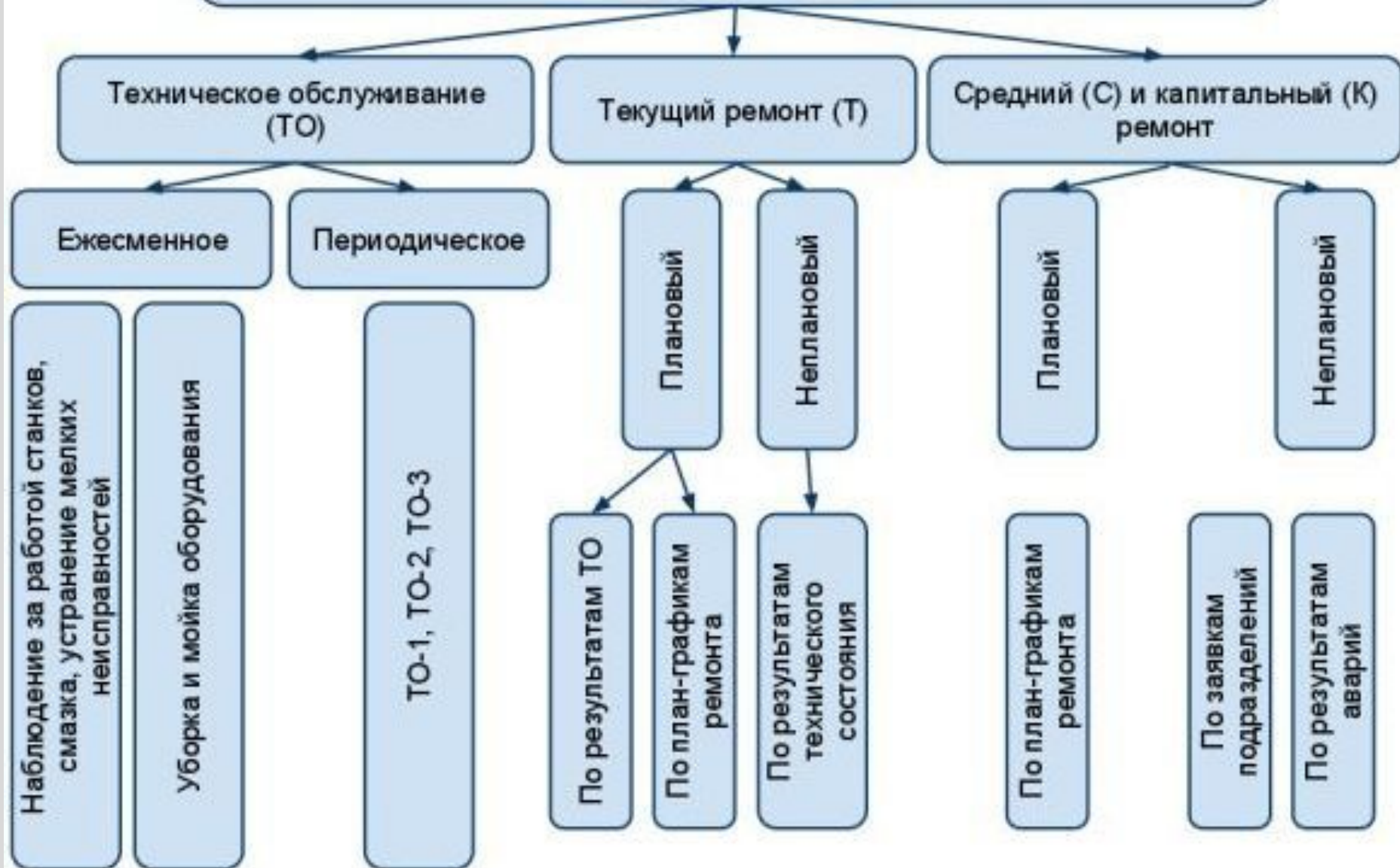
Любая система ремонта, при которой реализуется принцип ремонта после выработки фиксированного ресурса, называется **планово-предупредительной**.

Плановой она называется потому, что все ремонтные работы выполняются в соответствии с заранее разработанным планом, включающим учет наработки изделия.

Название **предупредительный** исходит из цели системы: не допустить (предупредить) возникновение отказов изделий.

Планово-предупредительный ремонт (ППР) ставит своей целью полное исключение **неплановых простоев** оборудования в ремонте.

Система планово предупредительного ремонта (ППР)



Виды ремонтов

- техническое обслуживание;
- текущий ремонт;
- средний ремонт;
 - капитальный ремонт.

Характеристики видов ремонта установлены Государственным стандартом (ГОСТ 2.602-68).

Техническое обслуживание (ТО)- это комплекс операций по поддержанию исправности или работоспособности оборудования при его использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании (например, осмотры, промывки, проверки на точность и другие).

Текущий (малый) ремонт – минимальный по объему вид ремонта, при котором обеспечивается нормальная эксплуатация изделия до очередного планового ремонта. Во время текущего ремонта устраняют неисправности заменой или восстановлением отдельных составных частей (быстроизнашивающихся деталей), а также выполняют регулировочные работы.

Трудоемкость текущего ремонта составляет 15...18% капитального. Текущий ремонт проводится силами эксплуатационных предприятий и является составной частью регламентного обслуживания техники.

Средний ремонт заключается в восстановлении эксплуатационных характеристик изделия ремонтом или заменой только изношенных или поврежденных составных частей.

Кроме того, проверяется техническое состояние остальных составных частей с устранением обнаруженных неисправностей.

При среднем ремонте агрегата (системы) может производиться капитальный ремонт отдельных узлов.

Базовые узлы при среднем ремонте обычно не ремонтируются.

Новый гарантийный ресурс не устанавливается. По трудоемкости средний ремонт составляет 60...65% капитального.

Капитальный ремонт (КР) – выполняется полный комплекс работ, обеспечивающих восстановление технико-экономических и эксплуатационных параметров оборудования: точности, жесткости, скорости, производительности и других. Эта работа сопряжена с полной разборкой оборудования.

Методы проведения капитальных ремонтов

- **сосредоточенный метод** - весь комплекс ремонтных работ выполняется непрерывно в течение заданного периода времени при полной остановке оборудования.
- **рассредоточенный метод** - весь объем ремонтных работ делится на части, большинство из которых осуществляется в процессе проведения текущих ремонтов (это существенно сокращает простои оборудования).

Планирование ремонтов

1. Ремонт по потребности.

Практически полное отсутствие ТО оборудования, которое ограничивалось только смазкой, а ремонт проводился тогда, когда эксплуатация оборудования становилась невозможной. Ремонты осуществляли производственный и вспомогательный персонал цеха.

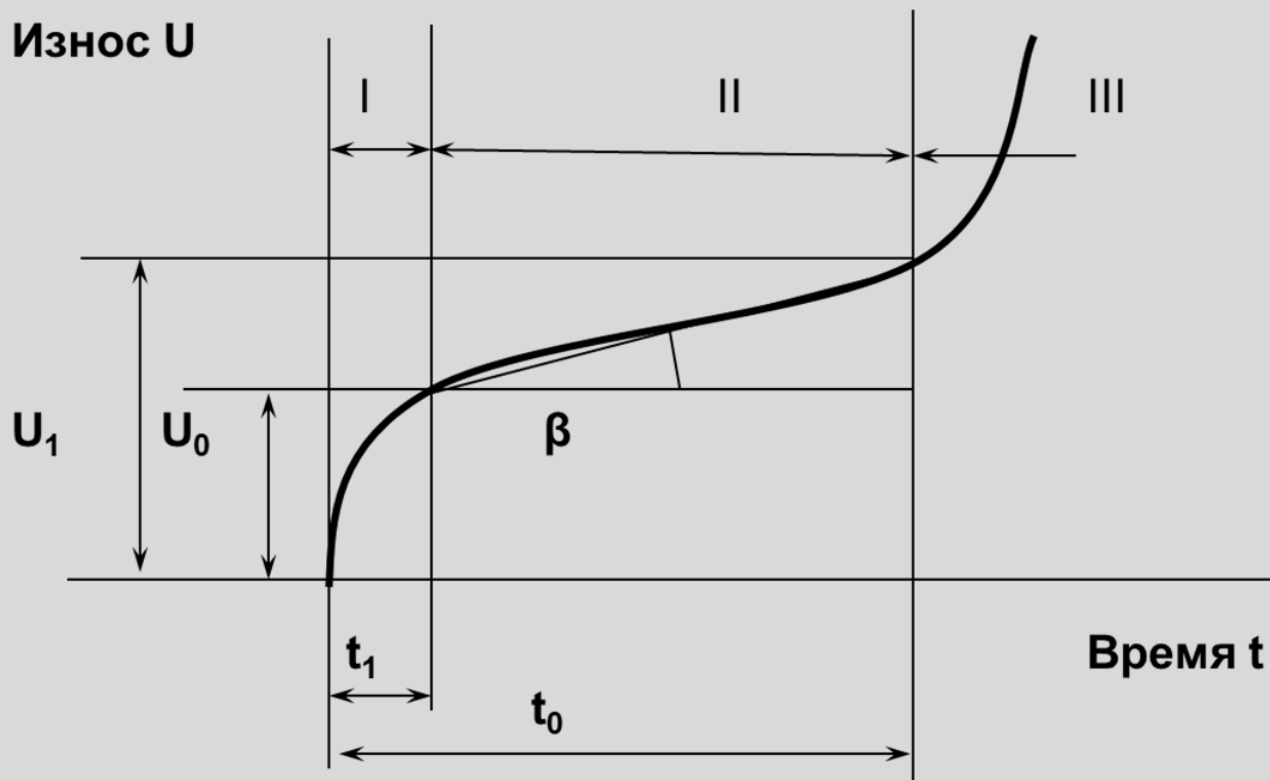
2. Принудительный периодический осмотр оборудования.

