



УДК 658.58:657.471

Н.Т. Баскакова
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
г. Магнитогорск, Россия
E-mail: baskakovant@bk.ru
Дата поступления 08.04.2016

К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация

В статье рассмотрены направления организации ремонтных работ металлургического оборудования в зависимости от предлагаемых стратегий ремонтов. Выбор стратегии ремонтов должен происходить исходя из необходимого уровня надежности критичных для деятельности предприятия производственных и технологических процессов и ограничений выделенных средств. Инновационные подходы к планированию ремонтов металлургического оборудования позволят повысить эффективность деятельности ремонтной службы и оптимизировать затраты на ремонт и техническое обслуживание.

Ключевые слова: планирование, ремонт и техническое обслуживание, металлургическое оборудование, оптимизация, затраты.

Введение

В современных условиях высокой конкуренции, мирового финансового кризиса и обострения экологических проблем важнейшей задачей любого промышленного предприятия выступает обеспечение бесперебойного устойчивого функционирования основного технологического оборудования [1].

Под устойчивостью функционирования основного технологического оборудования понимают его способность выпускать продукцию в запланированном объеме и заданной номенклатуре, а в случае аварии (повреждения) восстанавливать производство в минимально короткие сроки.

Обеспечение устойчивого функционирования основного технологического оборудования обусловлено рядом причин, основными из которых являются следующие:

– высокий износ основных производственных фондов, особенно на предприятиях химического комплекса, нефтегазовой, металлургической и горнодобывающей промышленности и снижение темпов обновления этих фондов;

– повышение технологической мощности производства, рост объемов

транспортировки, хранения и использования опасных веществ, материалов и изделий, а также накопление отходов производства, представляющих угрозу населению и окружающей среде.

Технологическое оборудование на предприятии, в виду его износа, требует постоянного технического обслуживания. Восстановление его работоспособности и эксплуатационных свойств достигается путем ремонта и уходом за оборудованием. Основу для этого на промышленных предприятиях составляет система технического обслуживания и ремонта основных фондов, представляющая собой совокупность взаимосвязанных положений, средств, организационных решений, направленных на поддержание и восстановление качества эксплуатируемых машин, механизмов, сооружений, зданий и других элементов основных фондов. Причем в ходе ремонта необходимо не только восстанавливать первоначальное состояние оборудования, но и значительно улучшать его основные технические характеристики за счет модернизации и других видов обновления основных средств [2].

Особенности организации системы технического обслуживания и ремонта

Сущность ремонта заключается в сохранении и качественном восстановлении работоспособности оборудования путем замены или восстановления изношенных деталей и регулировки механизмов согласно системе технического обслуживания и ремонта (ТОиР), основанной на применении ГОСТ 18322-78 «Система технического обслуживания и ремонта техники».

Термины и определения. (Equipment maintenance and repair system. Terms and definitions).

Система технического обслуживания и ремонта представляет собой совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему (рисунок 1).



Рисунок 1. Состав и структура системы технического обслуживания и ремонта

Основными показателями системы ТОиР являются следующие.

Технического обслуживания - комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортированию.

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

Метод технического обслуживания (ремонта) или способ обслуживания (ремонта) - совокупность технологических и организационных правил выполнения операций технического обслуживания (ремонта).

Процессный и ситуационный подходы к организации системы ТОиР основан на следующих этапах:

- **ситуационный подход**: проведение диагностики надежности и ремонтпригодности оборудования, структурного анализа выявления «узких мест», техническая диагностика оборудования, прогнозирование технического состояния.

- **процессный подход**: анализ и прогнозирование уровня надежности оборудования. Анализ видов, последствий и критичностью отказов, управление надежностью;

- выбор системы критериев «узких мест» при детализации описания оборудования;

- выбор и разработка стратегии ремонтов и амортизационной политики, расчет оптимального срока эксплуатации и даты замены;

▪ *проектный подход* к выполнению больших ремонтов (планирование ремонтов);

▪ оценка эффективности управленческого решения:

- по оптимизации материально-технического снабжения, номенклатуры, расположения и уровня запасов пр.;

- реализация планово-предупредительного технического обслуживания (ТО) согласно ремонтной документации (РД),

- регулирование работ по ТОиР по результатам мониторинга фактического состояния, ремонтпригодности и наработки на отказ. Выбор оптимальной структуры ремонтного цикла, видов ТО и параметров цикла.

Процедура мониторинга фактического состояния оборудования должна базироваться на следующих показателях системы ТОиР.

Производственные показатели:

– степень загрузки основных агрегатов, доля плановых и неплановых остановок;

– степень унификации оборудования - количество типов и марок оборудования;

– показатели надежности оборудования: наработка на отказ; количество отказов по группам оборудования; среднее время восстановления работоспособности

оборудования; коэффициент технического использования;

– среднее время поиска технической и эксплуатационной информации;

– уровень подготовки персонала.

