

Список литературы

1. Куцубина Н.В. Совершенствование технической эксплуатации бумагоделательных и отделочных машин на основе их виброзащиты и вибродиагностики: монография/ Н.В. Куцубина, А.А. Санников. – Екатеринбург: Уральск. гос. лесотехн. ун-т, 2014 – 144 с.
2. Куцубина Н.В. теория и практика оценки технического состояния трубчатых валов бумагоделательных машин: монография/ Н.В. Куцубина. - Екатеринбург: Уральск. гос. лесотехн. ун-т, 2016 – 132 с.
3. ГОСТ 26493 – 85. Вибрация. Технологическое оборудование целлюлозно-бумажного производства. Нормы вибрации. Технические требования.
4. Горелик А. Решать наиболее острую проблему // Коммунист. – 1986. - №11. – С.41-43.
5. Ключев В.В. Техническая диагностика // Контроль. Диагностика.–2014. - №3. – С.5-11.
6. ГОСТ Р ИСО 18436-2-2005 Функции персонала в области вибрационной диагностики и контроля состояния машин.

---

УДК 676+62-7

**КОМПЛЕКСНЫЙ МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИКА  
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

**Сушко Андрей Евгеньевич,  
генеральный директор, ООО НПО «Диагностические технологии»,  
г. Москва, E-mail: [as@diatechnic.ru](mailto:as@diatechnic.ru)**

*Ключевые слова:* комплексное диагностирование, мониторинг, обслуживание и ремонт.

*Аннотация.* В докладе обосновываются направления развития диагностики технического состояния оборудования как основы совершенствования системы технического обслуживания и ремонта технологического оборудования различных отраслей промышленности, в том числе целлюлозно-бумажных производств.

**COMPLEX MONITORING AND DIAGNOSTICS  
THE TECHNICAL CONDITION  
OF MACHINERY AND EQUIPMENT**

**Sushko Andrey Evgenievich,  
general Director, LLC NPO «Diagnostic technologies»,  
Moscow, E-mail: [as@diatechnic.ru](mailto:as@diatechnic.ru)**

*Key words:* complex diagnosis, monitoring, maintenance and repair.

*Abstract.* The report substantiates the directions of development of diagnostics of the technical condition of the equipment as the basis for improving maintenance and repair of technological equipment of various industries, including pulp and paper production.

Специалисты НПО «Диатех» на протяжении многих лет занимаются вопросами повышения надежности эксплуатации роторного оборудования тепловых и атомных станций, металлургических и целлюлозно-бумажных комбинатов, предприятий оборонно-промышленного комплекса и оптимизацией затрат на его техническое обслуживание и ремонт с использованием современных методов и средств технической диагностики.

Деятельность НПО «Диатех» ориентирована на комплексное и экономически эффективное решение задач обеспечения безаварийной эксплуатации и оптимального обслуживания в рамках всего предприятия. Разовое выполнение работ по вибродиагностике не решает основных проблем по поддержанию работоспособного состояния оборудования и сокращению расходов на его обслуживание и ремонт. Необходимо решение целого комплекса задач, связанных с первичным техническим аудитом, оснащением служб предприятия современными аппаратно-программными измерительными средствами, организацией мониторинга технического состояния оборудования и его поузловой диагностики, повышением качества ремонтов за счет внедрения стендового контроля, балансировки, центровки, обучения специалистов [1,2].

Последствиями экономии на диагностике и мониторинге стала авария на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 году. В результате аварии погибло 75 человек, оборудованию и помещениям станции нанесен серьезный ущерб. Последствия аварии отразились на экологической обстановке акватории, прилегающей к ГЭС, на социальной и экономической сферах деятельности всего региона.

В итоговом докладе парламентской комиссии по расследованию обстоятельств, связанных с возникновением ЧС на Саяно-Шушенской ГЭС отмечалось [3]: «...не был должным образом организован постоянный контроль технического состояния оборудования оперативно-ремонтным персоналом... Основной причиной аварии стало непринятие мер к оперативной остановке второго гидроагрегата и выяснению причин вибрации».

Развитие промышленности может быть описано вторым законом диалектики - «переходом количественных изменений в качественные». Так, первая промышленная революция в первой половине XIX века (переход от ручного труда к машинному) вызвала колоссальный рост производительности труда, ускоренный урбанизацией, началом быстрого экономического роста и увеличением жизненного уровня населения.

Второй промышленной революцией в конце XIX века и начале XX века называют распространение поточного производства и конвейерных линий, железных дорог, электричества и химикатов.

Третьей (цифровой) промышленной революцией считают переход от аналоговых технологий к цифровым, внедрение систем АСУ и информационно-коммуникационных средств. В рамках продолжающейся сейчас третьей промышленной революции зарождается четвертая, суть которой заключается в тотальной автоматизации и роботизации. Человеческий фактор во многих случаях будет исключен, и сама система будет принимать технические решения, основываясь на показаниях аппаратуры.

Контроль технического состояния оборудования на основе различных методов технического диагностирования зародился в конце второй промышленной революции и в настоящее время интенсивно развивается, обеспечивая основные задачи современного производства: повышение эффективности управления производством и оптимизацию затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования.