Специально подготовленный персонал через определенные промежутки времени проводит тщательный осмотр оборудования с целью оценки сроков службы деталей и узлов. По результатам осмотра устанавливается необходимость их принудительной плановой остановки на ремонт, определяется трудоемкость и продолжительность ремонтных работ, а также потребность в запасных частях.

3. Стандартный (регламентированный) ремонт.

оборудование ремонтируют строго по графику независимо от его фактического состояния, а объём ремонтных работ определяют по заранее разработанным инструкциям.

Диаграмма механического изнашивания



Ресурс детали

$$t_{PEC} = \frac{U_1 - U_0}{V_{ИЗН}}$$

Участок I - начальный период (приработка поверхностей трения)

Участок II – период нормальной эксплуатации машины

Участок III - период катастрофического нарастания износа

Переходы видов технического состояния в зависимости от дефектов и видов ТОиР

Техническое состояние	Дефект			Вид технического обслуживания и ремонта		
	Повреждение	Отказ	Неустрашимый	ТО	ТР	КР
Исправное	● ↓	● ↓	● ↓	● ↑	● ↑	● ↑
Работоспособное	● ↓	● ↓	● ↓	● ↑	● ↑	● ↑
Неработоспособное		● ↓	● ↓		● ↑	● ↑
Предельное			● ↓			● ↑

Если сокращать время между очередными работами по уходу за машиной, то есть **плановый период профилактики** $T_{пл}$, а также одновременно увеличивать ее объем, то возрастут эксплуатационные расходы за счет стоимости профилактики и потери за счет простоев машины ($S_{пр+ТО}$).

С другой стороны, при более тщательном уходе увеличиваются межремонтные сроки и снижается **себестоимость ремонтов** $S_{рем}$. При этом суммарные расходы на ремонт сократятся.

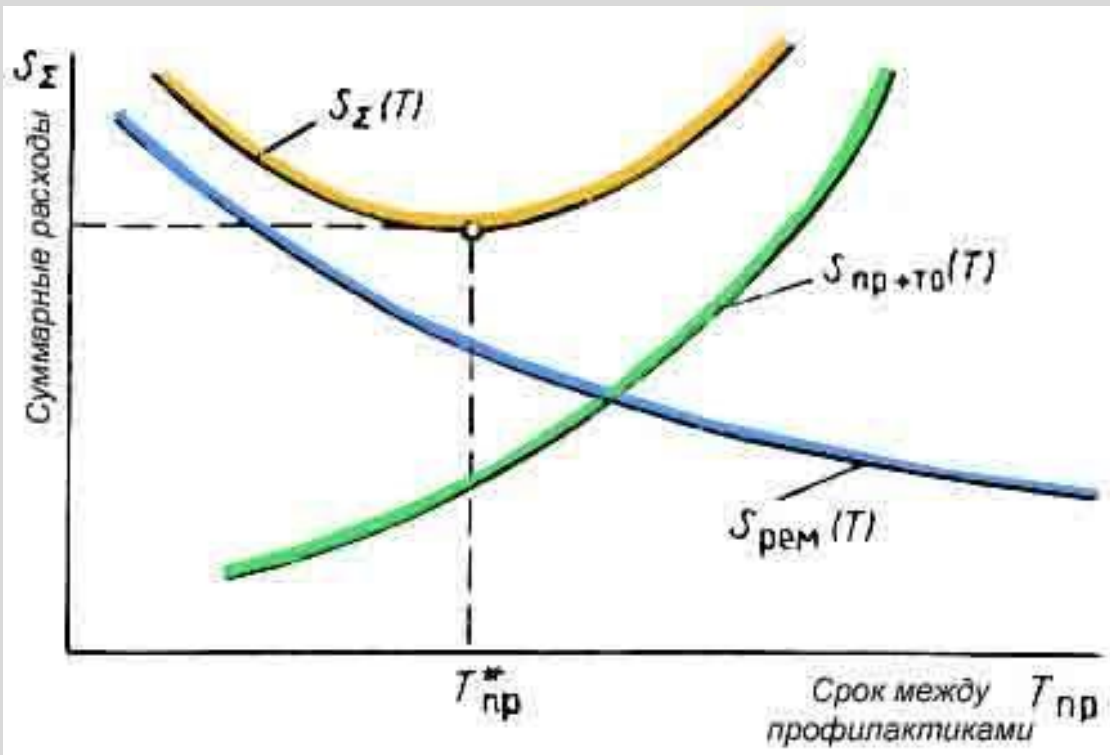


Рис. Зависимость суммарных эксплуатационных расходов $S_{\Sigma}(T)$ от срока между профилактиками $T_{пл}$

Это значит, что существует наиболее выгодный (с точки зрения суммарных затрат на эксплуатацию машины) плановый период между профилактическими работами (рис.).

Ремонтный цикл – это период работы оборудования от начала эксплуатации до капитального ремонта или между двумя последовательными капитальными ремонтами. , т.е. ремонтный цикл – это наименьший промежуток времени (или наименьшая наработка изделия), в течение которого выполняются в определенной последовательности все установленные для данного изделия виды планового ремонта. Длительность ремонтного цикла обычно определяется сроками службы наиболее трудоемких конструктивных элементов.

Например, для металлорежущего оборудования

$$T_{рц} = 24000 \beta_{п} \beta_{м} \beta_{у} \beta_{т}$$

где:

24000 – нормативный ремонтный цикл, станко-часах, установленный по результатам научных исследований;

$\beta_{п}$ – коэффициент, учитывающий тип производства;

$\beta_{м}$ - коэффициент, учитывающий вид обрабатываемого материала;

$\beta_{у}$ - коэффициент, учитывающий условия эксплуатации;

$\beta_{т}$ - коэффициент, учитывающий размеры оборудования.

Основной характеристикой системы ППР является **структура ремонтного цикла**, которая определяет перечень и последовательность выполнения ремонтных работ. Для наглядности эту структуру принято изображать в виде графика. (рис.).

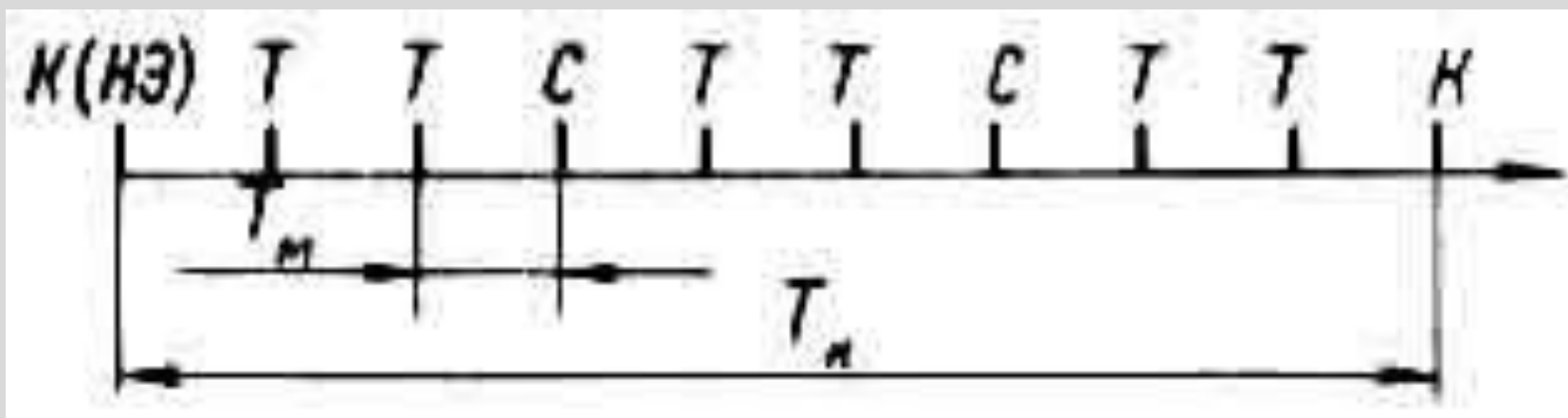


Рис. Типовая структура ремонтного цикла:

$НЭ$ – начало эксплуатации; T – текущий ремонт; C – средний ремонт; T_M – межремонтный период; T_K – технический ресурс

Структура ремонтного цикла включает перечень и последовательность циклически повторяющихся плановых ремонтов, выполняемые на протяжении ремонтного цикла.

Структура ППР:

- шести– периодная (для станков после 1968 года выпуска.)
- девяти– периодная (для станков до 1968 года выпуска.)
- $K-T_1-T_2-T_3-T_4-K$ – для станков у которых мелкий (М) и средний (С) ремонт приблизительно одинаковы по сложности

Каждая группа оборудования имеет свою структуру ремонтного цикла.

Структура ремонтного цикла для токарных, фрезерных и других металлорежущих станков с массой от 10 до 100 т. включает : один капитальный, пять текущих ремонтов и 12 осмотров.

Например, структура ремонтного цикла между капитальными ремонтами для металлорежущих станков (до 1968 года выпуска.) массой до 10 тонн состоит из 5 осмотров (О), и 4-х текущих ремонтов (ТР):

КР-О-ТР-О-ТР-О-ТР-О-ТР-О-КР

а для тех же станков с массой свыше 100 т. – один капитальный, шесть текущих ремонтов и 21 осмотр.

Таким образом структура ремонтного цикла может следующий вид

1) КР – ТР – ТР – СР – ТР – ТР - КР

2) К - М₁ - М₂ - С₁ - М₁ - М₂ - С₂ - М₁ - М₂ - К

3) К – ТО₁ – ТР₁ – ТО₂ – ТР₂ – ТО₃ – СР₃ – ТО₄ – ТР₄ – ТО₅ – ТР₅ – ТО₆ - К.