Финансовые показатели:

• первоначальная стоимость основных фондов, степень износа оборудования;

• численность персонала ремонтной службы;

• фонд оплаты труда ремонтного персонала;

• затраты на ТОиР, затраты на ТОиР на единицу продукции, на 1 МВт установленной мощности;

• доля затрат на ТОиР в себестоимости продукции по видам;

• доля плановых и аварийных работ в общем числе ремонтов по количеству, трудоемкости, стоимости;

• стоимость запасов цеховых складов по ремонтной номенклатуре запасных частей;

• годовой бюджет ТОиР (точность его составления, % отклонения от факта);

• затраты на автоматизацию процесса ТОиР.

Основные характеристики показателей системы технического обслуживания и ремонта приведены в табл.1.

Таблица 1

Показатели системы технического обслуживания и ремонта

Показатель	Понятие
1. Средняя продолжительность технического обслуживания (ремонта)	Математическое ожидание продолжительности одного технического обслуживания (ремонта) данного вида за определенные период эксплуатации или наработку
2. Средняя трудоемкость технического обслуживания (ремонта)	Математическое ожидание трудоемкости одного технического обслуживания (ремонта) данного вида за определенные период эксплуатации или наработку
3. Средняя стоимость технического обслуживания (ремонта)	Математическое ожидание стоимости одного технического обслуживания (ремонта) данного вида за определенные период эксплуатации или наработку
4. Средняя суммарная продолжительность технических обслуживаний (ремонтов)	Математическое ожидание суммарной продолжительности технических обслуживаний (ремонтов) за определенный период эксплуатации или наработку
5. Средняя суммарная трудоемкость технических обслуживаний (ремонтов)	Математическое ожидание суммарной трудоемкости технических обслуживаний (ремонтов) за определенный период эксплуатации или наработку
6. Средняя суммарная стоимость технических обслуживаний (ремонтов)	Математическое ожидание суммарной стоимости технических обслуживаний (ремонтов) за определенный период эксплуатации или наработку

Показатель	Понятие
7. Удельная суммарная продолжительность технических обслуживаний (ремонтов)	Отношение средней суммарной продолжительности технических обслуживаний (ремонтов) к заданной наработке
8. Удельная суммарная трудоемкость технических обслуживаний (ремонтов)	Отношение средней суммарной трудоемкости технических обслуживаний (ремонтов) к заданной наработке
9. Удельная суммарная стоимость технических обслуживаний (ремонтов)	Отношение средней суммарной стоимости технических обслуживаний (ремонтов) к заданной наработке
10. Коэффициент готовности	Вероятность того, что изделие окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение изделия по назначению не предусматривается
11. Коэффициент технического использования	Отношение математического ожидания суммарного времени пребывания изделия в работоспособном состоянии за некоторый период к математическому ожиданию суммарного времени пребывания изделия в работоспособном состоянии и простоях, обусловленных техническим обслуживанием и ремонтом за тот же период
12. Готовность парка изделий	Отношение числа работоспособных изделий к общему числу изделий парка в рассматриваемый момент времени

Регулирование и настройка системы ТОиР осуществляется через:

- формирование механизма учета и выявления причин отказов оборудования;
- формирование механизма контроля соблюдения правил эксплуатации оборудования;
- формирование механизма контроля качества ремонта и надежности технического обслуживания оборудования.

Согласно ГОСТ 18322-78 «Система технического обслуживания и ремонта техники». «Термины и определения» выделяются следующие классификационные признаки терминов, используемых при организации системы ТОиР (рис.2 - рис.4).

Рассмотрим классификацию видов и методов технического обслуживания и ремонтов, и их характеристики.

Виды технического обслуживания согласно ГОСТ 18322-78 подразделяются на следующие направления (рис.2 – рис.3).

Техническое обслуживание при использовании означает техническое обслуживание при подготовке к использованию по назначению, использовании по назначению, а также непосредственно после его окончания.

Техническое обслуживание при ожидании означает техническое обслуживание при ожидании к использованию.

Техническое обслуживание при хранении означает техническое обслуживание при подготовке к хранению, хранении, а также непосредственно после его окончания.

Техническое обслуживание при транспортировании означает техническое обслуживание при подготовке к транспортированию, транспортировании, а также непосредственно после его окончания.

Периодическое техническое обслуживание означает техническое обслуживание, выполняемое через установленные в эксплуатационной документации значения наработки или интервалы времени.

