

УДК 681.518.54

Дементьев Анатолий Иванович,

к.т.н., доцент, профессор кафедры «Машины и аппараты химических производств»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: anatdementev@mail.ru

Подоплелов Евгений Викторович,

к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Машины и аппараты химических производств»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: uch_sovet@angtu.ru

Петрушина Анна Дмитриевна,

студентка кафедры «Машины и аппараты химических производств», ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет», e-mail: tut.ann4@yadex.ru

СИСТЕМА СТАЦИОНАРНОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ДИНАМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Dement'ev A.I., Podoplelov E.V., Petrushina A.D.

THE SYSTEM OF STATIONARY MONITORING OF THE TECHNICAL CONDITION
OF DYNAMIC EQUIPMENT

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы мониторинга технического состояния динамического оборудования промышленных предприятий, обеспечивающего принятие обоснованных решений по его текущему обслуживанию и выводу в ремонт.

Ключевые слова: система стационарного мониторинга, динамическое оборудование, дефект.

Abstract. The paper considers the issues of monitoring the technical condition of dynamic equipment of industrial enterprises, which provides informed decisions on its current maintenance and commissioning.

Keywords: stationary monitoring system, dynamic equipment, defect.

Надежная и безаварийная работа динамического оборудования нефтеперерабатывающих предприятий достигается за счет своевременного проведения его технического обслуживания и ремонта (ТОиР). Связанные с этим затраты являются одним из основных показателей производственно-хозяйственной деятельности этих предприятий. Большую часть динамического оборудования на нефтеперерабатывающих предприятиях с непрерывным характером производства составляет динамическое оборудование, которое задействовано в основном производстве. Эффективно организованная система его ТОиР в значительной степени способствует повышению качества и конкурентоспособности продукции предприятий на мировом рынке. С появлением новых разработанных технических средств стало возможным повышение надежности и безаварийной работы данного оборудования – сокращение количества и объемов его ремонтов, количества необходимых запасных частей и материалов. Надежная и безаварийная эксплуатация динамического оборудования на предприятиях нефтепереработки неразрывно свя-

зана с оценкой его технического состояния на всех этапах его жизненного цикла: в прошлом, настоящем и в будущем. Для этого динамическое оборудование оснащают специальными системами, которые называются системами стационарного мониторинга (ССМ).

Мониторинг диагностического параметра – это процесс наблюдения во времени за изменением параметра – вибрации, температуры, тока и т.д., отражающего изменение технического состояния диагностируемого оборудования [1-3]. Для обеспечения мониторинга технического состояния динамического оборудования проводится его оснащение датчиками различных физических величин, которые обеспечивают контроль над изменением выбранных диагностических параметров [4-6].

ССМ оснащается динамическое оборудование технологических установок, занимающее ключевые позиции в технологическом процессе и определяющее безопасность производства, внезапный отказ которого может привести к техногенной аварии (взрыву, пожару) или существенному снижению тех-

нико-экономических показателей производства [7]. На сегодняшний день разработано много различных ССМ, поэтому рассмотрим основные технические требования, которым должна отвечать разработанная ССМ для динамического оборудования, а так же отдельное оборудование и датчики этих систем. Во-первых, при проектировании ССМ должны использоваться, по крайней мере, следующие нормативно-технические документы:

1) РД 50-682-89. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Общие положения;

2) РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Требования к содержанию документов;

3) ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения;

4) ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения;

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

6) ГОСТ Р 53564-2009. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Требования к системам мониторинга;

7) ГОСТ Р 53563-2009. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Порядок организации;

8) ГОСТ 32106-2013. Контроль состояния оборудования опасных производств. Вибрация центробежных насосных и компрессорных агрегатов;

9) ANSI/API 670. Vibration. Axial Position. and Bearing Temperature Monitoring Svstems.

Во-вторых, ССМ должна строиться с учетом структуры и топологии объекта мониторинга. При этом должны выделяться следующие уровни иерархии системы: 1) Агрегатный уровень; 2) Уровень установки/цеха; 3) Уровень завода.