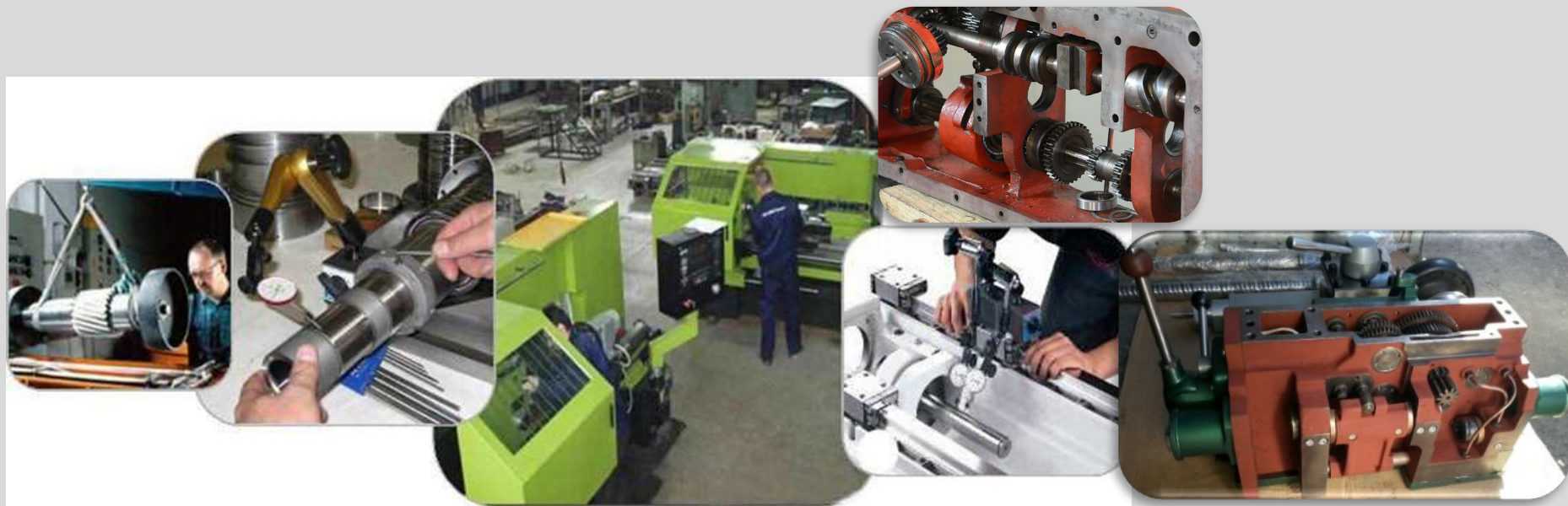
где **К** — это капитальный ремонт (или ввод оборудования в эксплуатацию);

С — средний ремонт;

М — малый ремонт;

О — осмотр;

1, 2, 3, ..., 6 — порядковый номер ремонта в цикле.



Продолжительность ремонтного цикла — промежуток времени между двумя капитальными ремонтами.

Межремонтный период определяется по формуле:

$$T_{\text{мр}} = \frac{T_{\text{рц}}}{n_{\text{с}} + n_{\text{т}} + 1}$$

где:

$T_{\text{мр}}$ – межремонтный период;

$T_{\text{рц}}$ - ремонтный цикл;

$n_{\text{с}}$ – число средних ремонтов;

$n_{\text{т}}$ – число текущих ремонтов.

Периодичность технического обслуживания определяется по формуле:

$$T_o = \frac{T_{рц}}{n_c + n_t + n_o + 1}$$

где:

n_o – число технических обслуживаний

Категория ремонтной сложности –

отношение трудоемкости капитального ремонта рассматриваемого вида оборудования $T_{кр}$ к нормативной трудоемкости ремонта эталона, т.е. $K_{рс} = T_{кр}/Ч_{кр}$

Категория ремонтной сложности (КРС) присваивается каждой единице оборудования.

Трудоемкость ремонта имеет единую структуру за базу которой принята условная единица – **единица сложности ремонта** обозначается буквой “R” и состоит из Rмех. и Rэлектр.

– Единица ремонтной сложности присваивается каждой единице оборудования. В качестве **ремонтной единицы** принята 1/11 трудоемкости капитального ремонта токарно-винторезного станка 16K20, относящегося к одиннадцатой группе сложности.

– Единица ремонтной сложности для механической и электрической частей оборудования рассчитываются отдельно.

– Для каждого вида оборудования устанавливается нормативная длительность ремонтного цикла.

Rмех для станка 16K20

К – капитальный ремонт $R = 20$ дней

С – средний ремонт $0,6R = 12$ дней

М – малый ремонт $0,25R = 5$ дней

№№ <u>п.п.</u>	Наименование оборудования	Модель станка, масса (кг)	Ремонтная сложность, <i>ерс</i>	
			<u>R_м</u>	<u>R_э</u>
1.	Токарный станок	16K25Г (3260)	12,5	9
2.	Многошпиндельный токарный полуавтомат	1722А (4700)	14,5	16
3.	Токарно-револьверный станок	1Г340П (3070)	12,5	23
4.	Специально-токарно-винторезный станок	МЕ300С1 (3480)	12	23,5
5.	Специально-токарно-винторезный станок	РТ45003 (10000)	14,5	9
6.	Радиально-сверлильный станок	2Н53 (3000)	8,5	9
7.	Координатно-расточный станок	2Б440 (3600)	27	–
8.	<u>Круглошлифовальный</u> станок	3151 (3200)	10	10
9.	Бесцентрово-шлифовальный станок	3Г180 (1000)	5	15
10.	Плоскошлифовальный станок	372Б (5000)	10,5	14,5
11.	<u>Шлишешлифовальный</u> станок	3451 (3900)	21	15
12.	Горизонтально-фрезерный станок	6Т80Ш (1320)	10,5	7,5
13.	Вертикально-фрезерный станок	6РВ(4080)	13	11

Для единицы ремонтной сложности рассчитаны нормативы в часах для ремонтов по видам работ:

1 единица = 35 нормо-часам (23 часа для механической части оборудования, 11 часов для электрической части)

Таблица 1 Нормы работы с одной ремонтной единицей

Наименование	Промывка как самостоятельная операция	Проверка на точность как самостоятельная операция	Осмотр перед капитальным ремонтом	Осмотр	Текущий ремонт	Капитальный ремонт
Слесарные работы	0,35	0,4		0,75		
Станочные работы	-	-	0,1	0,1		
Прочие работы	-	-	-	-	0,1	
Всего	0,35	0,4	1,1	0,85	6,1	

Планово-предупредительный ремонт (ППР) ставит своей целью полное исключение **неплановых простоев** оборудования в ремонте.

НЕДОСТАТКИ системы ППР



Базовый принцип

«Остаточный ресурс механизма определяется только временем его эксплуатации»



Технология

«Строгая привязка к календарному плану»



Затратный характер

«Прямая зависимость затрат от объема работ»

Причины по которым система ППР существует:



Наследственность

«Отработанный механизм»

Получило развитие в период плановой экономики. Наиболее полное методологическое обеспечение, но без учета современных диагностических средств



Материально-техническое обеспечение

«Требует минимального обеспечения»



Выгодно производителю «закупаемого» оборудования

«Страховка изготовителя оборудования»

Технология ППР в значительной мере устраивает разработчиков и изготовителей оборудования, поскольку обеспечивает им достаточно высокие шансы на то, чтобы не бояться возможных претензий и рекламаций



Удобно ремонтным службам

«Я свою работу сделал...»

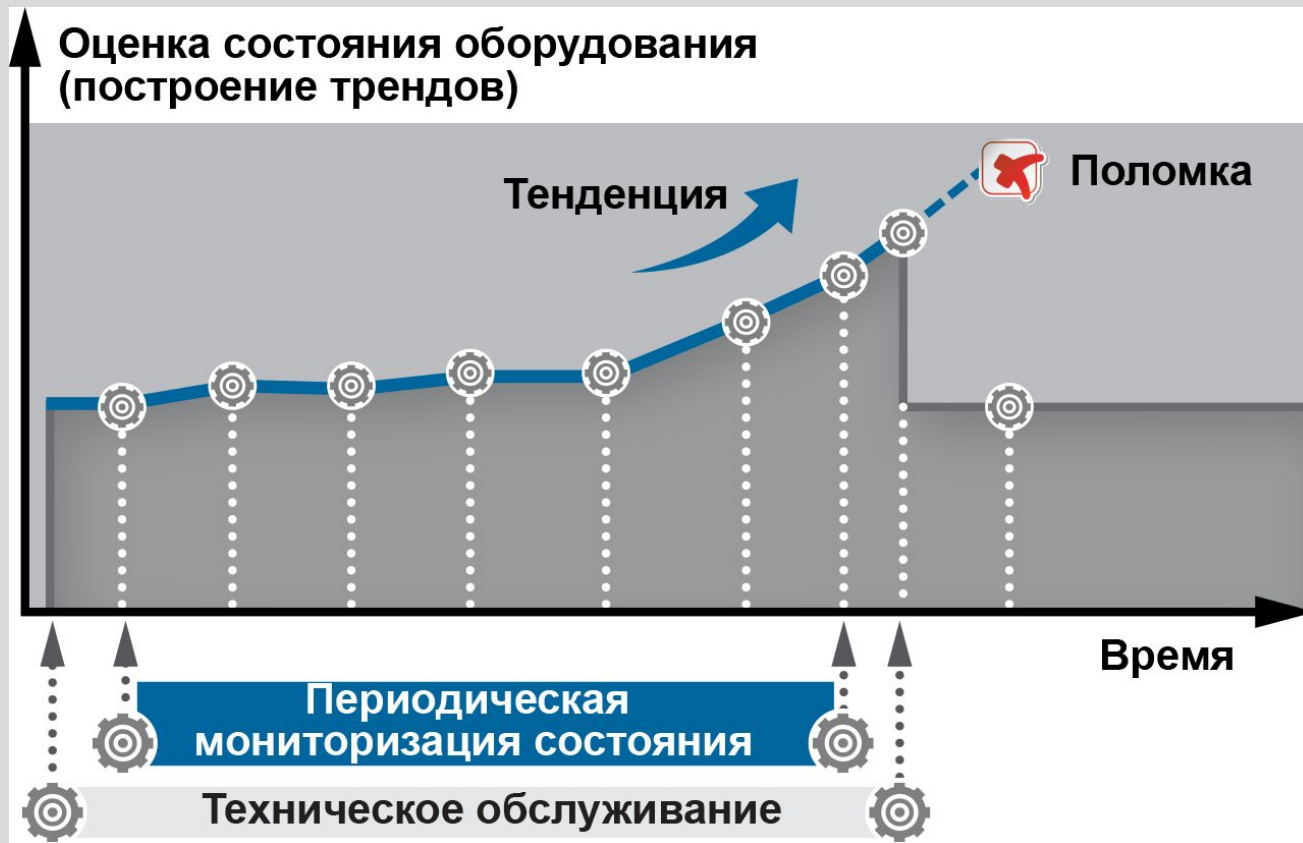
Принцип ремонтника: «я сделал то, что написано», можно еще добавить «как смог, и чем смог».