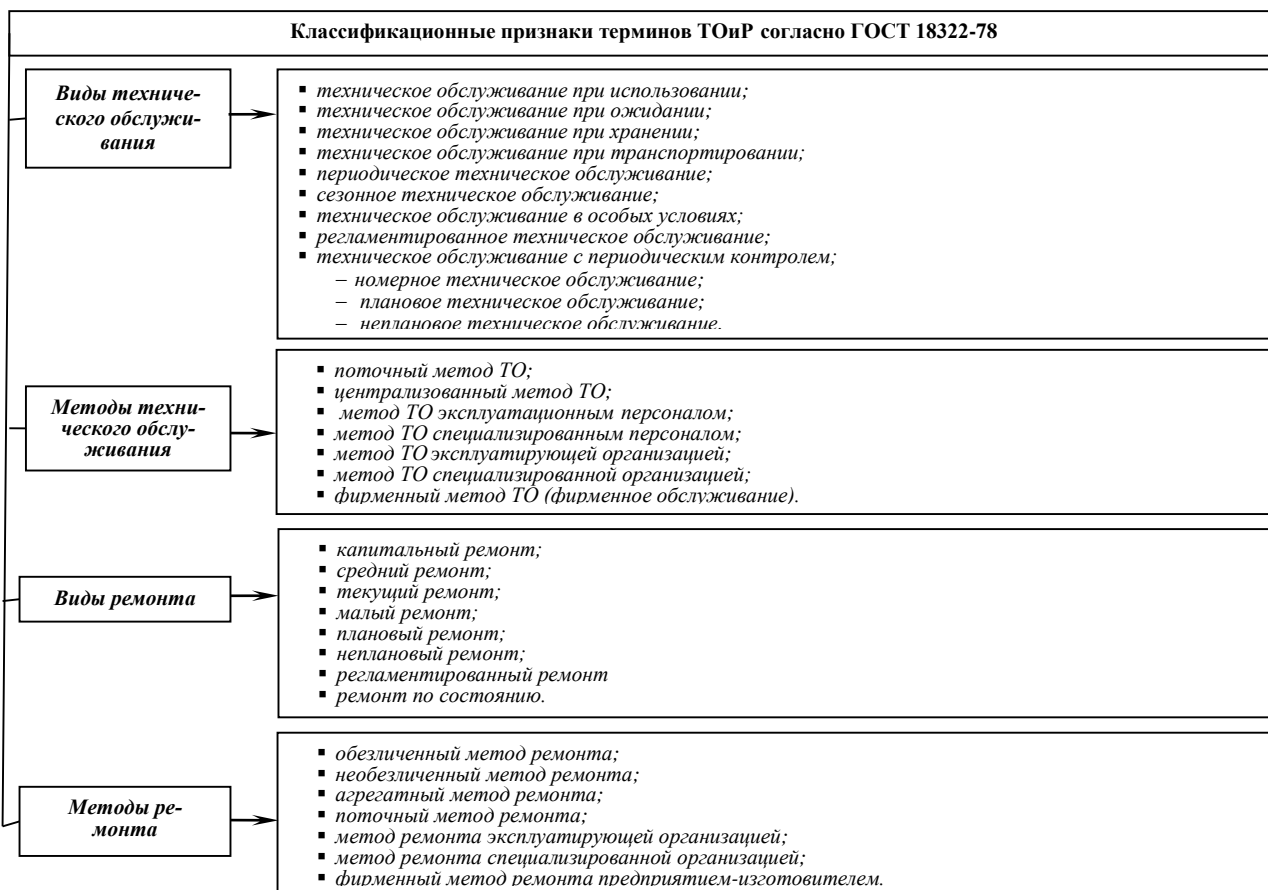


Рисунок 2. Классификация ТО и ремонтов системы технического обслуживания и ремонта по ГОСТ 18322-78



Рисунок 3. Классификация ТО системы технического обслуживания и ремонта по ГОСТ 18322-78

Сезонное техническое обслуживание означает техническое обслуживание, выполняемое для подготовки изделия к использованию в осенне-зимних или весенне-летних условиях.

Техническое обслуживание в особых условиях означает техническое обслуживание, выполняемое в особых климатических условиях. Примерами особых условий являются природные или другие условия, указанные в отраслевой документации, характеризующиеся экстремальными значениями параметров.

Регламентированное техническое обслуживание означает техническое обслуживание, предусмотренное в нормативно-технической или эксплуатационной документации и выполняемое с периодичностью и в объеме, установленными в ней, независимо от технического состояния изделия в момент начала технического обслуживания.

Техническое обслуживание с периодическим контролем означает техническое обслуживание, при котором контроль технического состояния выполняется с установленными в нормативно-технической или эксплуатационной документации периодичностью и объемом, а объем остальных операций определяется техническим состоянием изделия в момент начала технического обслуживания.

Техническое обслуживание с непрерывным контролем означает техническое обслуживание, предусмотренное в нормативно-технической или эксплуатационной документации и выполняемое по результатам непрерывного контроля технического состояния изделия.