Поставленные задачи осуществляются посредством мониторинга оборудования и своевременной оценке его технического состояния. Основная цель мониторинга – обеспечение безопасности, функциональной надежности, снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования, повышение качества ремонтов, уменьшение потерь от простоев в результате отказов и преждевременных выводов в ремонт, выявление причин повышенной вибрации оборудования и их устранение.

Эффективный комплексный мониторинг всего производства обеспечивает оценку текущего технического состояния всего парка основного и вспомогательного технологического оборудования, его диагностику и прогноз остаточного ресурса с использованием всего арсенала методов и средств технического диагностирования. Данный мониторинг предусматривает проверку качества изготовления и монтажа, контроль в процессе эксплуатации, органи-

зацию системы предремонтного и послеремонтного контроля, совершенствование ремонтного процесса.

Для предприятий ЦБП комплексный мониторинг включает следующие мероприятия:

- общий контроль текущего состояния оборудования;
- диагностику основного технологического оборудования: древесно-подготовительного, древесно-массного, бумагоделательных и отделочных машин, целлюлозного оборудования;
- диагностику вспомогательного оборудования (электродвигателей, насосов, вентиляторов, компрессоров и др.);
- последовательный и непрерывный мониторинг и углубленную диагностику основного и вспомогательного оборудования;
- виброзащиту особо ответственного оборудования (насосно-компрессорного оборудования целлюлозных производств);
- балансировку валов, цилиндров, роторов основного и вспомогательного оборудования;
- входной контроль подшипников качения на специальном стенде;
- центровку (выверка соосности) валов приводов (двигателя и редуктора, редуктора и приводной конструкции), устранение внутренней несоосности и муфт;
- обеспечение параллельности осей батареи валов, а также валов, связанных гибкой упругой лентой (сукном, сеткой, бумагой);
- послеремонтный контроль электродвигателей, насосов, вентиляторов, редукторов и других типовых конструкций на специализированных стендах.

Естественно, что реализация входного контроля технического состояния оборудования на специальных стендах возможна лишь для крупных предприятий ЦБП или для группы предприятий различных отраслей промышленности, сосредоточенных в регионе. Электродвигатели, редукторы, муфты, подшипники и другие типовые конструкции имеют схожие дефекты, повреждения, отклонения. Входной контроль их технического состояния может производиться на близком смежном предприятии.

Для входного контроля, диагностики и балансировки составных частей оборудования ЦБП промышленность выпускает соответствующие стенды и установки. Для балансировки роторов вспомогательного оборудования (якоря электродвигателей, роторы насосов, компрессоров, оборудования для производства древесной массы) выпускаются резонансные балансировочные станки грузоподъемностью от 10 кг до 3 тонн, вертикальные балансировочные станки рабочих колес насосов, компрессоров, крыльчаток, дисков.

Для балансировки валов, цилиндров бумагоделательных машин могут использоваться резонансные балансировочные станки грузоподъемностью до 65 тонн, в том числе балансировочный станок *БМ 20* грузоподъемностью 20 тонн, спроектированный специально для балансировки валов и цилиндров бумагоделательных машин.

Для многоплоскостной балансировки валов в собственных подшипниках предназначен комплекс *UMS-16*.

Для входного контроля подшипников качения также разработан ряд установок. Так, фирма «Диатех» предлагает для входного контроля подшипников стенды *СВК-А* и *ПРОТОН*.

Для центровки и выверки валов используется система лазерной центровки *КВАНТ*, система выверки геометрии *Easy Laser* и различные устройства и приспособления для выверки валов, соединяемых муфтами.

Стеновый комплекс *UMS-16* используется для диагностики электродвигателей по вибрации, току и температуре.

При комплексном диагностировании технологического оборудования на предприятиях ЦБП необходимы хранение, обработка и поиск сотен тысяч записей диагностической информации в виде спектров вибрации, вибрационных сигналов и других диагностических критериев. Специалистами НПО «Диатех» разработана программная среда *SAFE PLANT*, которая представляет собой единую интеллектуальную платформу для сбора, хранения, отображения и анализа различной диагностической информации с целью повышения надежно-

сти эксплуатации и эффективности обслуживания и ремонта всего парка технологического оборудования на основании сведений о его фактическом и прогнозируемом состоянии. Она включает информацию о периодическом и постоянном мониторинге оборудования, о расширенных испытаниях, стендовом контроле технологического оборудования, которая в адаптированном виде пригодна для использования службой диагностики, службами отдельных производств или цехов, а также ремонтным персоналом.

Основные преимущества платформы *SAFE PLANT*: глобальность, универсальность, масштабируемость, интегрируемость, распределенность, совместимость.