При такой планово-предупредительной системе ремонта межремонтный ресурс определялся по ресурсу наиболее слабых узлов, что приводило к существенному занижению межремонтных ресурсов и **большим затратам** на излишнюю разборку и на ремонт узлов, агрегатов и устройств, не использовавших полностью своих технических возможностей.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

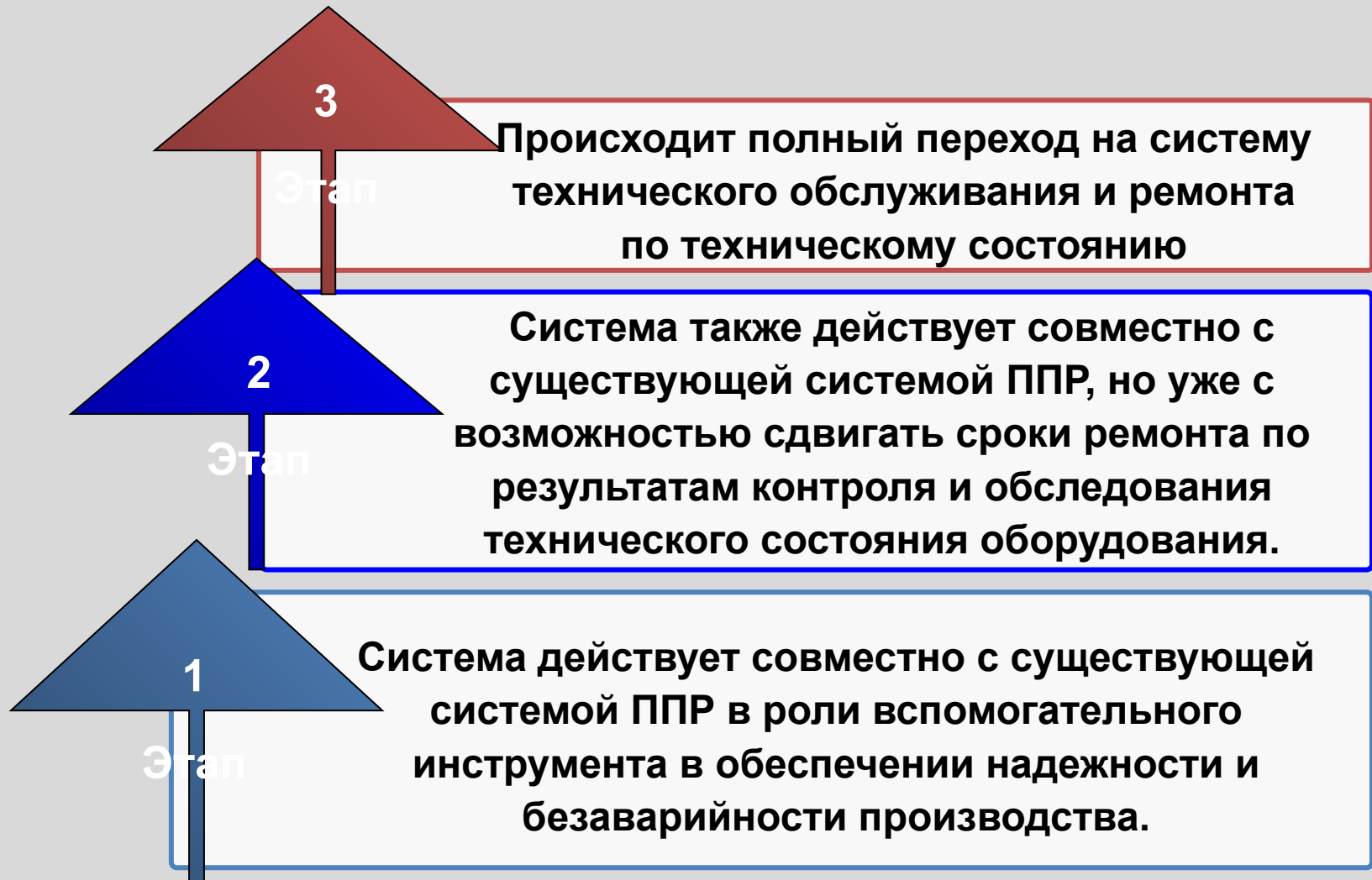
**Система обслуживания по фактическому
состоянию (ОФС)**

Обслуживание по фактическому состоянию



Контроль технического состояния оборудования следует проводить разными методами НК в зависимости от его типа и отраслевой принадлежности

Переход осуществляется в три этапа



Наиболее рационально эксплуатацию каждого экземпляра машины, доводить до **предельно допустимого состояния**.

Под этим (предельно допустимым) состоянием понимается такое, при котором изделие еще достаточно надежно выполняет свои служебные функции. Переход за это состояние, то есть продление эксплуатации, может привести к отказу.

Система ремонта по фактическому техническому состоянию предполагает

подробное планирование только необходимого объема ТО, а

ремонтные работы ведутся по мере необходимости достижения объектом предельного состояния.

Оно - **предельное состояние** - характеризуется







□ либо определенным уровнем **неисправности**,

□ либо достижением состояния, предшествующего частичной **утрате работоспособности**.

Контроль исправности оборудования ведется оперативным производственным персоналом.

Реализация принципа ремонта по предельно допустимому техническому состоянию возможна только тогда, когда разработаны **надежные методы определения** технического состояния машины в целом.

Преимущества ОФС

 Информация о ТСО	Увеличение эффективности производства 2-10% за счет исключения ремонта исправного оборудования, производства ТОиРО без остановки производства
 Прогноз объемов ТОиР	<ul style="list-style-type: none">• Сокращение внепланового ремонта (< 5% Vто)• Сокращение времени простоя оборудования (<3% tто)• Сокращение стоимости ремонтов
 Эффективное планирование	<ul style="list-style-type: none">• Распределение обслуживающего персонала• Складского учета зап.частей и инструмента• Возможность сокращения резервного оборудования
 Эффективность ремонта	Послеремонтное обследование повышает эффективность ремонта до 15%
 Качество продукции	<ul style="list-style-type: none">• Наличие прямой зависимости качества продукции от производства на дефектном оборудовании• Производство ТОиРО до постановки угрозы качеству
 Эффективность переговоров с поставщиками	Информация о техническом состоянии агрегата в момент пуска, приработки и гарантийной эксплуатации является весомым аргументом для арбитража

Проактивное обслуживание (ПАО)



Идея проактивного ТО в обеспечении максимально возможного межремонтного срока эксплуатации за счет применения современных технологий обнаружения и подавления источников отказов.

Основой ПАО являются:



Идентификация и устранение источников повторяющихся проблем, приводящих к сокращению межремонтного интервала



Устранение или сокращение факторов отрицательно влияющих на межремонтный интервал или срок эксплуатации оборудования



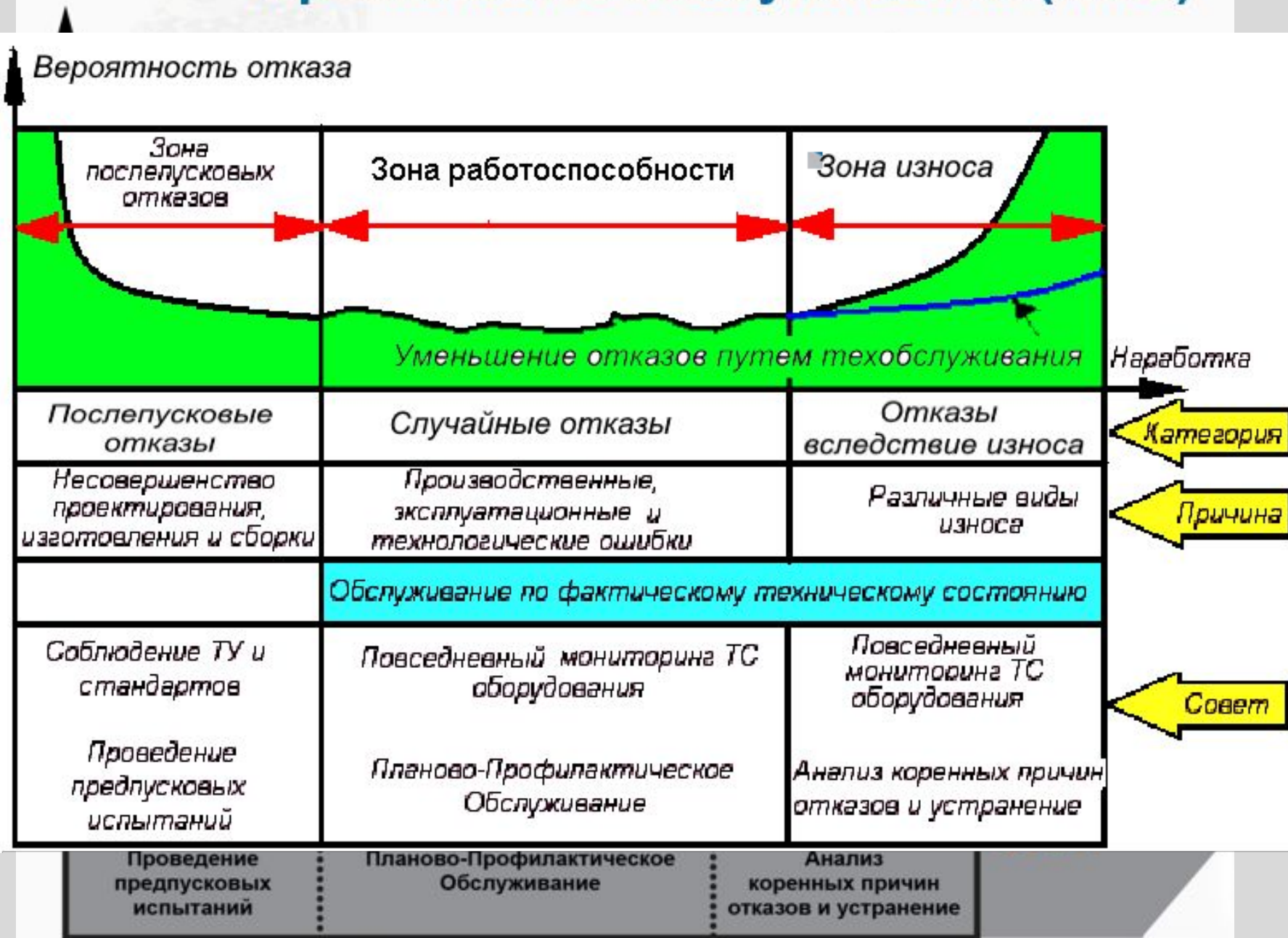
Распознавание состояния нового и восстановленного оборудования с целью проверки отсутствия признаков дефектов уменьшающих межремонтный интервал.