а) номерное техническое обслуживание означает техническое обслуживание, при котором определенному объему работ присваивается определенный порядковый номер;

б) плановое техническое обслуживание означает техническое обслуживание, постановка на которое осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической или эксплуатационной документации;

в) неплановое техническое обслуживание означает техническое обслуживание, постановка на которое осуществляется без предварительного назначения по техническому состоянию.

Методы выполнения технического обслуживания согласно ГОСТ 18322-78 подразделяются на следующие виды.

Поточный метод технического обслуживания означает метод выполнения технического обслуживания на специализированных рабочих местах, с определенной технологической последовательностью и ритмом.

Централизованный метод технического обслуживания означает метод выполнения технического обслуживания персоналом и средствами одного подразделения организации или предприятия.

Децентрализованный метод технического обслуживания означает метод выполнения технического обслуживания персоналом и средствами нескольких подразделений организации или предприятия.

Метод технического обслуживания эксплуатационным персоналом означает метод выполнения технического обслуживания персоналом, работающим на данном изделии, при использовании его по назначению.

Метод технического обслуживания специализированным персоналом означает метод выполнения технического обслуживания персоналом, специализированным на выполнении операций технического обслуживания.

Метод технического обслуживания эксплуатирующей организацией означает метод выполнения технического обслуживания персоналом предприятия (хозяйственный способ).

Метод технического обслуживания специализированной организацией означает метод выполнения технического обслуживания организацией, специализированной на операциях технического обслуживания.

Фирменный метод технического обслуживания (Фирменное обслуживание)

ние) означает метод выполнения технического обслуживания предприятием-изготовителем.

В соответствии с характером выполняемых работ и степенью восстановления ресурса, различают следующие виды ремонта: малый, средний, текущий, капитальный (рисунок 2, рисунок 4).

Капитальный ремонт (К) выполняется для восстановления исправности и полного, или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые. (Значение, близкое к полному ресурсу, устанавливается в нормативно-технической документации).

В объем капитального ремонта входят следующие работы:

- объем работ текущего ремонта;
- замена или восстановление всех изношенных агрегатов, узлов и деталей;
- выверка и центровка оборудования;

- послеремонтные испытания.

Для выполнения капитального ремонта на предприятии должны иметься ТУ на каждое наименование ремонтируемого оборудования.

Средний ремонт (С) производится для восстановления неисправности и частичного ресурса изделий с заменой или восстановлением составных частей ограниченной номенклатуры и контролем технического состояния составных частей, выполняемом в объеме, установленном в нормативно-технической документации. (Значение частично восстанавливаемого ресурса устанавливается в нормативно-технической документации).

Текущий ремонт (Т) осуществляется для восстановления или обеспечения работоспособности изделия и состоит в замене и (или) восстановлении отдельных частей изделия (устранении неисправностей).

