

УДК 621.9

АНАЛИЗ ВИДОВ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СОВРЕМЕННОГО МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Алексеев Алексей Андреевич

Аспирант (2 год),

кафедра «Резание материалов, металлорежущие станки и инструменты» имени С.С. Силина

Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева

Научный руководитель: Д.И. Волков,

доктор технических наук, профессор кафедры «Резание материалов, металлорежущие станки и инструменты» имени С.С. Силина

Производственное оборудование представляет собой наиболее важную часть основных фондов предприятий, их технико-производственный потенциал, поэтому вопросы использования и сохранения работоспособности оборудования должны быть предметом внимания как руководителей всех звеньев, так и рабочих на предприятии.

Ремонт остаётся важным направлением воспроизводства основных фондов. Поисками рациональных форм и методов технического обслуживания оборудования заняты многие предприятия. Система периодических ремонтов, широко используемая в машиностроении, нормативная часть которой основана на «Единой системе планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий», подготовленной в 60-х годах Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков, становится малоприменима в современных условиях. Это обусловлено появлением нового сложного высокотехнологичного оборудования, для которого проведение ремонтов по заранее разработанным картам, замена определённых деталей и узлов не выработавших свой ресурс, предусмотренных системой планово-предупредительного ремонта (далее по тексту ППР), становится нерациональным и экономически необоснованным.

Эффективность работы ремонтного хозяйства имеет значительное влияние на себестоимость выпускаемой продукции, ее качество и производительность труда на предприятии.

Во всем объеме производственного технологического оборудования наибольшую часть занимает металлорежущее оборудование. Последние 10-15 лет характеризуются значительными темпами роста и развития станкостроения. Металлорежущее оборудование становится все более наукоемким, производительным и точным. В связи с этим возникает потребность разработки новой системы технического обслуживания и ремонта данного оборудования.

Металлорежущее оборудование является основным видом заводского оборудования, предназначенного для производства деталей всех современных машин и приборов, а также инструментов и других изделий, поэтому количество металлорежущих станков, их технический уровень и состояние в значительной степени характеризует производственную мощь предприятия в целом.

В процессе эксплуатации оборудования отдельные детали, целые узлы и механизмы машин постепенно изнашиваются, правильность взаимодействия их нарушается, вследствие чего, машины разлаживаются, и снижается их производительность. По этому наряду с правильной технической эксплуатацией и тщательным уходом за оборудованием необходим систематический его ремонт. Восстановление его работоспособности и эксплуатационных свойств достигается путем ремонта и уходом за оборудованием.

В современных условиях при высоком уровне механизации производственных процессов производительность труда в промышленности и качество выпускаемой продукции в большой степени зависят от состояния технологического оборудования, а, следовательно, от организации и техники ремонта.

При неудовлетворительной организации ремонта и низком качестве ремонтных работ потери в производстве только от простоя оборудования, от неисправности и выполнения ремонтных работ могут существенно сказываться на экономике предприятия. Иногда они достигают 12-15% всех простоев оборудования и 10-25% всех внутрисменных простоев. Таким образом, в современных условиях ремонт оборудования оказывает большое влияние на экономику предприятия и экономику всего промышленного производства. Это влияние становилось все более очевидным с увеличением в составе парка технологического оборудования высокопроизводительных автоматизированных станков.

Сущность ремонта заключается в сохранении и качественном восстановлении работоспособности оборудования путем замены или восстановления изношенных деталей и регулировки механизмов.

В машиностроении затраты на ремонт оборудования ежегодно достигают 17-26% его первоначальной стоимости, что соответствует 5-8% себестоимости продукции завода. В результате механизации процессов производства, увеличения парка технологического оборудования и возрастающей его сложности и точности, затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования постоянно увеличиваются.

Ремонтное хозяйство создается на предприятии для того, чтобы обеспечить с минимальными затратами рациональную эксплуатацию его основных производственных фондов. Децентрализация ремонта приводит к параллельности однородных работ и низкому техническому уровню их исполнения. Затраты на капитальный ремонт станка иногда превышают стоимость нового, а простои станков в ремонте, как правило превышают плановые.