**Глобальность.** *SAFE PLANT* обеспечивает единое информационное пространство для достоверного контроля текущего состояния и своевременного планирования технического обслуживания и ремонта всего парка технологического оборудования. В систему поступают результаты измерений от службы диагностики; данные периодического контроля от соответствующих служб, производств или цехов; объемы работ по техническому обслуживанию и ремонту, по балансировке и выверке. Введенная информация используется отделом планирования при оценке сроков и объемов ремонтных работ, отделом закупок для формирования перечня необходимых деталей и узлов. Руководство предприятия своевременно получает сведения о техническом состоянии оборудования.

Иначе под глобальностью понимается эффективный обмен данными между различными подразделениями предприятия: службой диагностики, производственными подразделениями, ремонтными структурами, отделами главного механика, главного энергетика, главного технолога, отделом снабжения.

**Универсальность.** Пакет программ *SAFE PLANT* позволяет осуществлять взаимодействие информации, полученной с использованием различных видов измерительных систем: виброметров, анализаторов, многоканальных блоков, стендовых комплексов, стационарных систем, а также приборов тепловизионного и иных методов неразрушающего контроля различных производителей. Создается единая база данных для просмотра и совместного анализа результатов измерений всех измерительных систем, включая балансировочные станки, системы центровки, стендовые системы.

**Масштабируемость.** Возможность добавления в пакет программ *SAFE PLANT* новых объектов: технологических позиций, участков, производств, а также новых отраслей промышленности, дополнительных структурных подразделений и предприятий, участвующих в организации обмена данными в рамках единого диагностического пространства. В частности, область применения программ может быть расширена путем включения в нее предприятий целлюлозно-бумажных производств, где функционируют структуры диагностики технологического оборудования. К таким предприятиям можно отнести АО «Соликамскбумпром», АО «Монди Сыктывкарский ЛПК» и ряд других предприятий ЦБП.

**Интегрируемость.** В программном обеспечении *SAFE PLANT* организовано гибкое взаимодействие с внешними аппаратными и программными системами, такими как системы АСУТП, EAM/ERP/SCADA системы. Предусмотрен импорт необходимой информации из АСУТП или SCADA в единую базу данных, а также экспорт результатов диагностики оборудования с перечнем узлов для замены в ремонтные модули EAM/ERP систем.

Платформа *SAFE PLANT* имеет весь необходимый функционал для построения эффективной общезаводской системы контроля состояния всего парка технологического оборудования с целью повышения надежности его эксплуатации и организации эффективной стратегии обслуживания и ремонта.

### Список литературы

1. Сушко А.Е. практические аспекты внедрения системы вибрационной диагностики в условиях современных промышленных производств// Вибрация машин: измерение, снижение, защита. – 2007. - №4. – С.24-30.

2. Сушко А.Е., Грибанов В.А. Проблемы оценки технического состояния динамического оборудования опасных производственных объектов//безопасность труда в промышленности. – 2011. - №10. – С.58-65.

3. Беклемишев А.В., Сушко А.Е. и др. Четвертая промышленная революция в сфере ТОиР на ПАО «Уралмаш»// Prostoev.NET. – 2006. - №4. - С.4-19.

---

УДК 676+678

**ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ПРИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ  
ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

**Буторин Сергей Михайлович,  
исполнительный директор, ООО НПП «Уником-Сервис»,  
г. Первоуральск, E-mail: [sbutorin@unikom-service.ru](mailto:sbutorin@unikom-service.ru)**

***Ключевые слова:** полимерные материалы, бумагоделательные машины, привод, покрытие валов.*

***Аннотация.** В работе обобщается опыт ООО НПП «Уником-Сервис» по применению полиуретана в оборудовании ЦБП.*

**THE USING POLYMERIC MATERIALS IN THE TECHNICAL  
OPERATION OF THE EQUIPMENT PULP AND PAPER  
PRODUCTIONS'**

**Butorin Sergey Mikhailovich,  
executive Director, the RAPE "UNIKOM-SERVICE", Ltd.,  
Pervouralsk, E-mail: [sbutorin@unikom-service.ru](mailto:sbutorin@unikom-service.ru)**

***Key words:** polymeric materials, paper machines, drive, coating shafts.*

***Abstract.** The article generalizes the experience the RAPE "UNIKOM-SERVICE", Ltd. for the application of polyurethane equipment in the pulp and paper industry.*

Изделия из полиуретана используются во многих отраслях промышленности. Это полиуретановые уплотнения для гидравлики и пневматики, гуммированные полиуретаном валы, футерованные трубы, очистные скребки и цельнолитые поршни для нефтегазопроводов, отбойные устройства для гидротехнических сооружений, детали узлов для железнодорожного транспорта и тяжелого машиностроения, нестандартные цельнолитые детали сложной геометрии и др. [1].

Ведущим производителем изделий из полиуретана на российском рынке является научно-производственное предприятие «Уником-Сервис». Предприятие выпускает более 2000 видов изделий для различных отраслей российской промышленности.

Полиуретан обладает уникальными свойствами:

высоким сопротивлением разрыву и выносливостью при многократном периодическом нагружении;

низким коэффициентом трения, высокой износостойкостью при трении;

хорошими демпфирующими свойствами и устойчивостью к ударным воздействиям;

сохранением модуля упругости при низких температурах;

стойкостью к воздействию воды, масел, микроорганизмов.