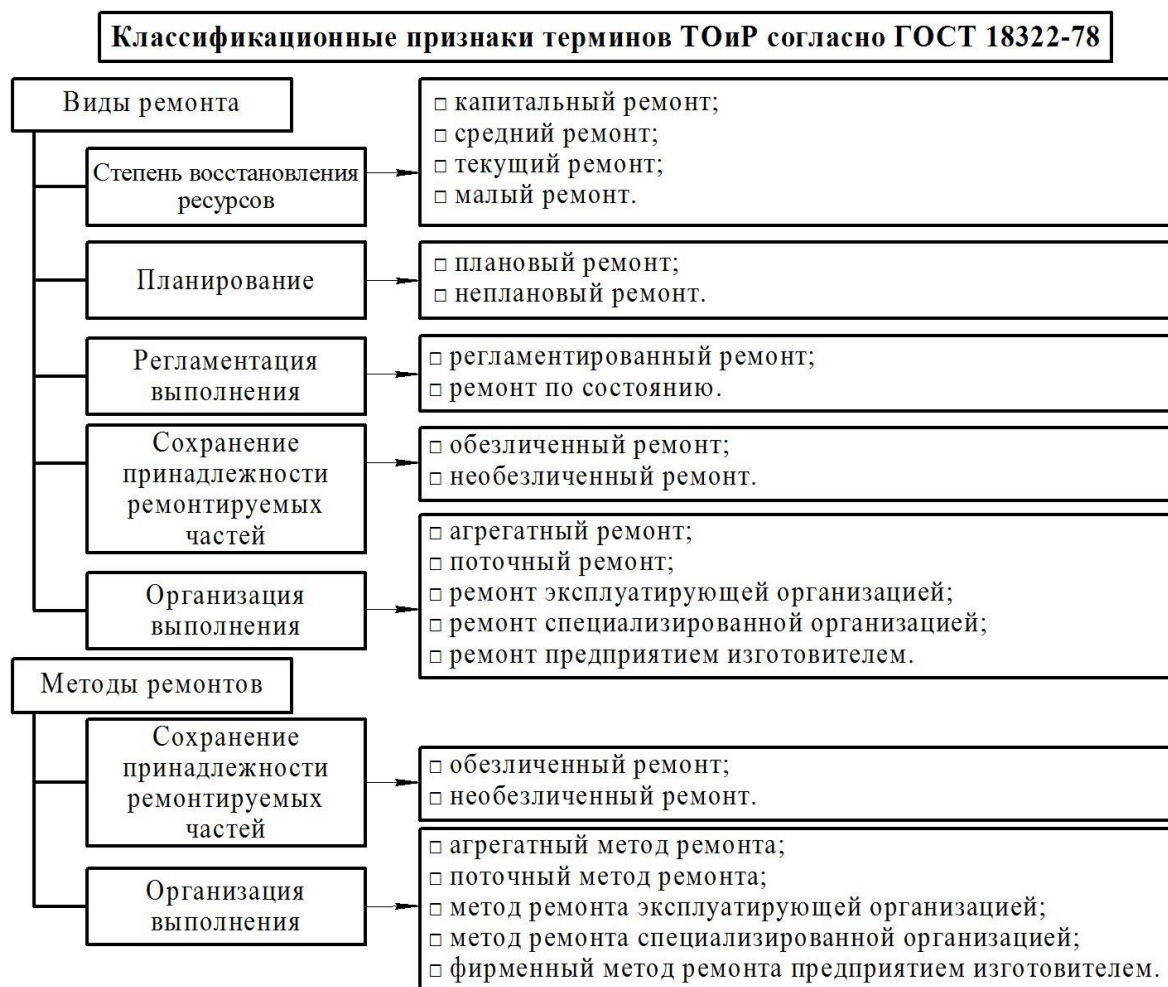


Рисунок 4. Классификация ремонтов системы технического обслуживания и ремонта по ГОСТ 18322-78

В зависимости от конструктивных особенностей оборудования, характера и объема проводимых работ текущие ремонты могут подразделяться на первый текущий ремонт (T_1), второй текущий ремонт (T_2) и т.д.

Текущие ремонты (T_1 , T_2) – как правило, выполняются силами специализированных ремонтных и наладочных предприятий. При текущих ремонтах производят замену изношенных деталей, регулирование узлов машин и механизмов для обеспечения их нормальной эксплуатации до следующего планового ремонта.

Дополнительные текущие ремонты (T_3 и T_4) могут предусматриваться заводом-изготовителем для отдельных видов оборудования.

Перечень обязательных работ, подлежащих выполнению при текущем ремонте, должен быть определен в ремонтной документации цеха (подразделения).

При текущем ремонте, как правило, выполняются:

- работы регламентированного ТО;
- замена (или восстановление) отдельных узлов и деталей;
- ревизия оборудования;
- проверка на точность.

Малый (мелкий) ремонт (М) включает в себя детальный осмотр, смену и замену износившихся частей, выявление деталей, требующих замены при ближайшем плановом ремонте (среднем, капитальном) и составление дефектной ведомости для него (ремонта), проверку на точность, испытание.

Плановый ремонт - ремонт, остановка на который осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Неплановый ремонт - ремонт, остановка на который осуществляется без предварительного назначения.

Регламентированный ремонт - плановый ремонт, выполняемый с периодичностью и в объеме, установленными в эксплуатационной документации, независимо от технического состояния изделия в момент начала ремонта.

Ремонт по техническому состоянию – ремонт, при котором контроль технического состояния выполняется с периодичностью и в объеме, установленными в нормативно-технической документации, а объем и момент начала ремонта определяется техническим состоянием изделия.

Различают следующие методы (виды организации) ремонта по сохранению принадлежности ремонтируемых частей: обезличенный, необезличенный и агрегатный метод ремонта.

При обезличенном методе (обезличенный ремонт) не сохраняется принадлежность восстанавливаемых составных частей к определенному экземпляру ремонтируемой техники (изделий).

При необезличенном методе сохраняется принадлежность восстанавливаемых составных частей к определенному экземпляру техники (его иногда называют индивидуальным методом).

Агрегатный метод ремонта - обезличенный метод ремонта, при котором неисправные агрегаты заменяются новыми или заранее отремонтированными. **Под агрегатом** понимается сборочная единица, обладающая свойствами полной взаимозаменяемости, независимой сборки и самостоятельного выполнения определенной функции в изделиях различного назначения, например, электродвигатель, редуктор, насос и т. д.

Различают также следующие методы ремонта по организации их выполнения.

Поточным методом организации ремонта называют такой метод, при котором ремонт выполняют на специализированных рабочих местах с определенным технологической последовательностью и ритмом.