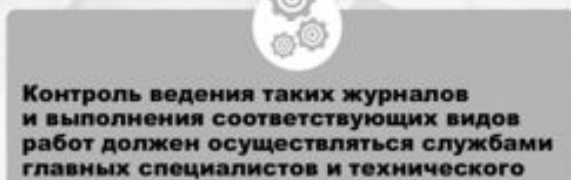
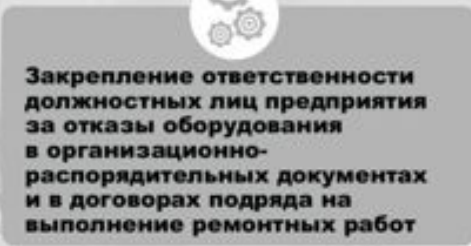
Увеличение межремонтного интервала и срока эксплуатации за счет проведения монтажных, наладочных и ремонтных работ в точном соответствии с требованиями КД, ТУ и регламента



Проактивное обслуживание (ПАО)



Настройка системы ТОиР



Уче
фак
обо

Зак
дол
за с
орга
рас
в до
вып

абот

НО-

И

В

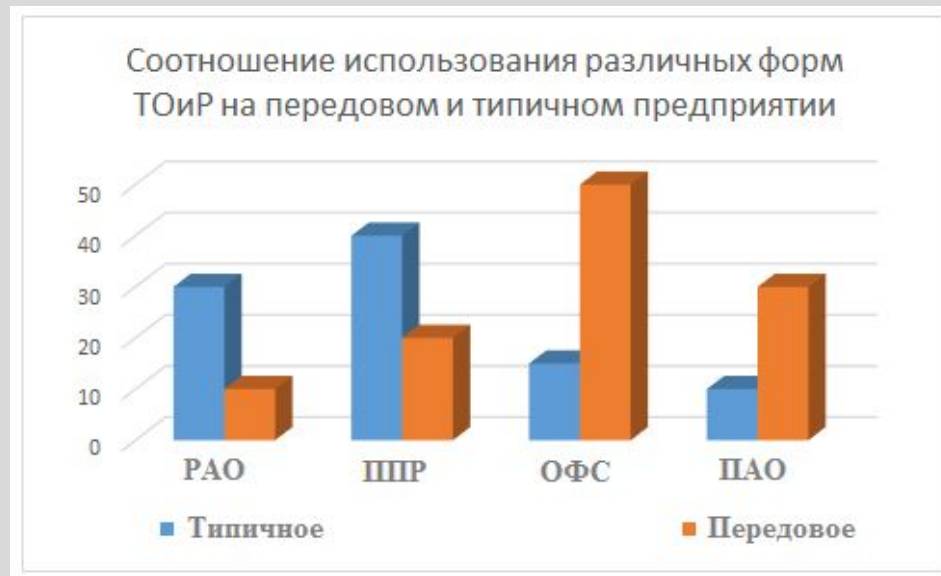
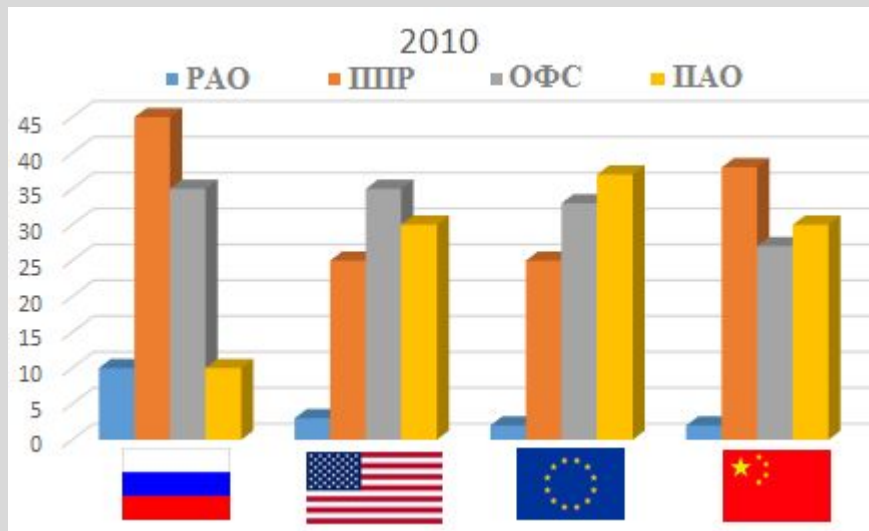
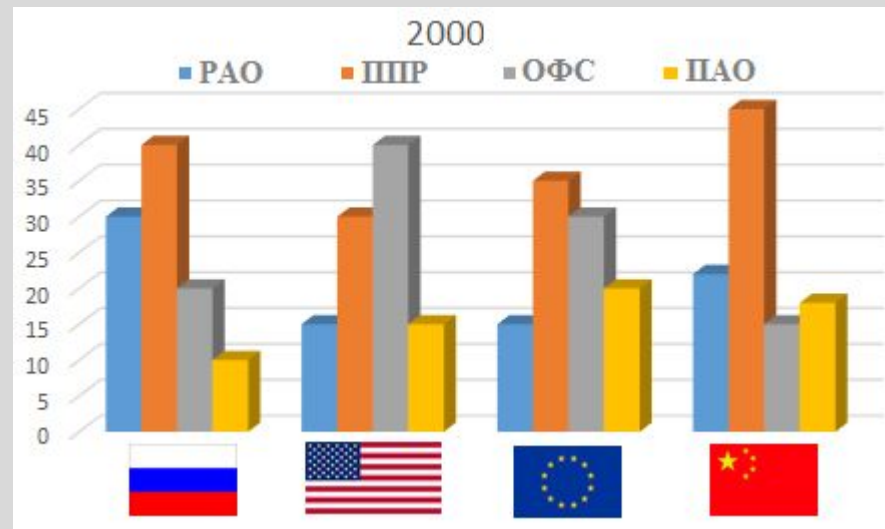
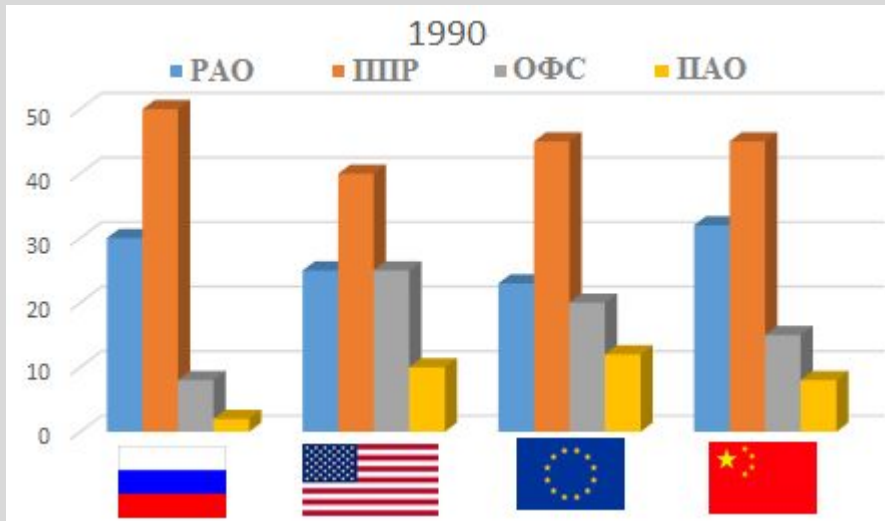
Возможность использования системы капитальных ремонтов по фактическому техническому состоянию должна быть заложена в процессе конструирования и изготовления машины.

На этапах конструирования и изготовления машины должны быть заложены следующие свойства этой машины:

- ❖ высокая **живучесть** частей машины;
- ❖ высокая **контролепригодность** частей машины;
- ❖ **легкость** частей машины;
- ❖ **взаимозаменяемость** частей машины.