В связи с этим задачи организации ремонта оборудования становятся наиболее актуальными. Основной задачей ремонтного хозяйства является обеспечение бесперебойной эксплуатации оборудования при минимальных затратах на ремонт и техническое обслуживание.

Система ППР в России.

Система ППР, широко используемая в машиностроении, основывается на «Единой системе планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий», разработанной в 60-х годах ЭНИМСом (экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков). Согласно данной системы под планово-предупредительным ремонтом следует понимать восстановление работоспособности машин (точности, мощности и производительности) путем технического обслуживания, замены и ремонта изношенных деталей и узлов, проводимых по заранее составленному плану.

Системой планово-предупредительного ремонта предусматривается после отработки каждым агрегатом заданного периода времени проведение профилактических осмотров и плановых ремонтов.

Чередование и периодичность осмотров и плановых ремонтов оборудования определяются его особенностями, назначением, габаритами и условиями эксплуатации.

Ремонт – комплекс операций по восстановлению исправности и работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий или их составных частей [1].

Согласно системы ППР ремонтные работы делятся на следующие виды:

Малый ремонт – вид планового ремонта, при котором заменой или восстановлением изношенных деталей и регулированием механизмов обеспечивается нормальная эксплуатация агрегата до очередного планового ремонта [2].

Средний ремонт – вид планового ремонта, при котором производится частичная разборка агрегата, капитальный ремонт отдельных узлов, замена и восстановление основных изношенных деталей, сборка, регулирование и испытание под нагрузкой [2].

Капитальный ремонт – комплекс работ, включающий полную разборку агрегата, замену всех изношенных деталей и узлов, ремонт базовых и других деталей и узлов, сборку, регулирование и испытание агрегата под нагрузкой [2].

Внеплановый ремонт – вид ремонта, вызванный аварией оборудования или не предусмотренный годовым планом ремонта.

Плановый ремонт выполняется с периодичностью и в объеме, установленными в эксплуатационной документации, независимо от технического состояния оборудования в момент начала ремонта.

Структура межремонтного цикла представляет собой перечень и последовательность выполнения ремонтных работ и работ по техническому уходу в период между капитальными ремонтами или между вводом в эксплуатацию и первым капитальным ремонтом. Для металлорежущих станков в зависимости от размеров и массы количество ремонтных работ и работ по техническому уходу в межремонтный цикл варьируется для средних ремонтов от 1 до 2, для малых от 4 до 9, для осмотров от 6 до 36.

Очередность выполнения ремонтов может быть представлена схемой для металлорежущих станков весом до 10 тонн:

К – О – М – О – М – О – С – О – М – О – М – О – К,

где К – капитальный ремонт; С – средний ремонт; М – малый ремонт; О – осмотр.

Система ППР предусматривает применительно к различным видам оборудования и условиям его эксплуатации разную продолжительность межремонтных циклов, межремонтных и межосмотровых периодов.

Межремонтное обслуживание включает в себя наблюдение за выполнением правил эксплуатации оборудования, указанных в технических руководствах заводоизготовителей, особенно механизмов управления, ограждений и смазочных устройств, а также своевременное устранение мелких неисправностей и регулирование механизмов. Межремонтное обслуживание выполняют рабочие, обслуживающие агрегаты, и дежурный персонал ремонтной службы цеха.

Проверка геометрической точности производится после плановых ремонтов и профилактически по особому плану-графику для прецизионного и финишного оборудования, а также некоторого оборудования, встроенного в автоматические линии. Проверку на геометрическую точность агрегатов проводят в соответствии с нормами, предусмотренными государственными стандартами или техническими условиями.

Проверка жесткости производится после плановых ремонтов (капитального и среднего).

Осмотры производятся с целью проверки состояния оборудования, устранения мелких неисправностей и выявления объема подготовительных работ, подлежащих выполнению при очередном плановом ремонте.

Продолжительность межремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов в отработанных часах установлена для каждой группы оборудования в зависимости от типа оборудования, условий и характера работы. Учет ведется по количеству отработанных оборудованием часов или смен или какой-либо эквивалентной величине, характеризующих число рабочих циклов машины.