Метод ремонта эксплуатирующей организацией метод выполнения ремонта персоналом предприятия (хоз. способ).

Метод ремонта специализированной организацией - метод выполнения ремонта организацией, специализированной на операциях ремонта.

Фирменный метод ремонта (фирменный ремонт) - метод выполнения ремонта предприятием-изготовителем.

Другие варианты классификации приведены на рисунке 5.

Суть *тупикового метода* заключается в том, что отдельные сборочные единицы могут ремонтироваться на специальных производственных участках.

При *агрегатно-обезличенном методе* организации ремонта неисправные агрегаты заменяются новыми или заранее отремонтированными.

При *последовательно-агрегатном методе* конструктивно обособленные сборочные единицы ремонтируются последовательно на одной единице оборудования во время перерывов (в нерабочее время, без остановки производства).

Поточно-узловым методом называют сочетание поточного и агрегатного методов.

Метод организации ремонта по техническому состоянию подразумевает осуществление контроля технического состояния с периодичностью и в объеме, установленными в технических условиях, эксплуатационной и ремонтной документации.

При этом объем и момент необходимости ремонта определяется техническим состоянием объекта основных средств.

Ремонт оборудования может осуществляться с применением следующих стратегий ремонта:

- регламентированная;
- смешанная;
- по техническому состоянию;
- по потребности.

Сущность стратегии регламентированного ремонта заключается в том, что ремонт выполняется с периодичностью и в объеме, установленном в эксплуатационной документации независимо от технического состояния составных частей оборудования в момент начала ремонта.

Сущность смешанной стратегии ремонта заключается в том, что ремонт выполняется с периодичностью, установленной в НТД, а объем операций восстановления формируется на основе требований эксплуатационной документации с учетом технического состояния основных частей оборудования.



Рисунок 5. Классификация ремонтных работ

Сущность стратегии ремонта по техническому состоянию заключается в том, что контроль технического состояния выполняется с периодичностью и в объеме, установленном в НТД, а момент начала ремонта и объем восстановления определяется техническим состоянием составных частей оборудования.

Сущность стратегии ремонта по потребности заключается в том, что ремонт оборудования производится только в случае отказа или повреждения составных частей оборудования.

Ремонт оборудования производится в соответствии с действующим на предприятии ППО оборудования.

Организационная подготовка проведения ремонтных работ может быть выполнена с применением одного из следующих методов: централизованным, децентрализованным и смешанным.

Централизованная система – это метод выполнения технического обслуживания основных средств персоналом и средствами специализированного предприятия или собственными подразделениями.

Децентрализованная система присутствует на предприятиях с крупносерийным и массовым производством продукции, когда в цехах находится значительное количество оборудования. Ремонтные работы, включая и изготовление части сменных деталей, осуществляются средствами и силами цеховых ремонтных служб [1].

Смешанная система характеризуется тем, что ремонтные работы выполняются не только цеховой ремонтной службой, но и службами головного предприятия. Не исключается также организация технического обслуживания оборудования в одних цехах по централизованному методу, в других – по децентрализованному.

По времени проведения различают следующие виды технического обслуживания: периодическое, регламентированное, сезонное.

Периодическое техническое обслуживание выполняется через установленные в эксплуатационной документации значения наработки или интервалы времени.

Регламентированное техническое обслуживание предусматривается в нормативно-технической и эксплуатационной документации и выполняется с периодичностью и в объеме, установленным в ней, независимо от технического состояния в момент его начала.

Сезонное техническое обслуживание осуществляется для подготовки изделия к использованию в осенне-зимних и весенне-летних условиях.

Техническое обслуживание может быть плановым, если постановка на него изделий осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации или эксплуатационной документации, а внеплановым – без предварительного назначения по техническому состоянию.

По нашему мнению, в представленных классификациях не отражен классификационный признак «по процессам планирования ремонтов, связанных с оценкой состояния оборудования». Значимость этого классификационного признака обусловлена тем, что современные подходы к разработке вариантов стратегии организации ТОиР базируются на теории ограничений. В связи с этим в классификации ремонтных работ (рис. 5) добавлен признак классификации «вариант стратегии организации ремонтов».

Таким образом, с добавленным классификационным признаком совершенствуется базовая классификация ТОиР – использование новаций фундаментальных теорий.