Основой проактивного обслуживания являются:

- ✓ Идентификация и устранение источников повторяющихся проблем, приводящих к сокращению межремонтного интервала
- ✓ Устранение или сокращение факторов отрицательно влияющих на межремонтный интервал или срок эксплуатации оборудования
- ✓ Распознавание состояния нового и восстановленного оборудования с целью проверки отсутствия признаков дефектов уменьшающих межремонтный интервал.
- ✓ Увеличение межремонтного интервала и срока эксплуатации за счет проведения монтажных, наладочных и ремонтных работ в точном соответствии с требованиями КД, ТУ и регламента



Система ТОиР	Достоинства	Недостатки
РТО	Не требует больших финансовых вложений на организацию и техническое оснащение службы ТОиР	Высокая вероятность внеплановых простоев из-за внезапных отказов приводящая к дорогостоящим и продолжительным ремонтам.
ППР	Система хорошо развита, имеет отработанную методологическую основу и позволяет поддерживать заданный уровень исправности и работоспособности оборудования	Базируется на статистических данных историй отказов аналогичного оборудования с заложенным коэффициентом надежности, следовательно, для обеспечения заданного уровня его работоспособности изначально планируется объем работ превышающий требуемый фактически. Статистическая наработка не исключает полностью вероятность внепланового отказа.
ОФС	Исключает вероятность аварийных отказов и связанных с ними внеплановых простоев оборудования. Позволяет прогнозировать объемы технического обслуживания и производить ремонт исключительно дефектного оборудования	Может быть осуществлена только посредством постепенного перехода от системы ППР и требует полного пересмотра организационной структуры. Требуется первоначально больших финансовых вложений для подготовки специалистов и технического оснащения службы ТОиР.
ПАО	Максимальное увеличение межремонтного срока за счет подавления источников отказов. Используются самые прогрессивные технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления оборудования.	Требуется трудоемкий анализ всех отказов с целью выявления их источников. Очень гибкая организационная система, постоянно требующая оперативного решения и внедрения ряда мероприятий.

Критерий оптимальности

Достижение конечной цели технического обслуживания и ремонта – исправное состояние техники – **должно** **сопровождаться минимальными экономическими потерями** за счет простоев машин и стоимости работ по техническому обслуживанию и ремонту:

$$S_{\Sigma}(T) = \text{функция}(S_{\text{пр+ТО}}(T) + S_{\text{рем}}(T)),$$

где

$S_{\text{пр+ТО}}(T)$ – экономические потери за счет простоев машин и стоимость работ по техническому обслуживанию;

$S_{\text{рем}}(T)$ – стоимость работ по ремонту

При этом следует учитывать, что важнейшим фактором, непосредственно влияющим на суммарные затраты по техническому обслуживанию и ремонту, является соотношение между ними.

Расчет системы технического обслуживания и ремонта

Отделение цехового механика (ремонтная база).

Число основных станков цеховой ремонтной базы $C_{рб}$ определяют в зависимости от числа единиц обслуживаемого технологического и подъемно-транспортного оборудования $C_{ед} / C_{р.б} = (0,02...0,026)C_{ед}$. Меньшее значение принимают при $C_{ед} = 300$, большее при $C_{ед} = 5000$ и более. При количестве оборудования, равном 15 и более единиц, необходима установка еще вспомогательного оборудования в следующем количестве: приводных ножевок 1–3, циркулярных пил 1, шлифовальных станков с гибким валом 1–2, центроосных станков 1, настольно-сверлильных станков 1–4, гидравлических прессов 1, ручных прессов 1–4, наждаков для обдирки 1–3, болторезных станков 1, сварочных трансформаторов 1–3. Всего 10-23 шт.

Второй способ расчета количества оборудования ремонтной базы по средней категории сложности ремонта обслуживаемого оборудования, средняя категория ремонтной сложности определяется согласно [1, с.324]; [4, с.48]. По общему расчетному количеству единиц сложности ремонта обслуживаемого оборудования определяется количество станков участка ремонта оборудования с учетом серийности производства в соответствии с [1, с.327]; [4, с.55]. Полученное количество станков разделяется по типам [1, с.326]; [4, с.55].

В литературных источниках [2, с.93], и [3, с.160], даются укрупненные формы для определения количества основных станков в ремонтной базе и их распределение по видам и заносятся в табл.2.11.

Площадь ремонтного отделения цехового механика и энергетика, рассчитываемая по нормам, зависящих от количества обслуживаемого оборудования.

Таблица 2.11- Определения количества основных станков в ремонтной базе

	Наименование, тип станков	%	Расчетное количество станков	Принятое количество станков
1	2	3	4	5

Для определения требуемой площади отделения цехового механика принимают следующие нормы удельной общей площади (на единицу основного оборудования базы): при числе оборудования базы $C_{p.б.}$ до 6 единиц – 27-28 м², при $C_{p.б.}$ до 10 единиц – 26-27 м² при $C_{p.б.}$ до 15 единиц – 22-24 м², при $S_{p.б.}$ более 15 единиц – 22 м². Площадь кладовой запасных частей к оборудованию составляет дополнительно 25-30% от площади базы $F_{p.б.}$.

Таким образом, площадь отделения цехового механика:

$$F_{p.б.} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = 1,3 (22...28) C_{p.б.},$$

где F_1 – площадь склада запасных частей; F_2 – площадь ремонтной мастерской; F_3 – площадь распределительной кладовой с заготовительным участком; F_4 – площадь участка слесарей-монтажников и слесарей по техническому обслуживанию транспортных устройств.

Число станочников базы определяют по числу основных станков: принимая при расчете коэффициенты многостаночного обслуживания $S_r = 0,5-1,1$, загрузки и использования оборудования $K_s = 0,5-0,7$. Число слесарей берут в процентах от числа станочников базы (60-100%).

Число подсобных рабочих принимают равным 18-20% общего числа станочников и слесарей. Число ИТР определяют по нормативам проектирования механических и сборочных цехов в зависимости от числа основных станков и числа слесарей.

Площадь мастерской энергетика цеха

$$F_{Э} = 0,35F_{р.б.},$$

в том числе площадь для ремонта электрооборудования $F_{ЭР} = 0,85 F_{Э}$, а площадь участка слесарей-турбопроводчиков и слесарей по эксплуатации вентиляционного хозяйства: $F_{ЭГ} = 0,15 F_{Э}$. Эти два участка по расположению не связаны друг с другом.

Отделение для ремонта приспособлений и инструмента

Мастерская для ремонта технологической оснастки организуется в цехах при числе станков в механическом цехе более 100-200.

Количество станков $C_{рп}$ определяется из расчета 4% от 100-200 обслуживаемых станков или 1,4% от 600 станков согласно [1, с.181]; [2, с.91]; [3, с.156]; [4, с.52-53]; [5, с.224]. Промежуточные значения определяются интерполяцией.

Площади мастерской по ремонту необходимо устанавливать исходя из нормы на один станок с учетом площадей участков для слесарей и кладовой запасных частей для слесарей и кладовой запасных частей к приспособлениям принимают равной 22-24 м² на один станок.

$$F_{рп} = C_{рп}(22...24),$$

где $C_{рп}$ – количество обслуживаемого производственного оборудования в отделении для ремонта приспособлений.

При компоновке цехов целесообразно рядом с мастерской иметь контрольный пункт по контролю приспособлений и инструментальных наладок. Для небольших цехов с количеством оборудования менее 100 единиц целесообразно создание одного отделения по ремонту приспособлений, станков и подъемно-транспортных устройств, в котором объединено соответствующее оборудование.

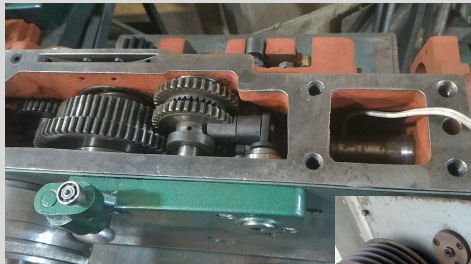
Контрольные вопросы

1. Дайте определение технической эксплуатации.
2. Что такое планово-предупредительный ремонт?
3. Что такое ремонтный цикл?
4. Что такое система технического обслуживания и ремонта (ТОиР)?
5. Какие переходы технического состояния оборудования возможны после отказа?
6. Какие работы составляют основное содержание системы ТОиР?

Возможные неисправности

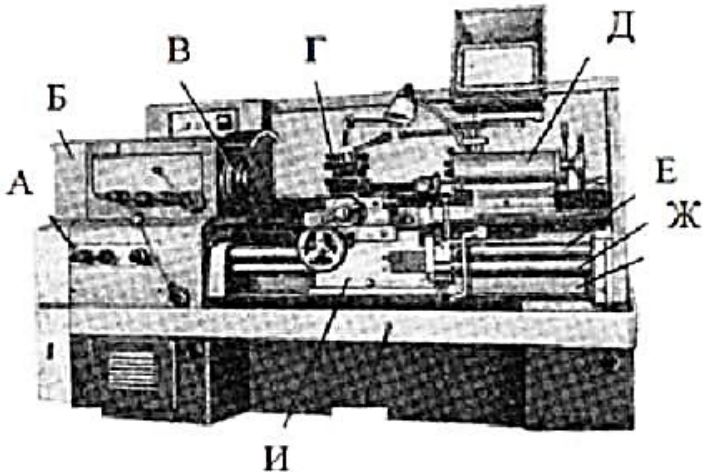
При длительной эксплуатации токарного оборудования детали его механизмов теряют свои первоначальные качества, что приводит к изменению их формы, увеличению зазоров в местах сопряжений и ухудшению состояния поверхностей трения. Одна из главных причин возникновения таких неисправностей — это износ поверхностей трения отдельных деталей, который происходит в результате:

- ✓ воздействия силы трения;
- ✓ пластической деформации (смятия металла);
- ✓ усталости поверхностного слоя;
- ✓ химической коррозии



Возможные неисправности основных элементов токарного станка:

1. Корпусные детали. Трещины, сколы, износы отверстий, повреждение резьб, отклонение от прямолинейности плоскостей.
2. Валы. Износ шеек, шпоночных пазов, центровых отверстий.
3. Фланцы. Трещины и сколы в крепежных отверстиях. Износ поверхностей сопряжения.
4. Шестерни и валы-шестерни. Износ зуба и радиальное биение зубчатого венца.
5. Шпиндель. Износ шеек, переднего внутреннего конуса и шлицевого соединения.
6. Ходовой винт. Износ резьбы и шеек.
7. Валик ходовой. Износ шпоночного паза и шеек.