Степень сложности ремонта агрегата, его ремонтные особенности оцениваются категориями сложности ремонта. Категория сложности ремонта оборудования зависит от его конструктивных и технологических особенностей. Исходными данными для установления категорий сложности ремонта оборудования являются технические характеристики, содержащиеся в паспортах.

Для оценки ремонтных особенностей металлорежущего, деревообрабатывающего, кузнечно-прессового, литейного, подъемно-транспортного оборудования за эталон принята ремонтная сложность токарно-винторезного станка 1К62 с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия 400 мм и расстоянием между центрами 1000 мм. Агрегату-эталону присвоена 11-я категория сложности ремонта.

Для планирования и учета ремонтных работ, расчетов, наряду с «категорией сложности ремонта», вводится понятие «Ремонтная единица». Для отдельного агрегата категория сложности ремонта и соответствующее этому агрегату число ремонтных единиц совпадают.

При планово - предупредительном ремонте осуществляется обязательное планирование всех работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Годовой план ремонта оборудования предприятия составляется отделом главного механика предприятия на основании установленных положением межремонтных периодов с учетом отработанных часов или смен за период от последнего планового ремонта каждого агрегата.

При планово-предупредительном ремонте осуществляется обязательная технологическая, материальная и организационная подготовка работ по техническому уходу и ремонту оборудования.

Технологическая подготовка заключается в составлении типовых технологических процессов сборки, разборки агрегатов и изготовлении наиболее трудоемких и сложных деталей, а также составлении дефектной ведомости.

Подготовка ремонтных работ предусматривает своевременное получение или изготовление запасных деталей и узлов, заменяющих изношенные, снабжение инструментами и приспособлениями, а так же материалами и покупными комплектующими изделиями.

В передовых промышленно развитых странах система организации ремонтно-профилактических работ называется несколько иначе, а именно [3]:

система обслуживания – в Европе, США (Соединенные Штаты Америки), Канаде и др.;

система сохранения – в Японии, Южной Кореи и других азиатских странах.

В основном на предприятиях нет специальных подразделений по ремонту, например, отделов главного механика, главного энергетика и др.. Такие службы возглавляет на основе принципа единоначалия технический руководитель фирмы по оборудованию, а работами руководят непосредственно мастера (механики).

Порядок выполнения и содержание работ по техническому обслуживанию и ремонту разрабатывается заводами – изготовителями оборудования. Этот порядок

определяется в инструкциях по эксплуатации соответствующих станков и неукоснительно выполняется на производственных предприятиях.

Существенная особенность ремонтного производства заключается в том, что практически не применяется ремонт с полной разборкой оборудования. Как текущий, так и капитальный ремонт выполняются путем замены пришедших в негодность агрегатов, узлов и деталей на годные заводского изготовления. Ремонтно-механические цеха по изготовлению и восстановлению деталей отсутствуют.

В США существует система планово-предупредительного обслуживания основных фондов, которая предусматривает содержание основных фондов в работоспособном состоянии путем замены любого сменного элемента, если есть опасность выхода оборудования из строя [3].

Как правило, на машиностроительных заводах США планово-предупредительным ремонтом охватывается не все оборудование, а только наиболее важное для производства, высокопроизводительное, загруженное. При этом область применения планово-предупредительного ремонта на предприятиях непостоянна, а подвержена изменениям, вызванным главным образом изменениями в загрузке оборудования. Перечень оборудования, подлежащего планово-предупредительному ремонту, на предприятиях периодически пересматривается и уточняется с учетом перемен, происходящих в загрузке отдельных станков и в их значении для производства.

Оборудование, имеющее дублеров, не полностью используемое и не играющее важной роли в производственном процессе, охватывать планово-предупредительным ремонтом считается экономически невыгодным. Ремонт такого оборудования производится по мере необходимости, по заявкам цехов. На некоторых предприятиях для малозагруженных станков, не являющихся узким местом в производстве, считают наиболее экономически выгодным следующий простой способ поддержания их работоспособности и технического состояния: к группам таких станков прикрепляют высококвалифицированных ремонтных рабочих, которые раз в неделю осматривают эти станки, выясняют их состояние у станочников и устраняют обнаруженные дефекты.