Существуют следующие подходы – по вариантам стратегии организации ремонтов [3]:

- **бездействие**, когда не устраняется поломка оборудования, из-за отсутствия средств согласно выделенному бюджету. Стратегия нереагирования предполагает отсутствие каких-либо действий, связанных с ремонтом оборудования. Такая стратегия возможна у малобюджетных предприятий или при наличии резервного оборудования;

- **обслуживание «по событию» или по факту поломки**, когда устраняется по-

ломка оборудования. Такой подход используется при относительно низких затратах на ремонт. Стратегия ТОиР «по событию» имеет право на существование, если себестоимость ремонта относительно низкая, а брак продукции, полученный в результате поломки оборудования, не высок и не повлияет на непрерывность производственного цикла и выполнение обязательств перед заказчиками;

- **регламентное или плановое обслуживание** проводится вне зависимости от состояния оборудования, имеет самую высокую надежность, но и самую высокую стоимость ремонта, так как реальное состояние оборудования может и не требовать ремонта. Стратегия планового (регламентного) обслуживания и ремонта оборудования дает самый высокий процент готовности оборудования, но затраты на данный вид обслуживания очень высоки, и часто необоснованны;

- **обслуживание «по фактическому состоянию»** предполагает оценку состояния оборудования и прогноз вывода оборудования на ТОиР, не только предупреждает проблемы, но и совершенствует оборудование;

- **обслуживание «мирового класса»** означает выявление и устранение дефектов, которые снижают производительность предприятия, увеличивают объем промышленных отходов и создают угрозу аварий, сопровождающихся загрязнениями окружающей среды.

Первые два подхода не учитывают реальное состояние оборудования, что приводит к созданию аварийных ситуаций, а, следовательно, к внеплановым ремонтам оборудования и отсутствию системности планирования. Третий подход приводит к формированию излишних запасов запасных частей. Четвертый и пятый подходы требуют определения узких мест и детализации мероприятий по ТОиР, способных привести к необоснованным потерям и упущенной выгоде, а также к загрязнению окружающей среды.

Для крупных промышленных предприятий с непрерывным производственным циклом и с большим количеством про-

изводственного оборудования наиболее эффективной является стратегия ТОиР «концепция производственного планирования на основе эффективного использования ограничений», формируемая путем оптимизации затрат на техническое обслуживание и ремонт основных производственных фондов (ОПФ) основе определения узких мест и упущенной выгоды из-за их простоев.

Несовершенство существующих систем планирования, учета и контроля затрат на ТОиР приводит к росту затрат на ремонты, повышению себестоимости продукции и, как следствие, тормозит развитие предприятия с точки зрения его конкурентоспособности. Необходим новый подход в планировании затрат на ремонтно-эксплуатационное обслуживание оборудования. И такой подход существует - это система обслуживания и ремонта «мирового класса» с использованием теории ограничений.

Направления совершенствования организации системы ТОиР

Анализ классификационных признаков организации ремонтных работ направлен на учет принципов системности и ситуационности, использовании новаций в организации системы ТОиР и стратегию ремонтных работ на предприятии. По принципу системности при выборе варианта стратегии организации ТОиР необходимо учитывать альтернативные подходы (агрессивный и консервативный). Такое направление анализа позволяет, в свою очередь, разрабатывать политику деятельности ремонтной службы [4].

Первая и самая сложная задача - выбор оптимальной модели организации сервиса на предприятии. Методология управления ремонтами, ориентированная на решение практических проблем, может базироваться на широком спектре стратегий. При этом под **стратегией ремонтов** понимаются подходы к организации и оценке эффективности работ по ТОиР.

Стратегия Total Productive Maintenance (TPM) – Управление профилактическим обслуживанием. Используемая в настоящее время система TPM, созданная в Японии в 60-70 годах, направлена

на повышение эффективности работы оборудования за счет самостоятельного обслуживания его операторами агрегатов, охватывает процессы организации ремонтных работ и почти не затрагивает процессы их планирования.

Стратегия «Lean production (LP) – Бережливое производство» – представляет собой подход к управлению организацией, направленный на повышение качества работы за счет сокращения потерь. Эта стратегия основана на принципах *TPM* и фокусируется на устранении неоправданных потерь в процессе производства, что ведет к снижению издержек производства.

Стратегия «World Class Manufacturing (WCM) – Производство мирового класса» – устойчивый термин, появившийся в середине 80-х годов XX века и обозначающий компанию, успешно и стабильно работающую, развивающуюся, конкурирующую на своем рынке. Производство мирового класса означает превосходство или равенство с конкурентами в инновациях, качестве, цене, гибкости, дисциплине поставок и сервисе.

Стратегия управления деятельностью предприятий на основе «The Theory of Constraints-(ТОС) – Теория ограничений», в свою очередь, нацелена на максимизацию скорости генерации дохода. Метод управления на основе ограничений, разработанный Э. Голдратом [5, 6, 7, 8], может быть применен для управления любой операционной системой, включая и управление ТОиР, которое позволяет определить упущенную выгоду из-за простоев так называемых «узких мест» – ограничений, уменьшающих объем выпуска продукции.