Узлы и агрегаты токарного станка 16К20	Цифровые позиции узлов и агрегатов токарного станка 16К20
<ol style="list-style-type: none">1. Передняя бабка2. Задняя бабка3. Шпиндель4. Коробка подач5. Фартук6. Ходовой вал7. Ходовой винт8. Резцедержатель суппорта	 <p>The diagram shows a lathe machine with several components labeled with Cyrillic letters: А (Front headstock), Б (Rear headstock), В (Spindle), Г (Feed box), Д (Apron), Е (Lead screw), Ж (Lead screw nut), and И (Tool rest).</p>

Виды ремонта

Ремонтные работы выполняются с целью поддержания эксплуатационных характеристик промышленного оборудования и бывают двух видов: **плановые и неплановые**.

Плановые ремонтных работах выполняются только на основании графиков планово-предупредительных ремонтов и предусматривается четыре вида работ, включающие осмотр и три вида ремонтов

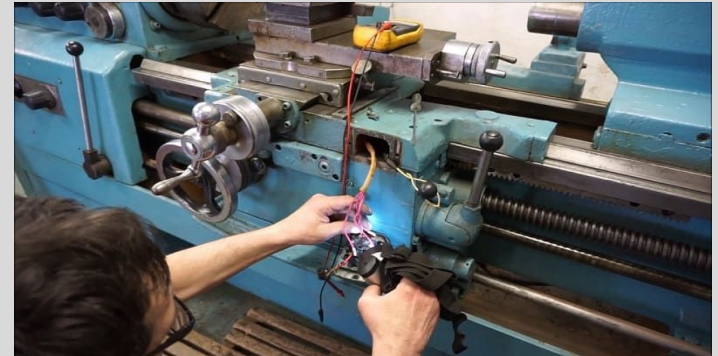
Потребность в **неплановых ремонтных работах** обычно возникает при внезапном снижении допустимых параметров оборудования или выходе его строя. Такое обычно происходит при несоблюдении паспортных требований производителя по эксплуатации и обслуживанию токарного оборудования.

Малый ремонт

Этот вид ремонтных работ выполняется как по утвержденной номенклатуре, так и по результатам наблюдений за промышленным оборудованием во время ежедневного и периодического технического обслуживания. **Его цель — обеспечить работу оборудования до следующего планового ремонта.**

Согласно «Руководства по эксплуатации» при малом ремонте обязательными для выполнения являются следующие виды работ:

- ✓ выявление неисправностей для устранения при последующих плановых ремонтных работах;
- ✓ замеры геометрии оборудования на паспортную точность;
- ✓ испытания на холостом ходу;
- ✓ испытания на шумность и температурные режимы;
- ✓ проверка точности и чистоты обработки.



Средний ремонт

В состав этого вида ремонтных мероприятий входят работы по списку рекомендаций малого ремонта, а также неполная разборка оборудования, при которой выполняется восстановление работоспособности основных механизмов и агрегатов. Такой ремонт выполняют по перечню, который приводится в по «Руководства по эксплуатации».

При среднем ремонте обязательно проверяется точность до и после разборки токарного оборудования, проводится контроль жесткости шпинделя, а также делаются замеры износа поверхностей трения до и после их восстановления. Средний ремонт токарного станка выполняют в середине межремонтного периода.

Его цель — восстановление ресурса токарного оборудования до такого уровня, чтобы станок смог проработать до капитального ремонта.

Капитальный ремонт

Согласно «Руководства по эксплуатации» капитальный ремонт токарного станка проводится после осмотра состояния станочного оборудования. Во время осмотра проверяют данные осмотров при предшествующих ремонтных работах, определяют перечни деталей на восстановления и замену, а также производят изготовление рабочих чертежей для заказа заменяемых деталей

При капремонте перед полной разборкой выполняются проверка точности станка и степень изношенности поверхностей трения.

После полного демонтажа всех механизмов, выполняется очистка каждой деталей, после чего производится их осмотр и сверка с дефектной ведомостью. Капремонт предусматривает восстановление всех паспортных характеристик, поэтому токарные станки после качественного капитального ремонта имеют такие же параметры, как и новое токарное оборудование, а их межремонтный период также составляет десять лет.



Ежедневный уход

Самый надёжный уход за токарным станком – это не допустить его повреждения. Подготовка к следующей рабочей смене должна производиться сразу после окончания работы и отключения станка от электропитания.

На этом этапе технического обслуживания производятся следующие операции:

- ✓ С поверхности сметаются стружки и прочий технический сор.
- ✓ Керосином необходимо растворить масло и грязь, вытереть насухо ветошью.
- ✓ Во избежание появления коррозии, все детали, не имеющие красочного покрытия, смазываются маслом.
- ✓ Маслёнки заполняются консистентной смазкой.

Перед началом смены необходимо проверить наличие смазки, осмотреть оборудование на предмет повреждения или ослабления деталей. В процессе работы необходимо соблюдать технику безопасности при работе с токарными механизмами – это до минимума сведёт травматизм на рабочем месте и уменьшит риск поломки оборудования. Во время работы необходимо

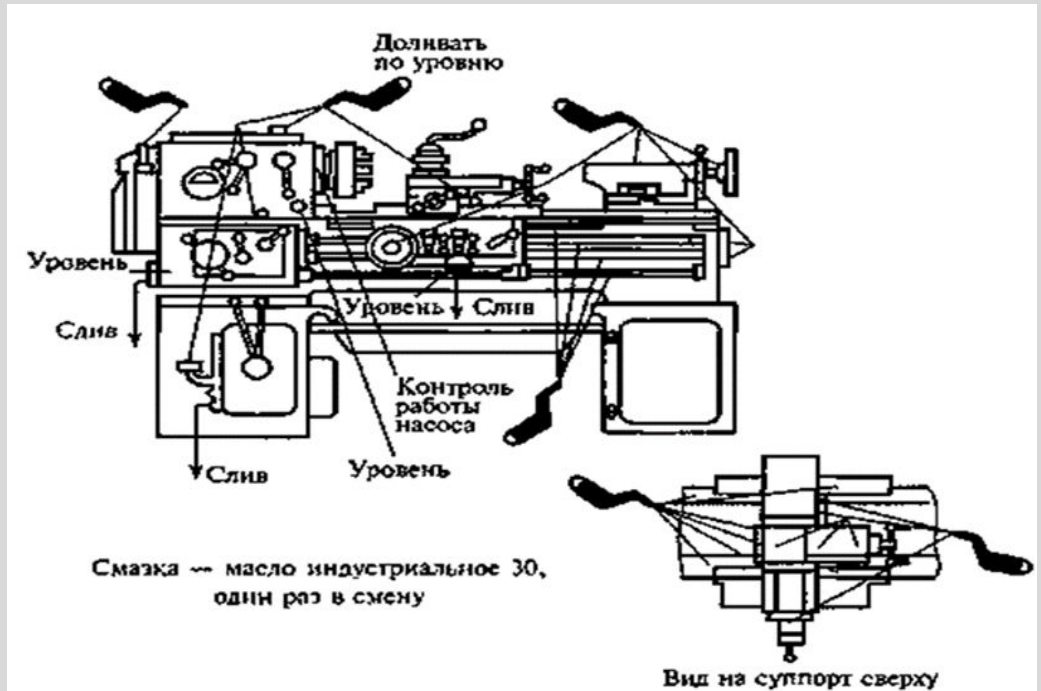
- ✓ Использование защитных экранов, что позволит избежать засорения токарного станка металлической стружкой и мелкими абразивными частичками, возникающими при обработке детали.
- ✓ Своевременная замена сверлящих и режущих деталей.
- ✓ Контроль над надёжностью креплений резцов и свёрл.
- ✓ Не допускать во время работы образования длинной стружки, которая наматываясь на вращающиеся части, может вывести механизм из строя.
- ✓ Включать станок можно лишь после того, как на болванку, в определённом чертежом месте, опущен резец.

Как происходит смазка станка в автоматическом режиме

Смазка токарно-винторезного станка, вернее движущихся его частей, должна происходить во время работы постоянно. О поступлении смазочных веществ на ротор говорит вращающийся диск на шпиндельной бабке. Вращение его должно начаться в течение минуты после запуска оборудования. Этого времени должно хватить, чтобы шестерённый насос, соединённый ременной передачей с основным двигателем агрегата, подал масло в резервуар. К подшипникам двигателя и маслораспределительным лоткам смазка попадёт через сетчатый фильтр, имеющий магнитный вкладыш. Система замкнутая – стекая в шпиндельную бабку, масло опять попадает в резервуар, где проходит очистку от соринок фильтром и опять попадает на движущиеся части.

Прерывистое движение или остановка диска, показывающего поступление смазки к деталям токарно-винторезного станка, говорит о том, что фильтр засорён или в системе недостаточно смазки. В этом случае станок необходимо

- ✓отключить,
- ✓обесточить,
- ✓снять фильтр,
- ✓промыть его керосином,
- ✓проверить уровень смазки в резервуаре,
- ✓при необходимости долить масло,
- ✓вставить фильтр на место и запустить агрегат



Как снять фильтр

Сетчатый фильтр состоит из нескольких элементов. Чтобы достать его из резервуара, который служит фильтру корпусом, необходимо отсоединить от него шланги и открутить нижнюю гайку, снять фильтры вместе с пластиковой оправой.

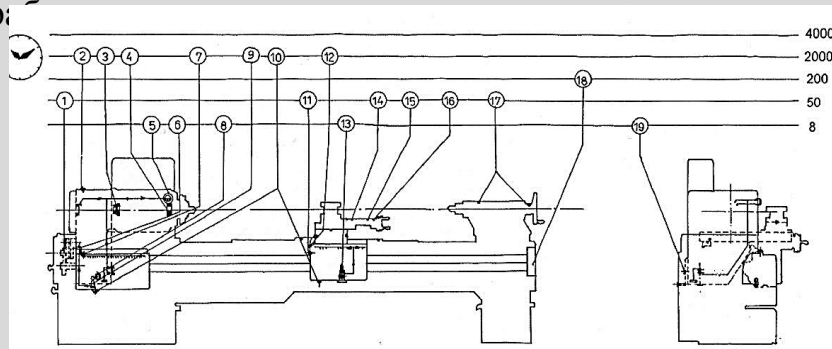
Внимание! Промывать фильтры можно только в керосине. Ни в коем случае нельзя очищать их воздухом. Такой способ очистки может привести к моментальной потере сеткой своих рабочих качеств. Сильное давление воздуха деформирует её ячейки.

