

Применение мобильных станков для ремонта паровых турбин

Москва, 05.11.2019

Паровая турбина может надежно работать в течение многих десятилетий. Долгий срок службы обеспечивается регулярным техническим обслуживанием, которое является профилактическим.



Какие трудности могут возникать при эксплуатации паровых турбин?

Многие типы турбин используют аналогичные компоненты и системы и поэтому имеют много общих типов поломок и причин потери работоспособности. В таблицах ниже, опубликованных NERC* и EPRI**, представлены отказы турбин с двух разных точек зрения. Рис. 1. Показаны основные причины сбоев, ранжированные по потерянной из-за простоев или ухудшения КПД энергии в МВт-часах в период с 1998 по 2002 годы. Можно заметить, что лопатки турбин низкого давления (НД) занимают лидирующую позицию со значительным отрывом. Далее идут подшипники турбин высокого давления (ВД), за которыми следуют вибрации турбогенератора.

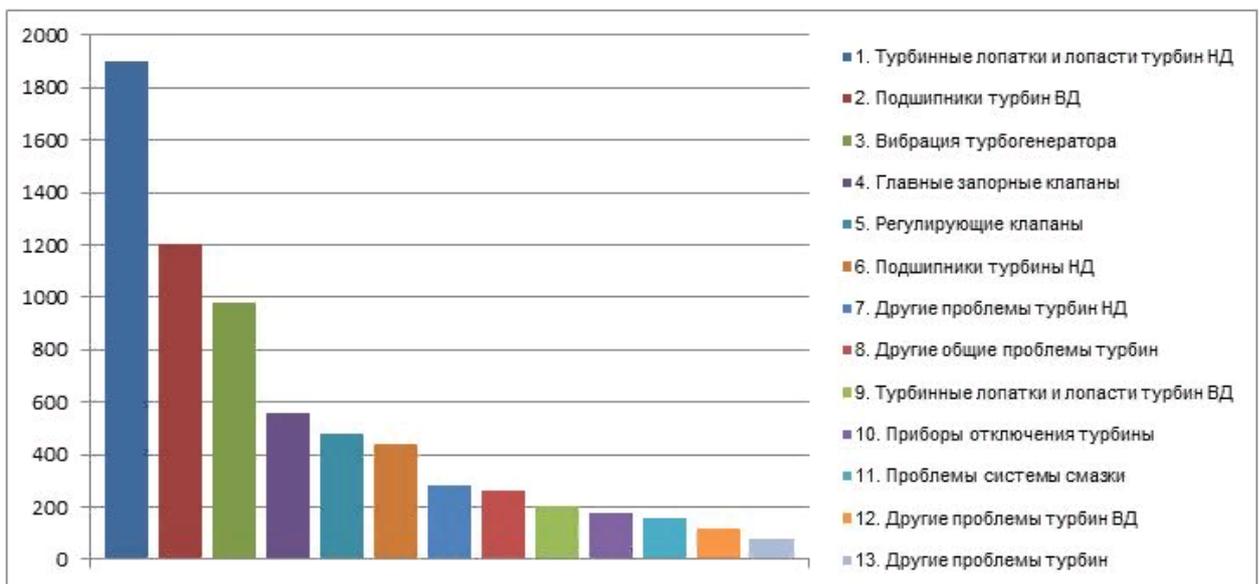


Рис. 1. Ранжирование причин отказа паровой турбины. Потерянная доступность в МВт-часах в год. 1998-2002. Источник: NERC и EPRI.

Далее в таблице показаны причины отказов, ранжированные по частоте и степени серьезности. Можно увидеть, что потеря смазочного масла является большой проблемой, наряду с эрозией лезвия, вибрацией и трением компонентов.

Таблица 1. Типы отказов, ранжированные по частоте и степени серьезности.

Компонент	Механизм поломки	Причины	Частота	Серьезность
Ротор и подшипники турбины	Потеря смазочного масла	<ol style="list-style-type: none"> 1. Реле давления не работает. 2. Резервный масляный насос смазки не работает. 3. Проблема переключения дуплексного фильтра. 4. Течь в клапане подачи масла. 5. Поломка подшипника системы смазки. 	1	3
Лопасть или ее крышка	Усталость, коррозия, износ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Лопасть или крышка треснула, заржавела, изнашивались и, наконец, сломались. 2. Химикаты в паре. 3. Высокое противодавление для последней ступени турбины 4. Индукция воды 5. Резонансно-чувствительная конструкция лопастей 6. Деформация ротора или его корпуса. 	2	2
Ротор турбины	Превышение скорости с или без индукции воды	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обратный клапан заклинил во время выключения. 2. Механическое устройство ограничения скорости не сработало. 3. Главный клапан пара заклинило. 4. Отказ системы управления ограничением скорости. 	3	1
Ротор турбины	Высокое трение и вибрации	<ol style="list-style-type: none"> 1. Клапан быстрого закрытия не работает (сломанный диск). 2. Прямой контакт ротора с лопастями, соплами, уплотнениями и корпусом. 3. Разбалансировка. 4. Защитная система не сработала 	2	2
Сопла и лопасти, ступень ВД	Твердые абразивные частицы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отслаивание во входном трубопроводе. 2. Главный входной клапан сломан. 	3	4
Сопла и лопасти, ступень НД	Капельная эрозия	<ol style="list-style-type: none"> 1. Насыщенный пар в турбине НД. 2. Плохая конструкция турбины. 	3	4
Сопла и лопасти, все ступени	Повреждение внешними или внутренними объектами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мусор на входе в турбину. 2. Главный входной клапан сломан. 3. Какие-то части дрейфуют внутри турбины. 	4	3

Регламент технического обслуживания и ремонта паровых турбин

Производители турбин обычно рекомендуют проводить небольшие профилактические ремонты каждые несколько лет, а капитальный ремонт - не более чем раз в 15 лет. Мелкий ремонт, как правило, занимает от двух до четырех недель, а капитальный – от 4 до 8 недель. Капитальный ремонт является дополнением к регулярным текущим проверкам, которые должны проводиться ежедневно, еженедельно и ежемесячно. Эти регулярные задачи главным образом включают контроль и анализ температуры, давления, смазки, вибрации, расходов пара, скорости вращения.