Агрегатный уровень должен включать в себя измерительные каналы, в т.ч. измерительные преобразователи и систему передачи результатов измерений. На этом уровне должно выполняться непосредственное измерение контролируемых параметров, коммутация измерительных каналов и пере-

дача измеренных данных на уровень установки/цеха. ССМ должна измерять и контролировать следующие параметры. Для центробежных насосных агрегатов (в том числе дымососов, газовоздуходувок): абсолютную вибрацию подшипниковых опор электродвигателя и насоса в двух взаимно перпендикулярных направлениях, осевую вибрацию агрегата, температуру подшипников насоса и электродвигателя, температуру обмотки статора электродвигателя и силу тока (при необходимости). Для поршневых компрессоров критического уровня риска: температуру клапанов, уплотнений штоков, направляющих крейцкопфов, положения штоков в двух плоскостях, ударные нагрузки крейцкопфа, абсолютную вибрацию (среднеквадратическое значение виброскорости) станины и подшипниковых опор электродвигателя, динамическое давление в цилиндрах, число оборотов электродвигателя. Для центробежных компрессоров критического уровня риска: относительные перемещения ротора компрессора во взаимно перпендикулярных направлениях, осевое смещение ротора компрессора, абсолютную вибрацию подшипниковых опор электродвигателя и мультипликатора, число оборотов электродвигателя, температуру вкладышей подшипников компрессора и электродвигателя, температуру обмоток статора электродвигателя. Для винтовых компрессорных агрегатов: абсолютную вибрацию подшипниковых опор электродвигателя в двух взаимно перпендикулярных направлениях, осевую вибрацию электродвигателя, абсолютную вибрацию подшипниковых опор компрессора, осевое смещение ротора компрессора.

Уровень установки/цеха должен включать в себя контроллеры или другие устройства, осуществляющие измерения, сбор, контроль, мониторинг по всем измерительным каналам, шкафы для коммутации, автоматизированное рабочее место (АРМ) оперативного персонала. АРМ – программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий индикацию текущего технического состояния агрегатов, хранение информации (значений параметров).

Уровень завода должен включать в себя сервер – программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий сбор и хранение информации (значений параметров), получаемой от агрегатных подсистем, а также предоставляющий доступ АРМ к накопленной ин-

формации. АРМ специалиста по диагностике – программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий на уровне специалистов завода слежение за техническим состоянием оборудования и проведение детального анализа данных о его изменении.

В-третьих, к каждой ССМ предъявляются требования, связанные с проведением измерений. Система должна обеспечивать возможность сбора, обработки на уровне контроллеров и сохранение в базе данных синхронно и параллельно следующих данных: размах виброперемещения, среднеквадратическое значение (СКЗ) виброускорения, виброскорости и виброперемещения полигармонической относительной или абсолютной вибрации, тренд изменения параметров, временная реализация сигнала вибрации для каждого канала измерения вибрации.

В-четвертых, ССМ должна обеспечивать пожаробезопасность, взрывобезопасность и электробезопасность обслуживающего персонала, самой системы, сопрягаемых с ней систем окружающей природной среды. Датчики и формирователи сигнала частот системы, находящихся во взрывоопасной или пожароопасной зоне, должны иметь маркировку по взрывозащите в соответствии с требованиями научно-технической документации по защите от проникновения воды и пыли. При этом никакие ошибочные действия персонала системы не должны приводить к аварийной ситуации в системе и на объекте эксплуатации. ССМ должна соответствовать требованиям Росстандарта РФ по безопасности и метрологии. Надежность системы должна достигаться за счет использования

процедур обнаружения программных и аппаратных сбоев и отказов, а также за счет минимизации времени восстановления работоспособности.

В-пятых, к ССМ предъявляются следующие требования по сохранности информации при авариях. ССМ должна иметь энергонезависимую память, позволяющую при отключении питания сохранять полную конфигурацию системы, значения уставок сигнализаций и блокировок. Для обеспечения сохранности информации в диагностической станции системы мониторинга должен быть установлен источник бесперебойного питания (ИБП). ССМ должна предусматривать автоматический перезапуск системы при некорректных внешних воздействиях.

В-шестых, к ССМ предъявляются следующие требования по метрологическому обеспечению [8-10]. ССМ должна соответствовать требованиям Росстандарта РФ по метрологии. Калибровка каналов должна осуществляться метрологической службой исполнителя, которая должна быть аккредитована Росстандартом РФ, либо органами Росстандарта РФ.