Плановое техническое обслуживание с обязательной промывкой фильтра производится в соответствии с указаниями в техническом паспорте оборудования

Смазка токарно-винторезного станка при проведении технического обслуживания

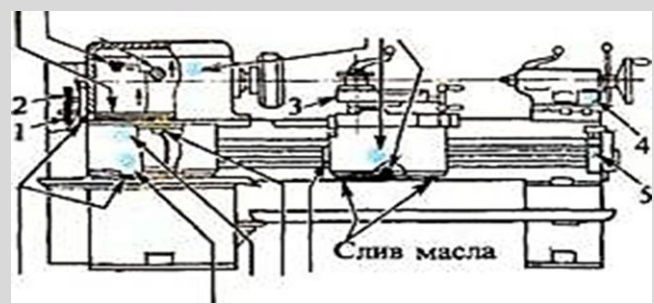
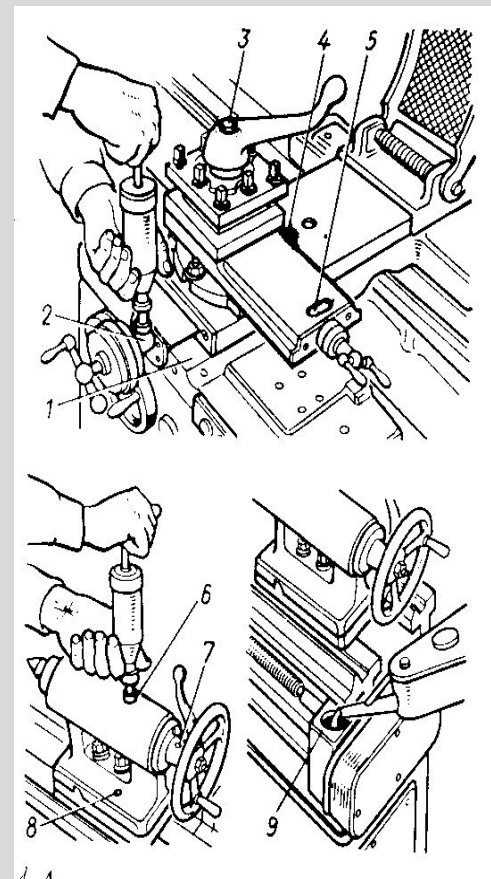
Для смазки токарного станка применяются минеральные масла, а для подшипников солидолы. Чем меньше нагрузка и выше скорость вращения, тем менее густой должна быть смазка. Необходимая марка смазочного материала устанавливается производителями оборудования в соответствии с температурой, до которой нагревается механизм во время ра

Схема смазки

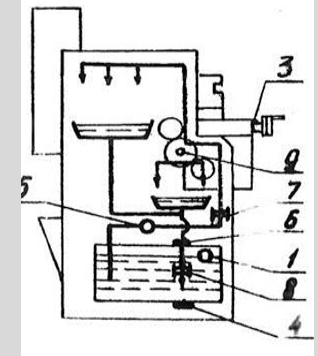
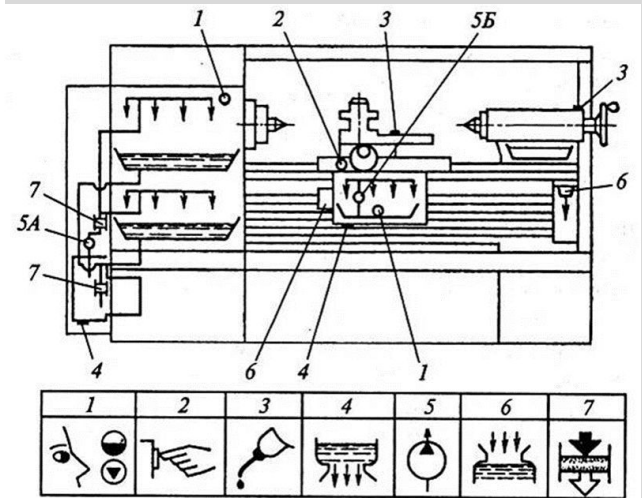


Смазки и выбор масла в зависимости от узла

Наименование узла	Шестерни					Шпиндельная бабка					Резьбонарезная коробка передач					Фартук суппортов			Суппорты				Задняя бабка	Вышнекатальная штанга		Коробка скоростей
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19							
Обозначение																										
Вид деятельности																										
Контроль уровня масла						8					8					8							8		8	
Дополнение	50										50					50				200						
Замена	2000					2000					2000															
Означенение смазки по ISO	G46	HH FC-46				HH-FC 46					FC100			G46				XCC HA2								
Объем бака (дм³)	8,5					5,6					4,2			0,05	0,05	0,05	0,05	0,01								



ОБОЗНАЧЕНИЕ МАСЛА ISO	BENZINOL	MOBIL	SHELL	BP	ESSO	FUCHS	CASTROL	OMV	KLÜBER
VG 100	OL 100	Vactra Oil Heavy	Vitrea 100	Energol CS 100	Nuray 100	Renolin B 30	Hyspin VG 100	HYD HLP 100	
VG 46	OL 46	Vactra Oil Medium	Vitrea 46	Energol CS 46	Nuray 46	Renolin B 15	Hyspin VG 46	HYD HLP 46	
G 46	Glison 46	Vactra Oil No.2	Volto! Gleitol	Maccurat 68	Febis K 46	Renep 2K	Magna HG 46	GLIDE 68	
вазелин ХСС НВ2	LT2EP LT3EP	Mobilux 2 Mobilux 3	Alvania R2 R3	Energrease LC 2	Beacon EP 2	Renolit MP	Spheerol AP 2	SIGNUM L2	Isoflex NBU 15
Смазочно – охлаждающие жидкости – по типу заготовки									



Для токарных станков применимы 4 способа смазки агрегатов:

- ✓ **Циркуляционный способ** — подача масла происходит под воздействием нагнетающего насоса, заставляющего под давлением масло циркулировать по системе трубок, ведущих к агрегатам.
- ✓ **Фитильный** – один из самых простых и надёжных. В токарном станке является дополнением к картерному варианту, в случае если есть опасения, что масло может не достигать цели. В трубку вставляется фитиль, он должен находиться в 6-8 мм от поверхности, на которую должно с определённой периодичностью попадать масло.
- ✓ **Ручной** – этим способом смазка наносится на подшипники, каретка, винт и прочие открытые трущиеся детали. Масло заливается в маслёрки, а солидол вводится в них при помощи шприца. Этот вид технического обслуживания проводится ежедневно. При интенсивном использовании станка может потребоваться более частое его смазывание.
- ✓ **Картерный способ** применяется для смазки коробки скоростей, коробки подачи и червячной передачи фартука. Способ заключается в том, что из резервуара, заполненного до определённой отметки, масло разбрызгивают вращающиеся зубчатые колёса. Для контроля над уровнем масла существуют контрольные глазки и трубчатый указатель уровня масла.

Необходимо помнить не только о постоянном пополнении резервуаров со смазкой, но и о том, что раз в месяц потребуется полная его замена. Перед заливкой в маслёрки новой порции смазочного материала, необходимо вынуть из резервуаров фильтры, зубчатые колёса, из трубок достать фитили. Всё это оборудование необходимо промыть и прочистить

В соответствии с графиком ППР, составленным на основании режима эксплуатации агрегата, производятся:

- ✓ Технический уход – чистка, смазка, заливка и смена масел.
- ✓ Замена изношенных деталей и затупившихся резцов.
- ✓ Промывка всего станка или отдельных его узлов.

В план ТО по предупредительному ремонту должны быть включены:

- ✓ профилактические ремонты;
- ✓ текущие (малый и средний) ППР;
- ✓ капитальный ППР.

Межремонтное ТО

Соблюдение требований эксплуатации, заявленные производителем, относятся к:

- механизмам управления оборудованием;
- ограждениям рабочего места;
- поддержанию смазочных устройств и резервуаров в чистоте, контролю за их наполнением смазочными материалами.
- устранению мелких неполадок;
- регулировке настраиваемых механизмов.

Все перечисленные виды обслуживания не требуют больших временных затрат, что позволяет проводить их в технологические, обеденные, межсменные перерывы, а переналадку и наладочные работы оборудования лучше внести вид мелкого ремонта и выполнять ремонтно-наладочной бригадой цеха.

ППР автоматических станков производится ежедневно, после закрытия смены. В условиях работы цеха в 2 и 3 смены, обслуживание их производится 1 раз в 8 часов. В цехах со сменным графиком работы обязательно должна быть ремонтно-наладочная служба, состоящая из:

- ✓ механиков;
- ✓ смазчиков;
- ✓ слесарей;
- ✓ электриков;
- ✓ шорников и других специалистов узкого профиля.

Это должно обеспечить высокое качество каждого узла в отдельности, и станка в целом.

Учётность по обслуживанию оборудования

В каждом цехе, оборудованном станками в обязательном порядке должен *вестись журнал технического обслуживания*. В конце каждой смены работники должны оставлять в нём заметки об исправности или неисправности станка, с указанием дефектов, поломок, необходимости проведения каких-либо внеплановых работ, или нареканий на работу определённого узла, механизма.

После осмотра и проведения необходимого перечня работ, наладчик также отставляет отчёт о проделанной работе с указанием поломки и перечнем проведённых ремонтных действий.

Промывка станков производится по графику, составленному механиком, в соответствии с рекомендациями изготовителя в совокупности с режимом работы станка.

Проверка геометрической жёсткости основывается на требованиях ГОСТ. Её проводят после работ средней сложности или капитального ремонта. Основанием для этой проверки служит график, составленный механиком на проведение ППР. Перечень станков, подлежащих этой проверке, составляет главный технолог производства.