Подшипники, муфты и шейки валов

Подшипники используются для того, чтобы поддержать ротор турбины внутри корпуса. Типы подшипников могут варьироваться. Малые паровые турбины используют подшипники качения, более крупные - упорные с цапфой и несколькими колодками. Плохая смазка подшипников приведет к чрезмерному износу и вибрации, в результате чего компоненты будут требовать ремонта и замены. Цапфы вала могут быть обработаны с помощью мобильного токарного станка (см. примеры - <https://www.itmash.ru/katalog/mobilnye-stanki-portativnye-perenosnye>), а внутренние отверстия корпуса и опоры подшипников посредством мобильного высокоточного расточного станка (<https://www.itmash.ru/katalog/mobilnye-rastochnye-stanki>).

Корпуса турбин

Места примыкания уплотнительных герметичных прокладок играют важную роль внутри турбины. При их ремонте необходимо производить механическую обработку, что возможно и экономически обосновано с помощью мобильных расточных станков. Линии разделения корпуса турбины при ремонте обычно обрабатываются мобильными фрезерными станками портального типа.

Ремонт лопаток турбины

Лопатки турбины работают в экстремальных условиях и, в конечном итоге, многие из них нуждаются в замене. Удаление их – очень трудоемкий процесс. Поэтому для этих операций наиболее эффективным будет использование специализированных мобильных станков. Одним из примеров могут служить решения от компании Mirage Machines (<https://www.itmash.ru/mirage-machines>), описание которых приведено ниже. Перед компанией Mirage Machines была поставлена задача разработки и производства мобильных станков для высверливания фиксирующих штифтов лопаток при восстановлении лопаток турбин и для обеспечения точного и эффективного способа вырезки изношенных и поврежденных лопаток. Решением стали специализированные станки PD760 и BLS760. Сверлильный станок PD760 является альтернативой стандартным дрелям пистолетного типа с оснасткой и существенным образом сокращает расход сверл. Станок BLS760 предназначен для вырезки изношенных и поврежденных наконечников лопаток. В результате с помощью сверлильного станка PD760 была увеличена точность операций, что привело к сокращению ремонта на 6 часов. Вырезной станок BLS760 не только обеспечил более безопасную работу его оператору, но и сократил время вырезки лопатки с 2 часов до 8 минут. Примером может служить 4 проекта ремонта турбин, которые были выполнены без каких-либо инцидентов, с отсутствием вынужденных простоев, а также в намного более короткий срок.



Рис. 2. Специализированные станки для высверливания фиксирующих штифтов лопаток PD760 и для обеспечения точного и эффективного способа вырезки изношенных и поврежденных лопаток BLS760.

Вспомогательная система

Безопасные и стабильные соединения на любых трубопроводах, сопряженных с турбиной, играют важную роль в ее эффективной и безопасной работе. Они должны быть установлены и обслуживаться должным образом, избегая механических повреждений соединений турбины, а также любой нежелательной вибрации. Протекающие фланцы на трубах, насосах и клапанах могут быть отремонтированы с помощью мобильных станков для обработки фланцев. А замена труб возможна с помощью специальных станков для обработки труб. Дефекты вибрации, вызванные неправильной и неустойчивой установкой двигателей и насосов, можно убрать с помощью мобильных фрезерных станков линейного или портального типов.

Резюме

Профилактическое обслуживание является ключом к длительному сроку службы турбины, но неизбежно некоторые компоненты будут изнашиваться, и поэтому должны быть либо отремонтированы, либо заменены. В этих случаях, когда требуется выполнение механической обработки, наиболее эффективным решением является использование

специализированного оборудования – мобильных станков различных типов - для быстрого, безопасного и своевременного выполнения работы.

Для дополнительных консультаций по подбору и поставкам мобильных станков (<https://www.itmash.ru/katalog/mobilnye-stanki-portativnye-perenosnye>) различных типов вы можете обратиться в компанию [«ИНТЕРТУЛМАШ»](#), опыт и технические знания специалистов которой обеспечат вам максимально эффективное решение ваших задач.

* - North American Electric Reliability Council - североамериканская корпорация по надежности электроснабжения - некоммерческая корпорация, основанная в Атланте, штат Джорджия, и образованная 28 марта 2006 года в качестве преемника Североамериканского совета по надежности электроснабжения.

** - Electric Power Research Institute - исследовательский институт электроэнергетики - является независимой американской некоммерческой организацией, которая проводит исследования и разработки, связанные с производством, поставкой и использованием электроэнергии, чтобы помочь в решении проблем, связанных с электричеством, включая вопросы надежности, эффективности, доступности, здравоохранения, безопасности и окружающей среды.

Автор: Богатырев Александр, компания «ИНТЕРТУЛМАШ» (www.itmash.ru).