В заключение можно сделать следующий вывод: рассмотренные требования к системе мониторинга позволяют разработать систему, которая сможет определить момент зарождения дефекта и спрогнозировать время, при котором объект придет в критическое состояние. К этому времени можно подготовить специалистов и требуемые комплектующие изделия, что позволит сократить время ремонта и простоя дорогостоящего оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барков, А. В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации: Учебное пособие / А. В. Барков, Н. А. Баркова, А. Ю. Азовцев. – СПб. : Изд. центр СПбГМТУ, 2000. – 159 с.
2. ГОСТ 32106-2013. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация центробежных насосных и компрессорных агрегатов. – М. : ФГУП «Стандартинформ», 2014. – 8 с.
3. ГОСТ Р 53563 – 2009. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Порядок организации. – М. : «Стан-

дартинформ», 2010. – 8с.

4. Костюков, В. Н. Мониторинг безопасности производства / В. Н. Костюков. – М. : Машиностроение, 2002. – 204 с.

5. Костюков, В. Н. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: Учебное пособие – 2-е изд., с уточн. / В. Н. Костюков, А. П. Наumenко. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2014. – 372 с.

6. Костюков, В. Н. Мониторинг состояния и рисков эксплуатации оборудования в реальном времени – основа промышленной безопасности. В кн.: Федеральный справочник / В. Н. Костюков, А. В. Костюков, Н. А. Махутов. – М. : НП «Центр страте-

гического партнерства», 2012. – Т. 26. – С. 321-326.

7. Системы мониторинга опасных производственных объектов. Общие технические требования: СА 03-002-05. Стандарт ассоциации Ростехэкспертиза. – М.: Изд-во «Компрессорная и химическая техника», 2005. – 42 с.

8. Валеев, С. И. Техническая диагностика. Учебное пособие / С. И. Валеев, С. И. Поникаров. – Казань: Изд-во Академии наук Республики Татарстан, 2015. – 124 с.

9. Носов, В. В. Диагностика машин и оборудования: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. / В. В. Носов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 384 с.

10. Ушаков, О. О. Разработка системы стационарного мониторинга технического состояния динамического оборудования / О. О. Ушаков, А. И. Дементьев, Е. В. ПодоPLEЛОВ // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2020. – Т. 1. – № 7. – С. 75-76.

УДК 628.345.1

Джарбинадзе Павел Викторович,
магистрант, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: Pavilik42195@yandex.ru
Раскулова Татьяна Валентиновна,
д.х.н., зав. кафедрой «Химическая технология топлива»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: raskulova@list.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЮМОХЛОРИДНОЙ ВОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭТИЛБЕНЗОЛА В КАЧЕСТВЕ КОАГУЛЯНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИСТИРОЛА

Dzharbinadze P.V., Raskulova T.V.

USE OF ALUMINUM CHLORIDE WATER FROM ETHYLBENZENE PRODUCTION AS A COAGULANT FOR PURIFICATION OF WASTEWATER FROM POLYSTYRENE PRODUCTION

Аннотация. Проанализированы стадии образования химически загрязненной воды в процессах производства суспензионного полистирола. Предложено использовать алюмохлоридную воду (отход производства этилбензола) в качестве коагулянта для очистки водных растворов производства полистирола. Определены необходимые соотношения реагентов для очистки, проведены экспериментальные исследования. Внедрение предложенного способа очистки позволит снизить затраты на выпуск готовой продукции (полистирола), а также уменьшить сброс сточной воды производства этилбензола в систему промышленной канализации.

Ключевые слова: сточные воды, коагуляция, флокуляция, хлорид алюминия.

Abstract. The stages of formation of chemically contaminated water in the production processes of suspension polystyrene are analyzed. It is proposed to use aluminum chloride water (a waste product from the production of ethylbenzene) as a coagulant for the purification of mother water solutions of polystyrene production. The necessary ratios of reagents for purification were determined and experimental studies were carried out. The introduction of the proposed cleaning method will reduce the cost of producing finished products (polystyrene), as well as reduce the discharge of wastewater from ethylbenzene production into the industrial sewerage system.

Keywords: waste water, coagulation, flocculation, aluminum chloride.

Полистирол представляет собой один из наиболее распространенных крупнотоннажных промышленных синтетических полимеров. Мировой объем производства полистирольных материалов в 2023 году составил 12,46 млн. тонн [1]. Российский рынок полистирола характеризуется меньшими объемами: по данным НИУ ВШЭ [2] в 2020

году российскими предприятиями было произведено порядка 600 тыс. тонн.

Основным способом промышленного производства полистирола является суспензионная полимеризация, проводимая в водной фазе. Для проведения суспензионной полимеризации в реактор подается вода и исходный мономер, нерастворимый в воде. За