Применяющаяся на большинстве предприятий США для ведущего оборудования система ППР, получившая название системы планово-предупредительного обслуживания, предусматривает выполнение в заранее установленные сроки комплекса работ, соответствующего нашему текущему (малому) ремонту и осмотру, т. е. складывающегося из необходимых ремонтных работ и приуроченных к этому времени работ по техническому обслуживанию. Эти работы выполняются в объеме, исключающем выход станка из строя в течение достаточно длительного времени. Планово-предупредительного капитального ремонта система не предусматривает. Этот вид ремонта производят по мере необходимости.

Система не содержит каких-либо типовых нормативов длительности периодов, через которые должно выполняться плановое обслуживание и ремонт или, по нашей терминологии, длительности межремонтных периодов. Они устанавливаются на предприятиях индивидуально для каждой единицы оборудования на основе анализа статистических данных об отказах и ремонтах или назначаются мастером исходя из рекомендаций фирмы изготовителя, производственных соображений (точность обработки, значимость для предприятия и т. п.) и опыта работы с аналогичным оборудованием, как, например, на предприятии «McDonnell Aircraft Corporation». Но на отдельных предприятиях для некоторого оборудования существуют регламентированные периоды ремонта и обслуживания. Так, на предприятиях одной из американских компаний было принято все шлифовальные станки подвергаться

осмотру один раз в девять месяцев, при котором пришабривались направляющие, а токарные автоматы и бесцентровые станки, работающие в три смены на точных работах, проходили профилактический осмотр, при котором заменялись изношенные детали и производилось шабрение направляющих, один раз в год. На предприятиях той же компании, на участках, выпускающих продукцию высокой точности, у внутришлифовальных станков один раз в полгода производилась замена шпинделей, шабрение направляющих и выполнялись другие необходимые работы.

При назначении длительности периодов, через которые должно производиться ремонта и обслуживание, исходят из допустимости выполнения части ремонтных работ в неплановом порядке. Допускаемые соотношения между объемами плановых и неплановых (включая аварийные) работ зависят от степени важности оборудования для производства и его загруженности. Некоторые предприятия считают экономически оправданными неплановые ремонтные работы в объеме 40% и даже больше от общего объема работ по ремонту и обслуживанию оборудования. Но на отдельных заводах массового производства они составляют около 10%.

Календарные графики планового ремонта и обслуживания оборудования на ряде предприятий разрабатываются не на основе принятых межремонтных периодов, а на основе статистических данных за прошлые годы и осмотров оборудования. При составлении графиков сроки выполнения работ приурочиваются, по возможности, ко времени наименьшей загрузки оборудования.

Система не предусматривает и определенных объемов планового ремонта и обслуживания. В результате отсутствия таких нормативов определение потребности оборудования в работах по ремонту и техническому обслуживанию базируется в основном на статистических данных за предыдущие периоды, а нормирование ремонтных работ производится на основе поэлементных норм.

Достаточно высокая эффективность применения такой организации ремонта оборудования на заводах США достигается благодаря хорошо поставленному учету выполнения ремонтных работ, широкому использованию электронно-вычислительной техники для анализа статистических данных, планирования и выдачи нарядов на ремонтные работы, хорошо организованной диспетчерской службе, возможности быстрого получения запасных частей, необходимых для ремонта, высокой квалификации ремонтного персонала и выполнения основной части ремонтных работ в выходные дни и в третью смену.

В дальнейшем в США на ряде предприятий стали применять регламентированные межремонтные периоды в виде контрольных сроков выполнения ремонтов с допускаемыми от них отклонениями. Они устанавливаются на основе анализа и обработки статистических данных об отказах оборудования и о повторяющихся ремонтных работах, а также исходя из сроков службы деталей. Каждый ремонт, выполненный вне этих контрольных сроков, подвергается специальному анализу.

В США постоянно велись и ведутся исследовательские работы, целью которых является создать основу для разработки научно обоснованных программ планово-предупредительного ремонта и обслуживания. В них используются общие положения теории вероятности, в частности, теории массового обслуживания, а также результаты анализа затрат, связанных с ремонтом и обслуживанием оборудования. Большинство этих работ предусматривает установление межремонтных периодов исходя из распределения частоты отказов оборудования.