Использование стратегии «Бережливого производства» без учета ограничений не позволяет концентрировать ресурсы на устранение проблем, вызванных наличием «узких мест». В рамках теории ограничений основной задачей WCM будет поиск и устранение «узких мест» производственного процесса в целом. Основное внимание в системе должно уделяться оборудованию, которое оказывает максимальное влияние на результаты деятельности предприятия, и

сосредоточению дефицитных экономических ресурсов на объектах, отказ которых может вызвать наибольшие проблемы.

Одной из самых эффективных стратегий, позволяющих предприятию оптимизировать свою программу по обслуживанию и ремонту активов, является **стратегия «Reliability-Centered Maintenance (RCM) – Обслуживание, ориентированное на надежность»** [9-12]. Стратегия RCM основана на постулате, согласно которому поддержание единицы оборудования в безупречном состоянии не является самоцелью, целью же является обеспечение надежности критичных для деятельности предприятия производственных и технологических процессов.

RCM-анализ дает возможность предсказывать отказ по целой совокупности параметров. Он помогает отказаться от плановых, порой неэффективных, операций. Реально ремонтируется только то оборудование, которое действительно в этом нуждается

Переход к наиболее эффективным **стратегиям планирования и обслуживания** помогает высвободить резервы снижения затрат и роста прибыли.

Библиографический список

- 1 Баринов А.А. Управление ремонтом и техническим обслуживанием оборудования // Экономика и жизнь. 2009. № 31.
- 2 Жиркин Ю.В. Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2002. – 330 с.
- 3 Уинстон Лиде, Пол А. Монус Совершенствование без планового техобслуживания // Стандарты и качество. Деловое совершенство. 2006. №7. – С.12 – 14.
- 4 Баскакова Н.Т. Инновационные подходы в планировании ремонтов металлургического оборудования на основе теории ограничений: Монография. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И.Носова, 2014. – 133 с.

- 5 Goldratt Eliyahu M. The haystack syndrome: sifting information out of the data ocean. – NY.: North River Press, 1990. – 262 p.
- 6 Goldratt Eliyahu M., Cox Jeff. The Goal: process of ongoing improvement. – NY.: North River Press, 1992. – 271 p.
- 7 Noreen E., Smith D., Mackey James T. The theory of constraints and its implications for management accounting. – NY.: North River Press, 1995. – 187 p.
- 8 Goldratt Eliyahu M., Fox Bob E. The race. – NY.: North River Press, 1986. – 179 p.
- 9 Детмер У. Теория ограничений Голдратта: системный подход к непрерывному совершенствованию. - Издательство Альпина Бизнес Букс, 2008 - 443 с.
- 10 Лубуж П. «World Class Manufacturing: инструмент выживания»// Strategy.ru осень 2011. 2011. – С. 40-43
- 11 Шухгальтер М. / Проблемы экономики ремонта оборудования на российских промышленных предприятиях / М. Шухгальтер// Экономика и жизнь. 2009. №26. – С. 20-27
- 12 Евстафьев И.Н. Организация сбора данных для выбора оптимальной стратегии управления техническим обслуживанием и ремонтом оборудования // Металлург. 2009. №3. – С. 30-33.



УДК 621.745

С.Л. Ровин

Научно-производственное республиканское
унитарное предприятие «Технолит»
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: technolit@tut.by
Дата поступления 22.04.2016

КОНСТРУКЦИЯ РОТАЦИОННЫХ НАКЛОНЯЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ: МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ

Аннотация

Ротационные наклоняющиеся печи (РНП) – новый тип топливных печей, обеспечивающий наиболее эффективный нагрев и переработку (рециклинг) дисперсных металлоотходов. В отличие от традиционно применяемых в литейных и металлургических цехах дуговых, индукционных, отражательных и шахтных плавильных печей РНП не требуют предварительной подготовки дисперсного сырья: удаления влаги, очистки от масел, гомогенизации, окомковывания и т.д.

В статье представлены результаты экспериментальных исследований и компьютерного моделирования движения материалов и газового неизотермического потока в РНП, даны рекомендации по расчету и конструированию ротационных наклоняющихся печей.

Апробированные технические решения расширяют сферы применения РНП в литейном и металлургическом производстве, открывают перспективу создания рентабельного малотоннажного рециклинга образующихся на предприятиях дисперсных отходов черных и цветных металлов.

Ключевые слова: ротационные наклоняющиеся печи, рециклинг, дисперсные металлоотходы, процессы тепломассообмена, компьютерное моделирование.

Введение

Ротационные наклоняющиеся плавильные печи (РНП), появившись относительно недавно – в 90-х годах прошлого столетия, благодаря существенным техно-

логическим преимуществам нашли широкое применение во вторичной металлургии алюминиевых, медных, свинцовых и других цветных сплавов, как наиболее эффективный агрегат для рециклинга дисперсных