Предприятия-изготовители резервируют до 25 % своих производственных мощностей с целью своевременного обеспечения возможности восстановления оборудования путем замены отдельных агрегатов, узлов и деталей. В США

изготовление запасных частей поощряется тем, что их разрешается продавать на 20–25 % дороже, чем в виде собранного оборудования.

В США доля выполнения ремонтных работ силами специализированных ремонтных фирм не превышает 10 % всего объема ремонтов в стране. Преимущественно это наладка, испытания, модернизация, сложные регулировочные работы.

Как это следует из приведенного, организация планово-предупредительного ремонта оборудования в США имеет достаточную гибкость и основывается прежде всего на экономических соображениях и расчетах. Она различна на разных предприятиях и может видоизменяться на одном и том же заводе при изменении его загрузки.

В таких странах как Япония и Южная Корея считается, что для значительного увеличения прибыли от эксплуатации оборудования необходимо, чтобы ремонт и восстановление оборудования носило ритмичный характер. В японской системе обеспечения сохранности оборудования заложен следующий принцип: все работы по замене агрегатов, узлов и деталей самой сложной машины по возможности следует производить на месте ее установки силами собственного специально подготовленного персонала.

Система всеобщего ухода за оборудованием TPM (Total Productive Maintenance - TPM) была разработана в начале 70-х годов в Японии, в рамках производственной системы фирмы «Toyota». Необходимость в создании такой системы возникла из-за огромных потерь, вызываемых простым технологическим оборудованием.

Начиная с 80-годов TPM была успешно внедрена во многих японских компаниях, компаниях США и Западной Европы. В последние годы систему TPM начали внедрять ряд российских компаний.

В философии TPM центральное место отводится человеку. Лишь радикальное изменение трудового поведения работников, возникновение у них стремления к совершенствованию производства позволит успешно внедрить в компании систему TPM. Изменение трудового поведения работников осуществляется при помощи их активного участия в функционировании TPM, расширении их функций, повышения квалификации, роста мастерства, а также совершенствования системы мотивации в компании.

Система TPM охватывает основные виды деятельности компании – проектирование, производство и управление система TPM. Все мероприятия, осуществляемые в рамках TPM, направлены на устранение основных видов потерь, снижающих эффективность компании. Такими потерями являются:

- потери времени функционирования оборудования (потери, вызванные поломками оборудования; потери из-за наладки оборудования);
- потери энергоресурсов, сырья, материалов;
- потери рабочего времени.

Ключевым направлением развертывания системы TPM является самостоятельное обслуживание оборудования оператором. При традиционных методах организации производства оператор занимается изготовлением продукции, а обслуживание оборудования осуществляют наладчики, механики-ремонтники, то есть функционально эти два вида деятельности разграничены. При этом ремонты оборудования носят планово-предупредительный характер, а действительная потребность в ремонте не учитывается. Наладчики не успевают выполнять все увеличивающийся объем работы. Все это ведет к увеличению времени простоя оборудования и увеличению затрат на поддержание оборудования в рабочем состоянии. Самостоятельное обслуживание оборудования в системе TPM - это такой

порядок работы, при котором оператор, помимо выпуска продукции, осуществляет чистку, смазку, проверку и затяжку соединений, устранение мелких неисправностей и т.д. закрепленного за ним оборудования.

Процесс освоения самостоятельного обслуживания оборудования операторами состоит из ряда шагов, направленных на то, чтобы они научились выполнять базовое техническое обслуживание (или ремонт) оборудования и приобрели навыки выявления его дефектов до того, как они приведут к поломке или выпуску брака. Без системы ТРМ производственная система фирмы «Toyota», возможно, не смогла бы развиваться. Это подтверждается тем, что смежники фирмы «Toyota» динамично осваивают систему ТРМ [4].

Большинство предприятий ведет борьбу со спорадическими потерями, появляющийся от случая к случаю, тогда как хронические потери остаются без внимания. Внедрение системы ТРМ (рис.1) направлено на устранение хронических потерь.



Рис.1. Устранение хронических потерь при применении системы ТРМ

При переходе на самостоятельное обслуживание оборудования первым шагом является обучение операторов способам и видам обслуживания оборудования. Далее, для всех типов оборудования, которые переводятся на самостоятельное обслуживание, определяются виды и периодичность работ по обслуживанию и мелким ремонтам, передаваемым операторам. По этим работам разрабатываются и размещаются на рабочих местах наглядные карты, схемы, инструкции. Для выполнения этих работ оператор оснащается необходимым инструментом и материалами.

Следующее направление, связанное с внедрением ТРМ – обеспечение управления оборудованием на протяжении его жизненного цикла. В этих целях, с учетом перехода на самостоятельное обслуживание оборудования оператором, переосмысливаются задачи планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания оборудования. Обновленные (сокращенные, но обладающие более высокой квалификацией) ремонтные службы предназначаются для ведения среднего и капитального ремонта, модернизации оборудования, а также для устранения серьезных аварий. Усиливается информационное обеспечение, предполагающее консолидацию технической документации, компьютерный учет и анализ всех видов простоев оборудования и их причин.

Третьим важным направлением развертывания системы ТРМ является проведение отдельных улучшений, косвенно связанных с обслуживанием

оборудования. Отдельные улучшения представляют собой постоянный процесс совершенствования различных элементов производства (использование человеческих ресурсов, использование помещений, расход энергоресурсов, расход сырья и материалов, работа с потребителями, подрядчиками и поставщиками и др.).

На предприятиях Австралии и Новой Зеландии, где производственная культура довольно сильно отличается от производственной культуры предприятий Японии, разработана ТРМ 3 (улучшенная и расширенная австралийская версия третьего поколения системы ТРМ). Для этого потребовалось расширить область отдельных улучшений таким образом, что теперь она охватывает как само оборудование, так и процессы на макроуровне, когда рассматривают все производство с целью установления причин потерь и планирования бюджета времени для улучшений, и на микроуровне, когда оценивают величину отдельных видов потерь для решения сложных проблем. В систему ТРМ 3 введены дополнительные направления деятельности по формированию производственной среды и улучшению системы управления персоналом, чтобы отразить потребность в переходе от деятельности по аналогии к последовательным улучшениям, которые являются фундаментом ТРМ [4].

Во всех зарубежных странах большое внимание уделяется нормированию затрат труда, времени остановки на восстановление работоспособности машин и времени плановой замены сменных элементов. Снижение издержек на восстановление неисправных основных фондов – это необходимое условие эффективной работы на конкурентном рынке.

Таким образом для совершенствование системы технического обслуживания и ремонта современного металлорежущего оборудования необходимо:

- выделить наиболее важное для производства, высокопроизводительное, загруженное оборудование для проведения систематического контроля состояния и проведения технического обслуживания и ремонта;
- сформировать оптимальный по содержанию и периодичности перечень работ по техническому обслуживанию и ремонту современного металлорежущего оборудования;
- проведение постоянного сбора и анализа статистических данных об отказах и ремонтах оборудования;
- применять различные стратегии, формы и методы технического обслуживания и ремонта с целью увеличения гибкости системы;
- использовать новые средства и методы технической диагностики;
- оптимально использовать возможности и преимущества агрегатно-узлового метода ремонта;
- вовлечение операторов (производственных рабочих) в процесс технического обслуживания и ремонта оборудования.

Литература

1. *ГОСТ 18322-78* Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
2. *Якобсон М.О.* Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий: Под редакцией М.О. Якобсон. - 6-е изд., перераб. и доп.- М.: «Машиностроение». 1967. - 592с.
3. *Яцура А.И.* Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: Справочник. – М.: «Издательство НЦ ЭНАС». 2006. – 360 с. ил.
4. <http://www.tpm-centre.ru/page.php?pageId=25&menuItemTreeCode=0108> - Р. Кеннеди, Л. Маца: Взаимодействие 5S и ТРМ в системе ТРМ 3.
5. *Борисов Ю.С.* Организация ремонта и технического обслуживания оборудования - М., «Машиностроение». 1978. – 360с.