

УДК 681.5

Л.Н. Дергачева, В.А. Резников

Донецкий национальный технический университет, г.Донецк
кафедра системного анализа и моделирования
E-mail: nsdln@mail.ru

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ

Аннотация

Дергачева Л.Н., Резников В.А. Система управления эксплуатацией паровой турбины по техническому состоянию. Приведены структура и алгоритм работы подсистемы контроля технического состояния паровой турбины. Показаны способы отображения результатов контроля основных технологических параметров.

Ключевые слова: паровая турбина, надежность SCADA-система, технологические параметры, подсистема контроля.

Цель статьи – повышение эксплуатации паровой турбины за счет обеспечения службы ТОР информации о действительном состоянии объекта управления.

Постановка проблемы. Паровая турбина является основным и наиболее важным технологическим элементом современной тепловой электростанции (ТЭС). Поэтому повышение эксплуатационной надежности паровой турбины, достигаемое за счет применения эффективных стратегий технического обслуживания и ремонта (ТОР), является задачей актуальной.

Опыт эксплуатации паровых турбин в условиях Старобешевской ТЭС показывает, что на их долю приходится 15-25% всех отказов оборудования ТЭС. Это обусловлено, в том числе, и применением неэффективных стратегий технического обслуживания и ремонта, что, в свою очередь, связано с отсутствием у службы ТОР информации о действительном технологическом состоянии оборудования.

В данной статье приведены результаты разработки системы автоматического контроля основных технологических параметров (как подсистема SCADA-системы), позволяющей управлять эксплуатацией паровой турбины по её действительному техническому состоянию.

Структура и алгоритм работы подсистемы. Паровые турбины относятся к объектам контроля непрерывного использования [1], основной причиной их отказов являются деградационные процессы [2], и потому задача службы ТОР заключается в обоснованном планировании сроков и объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту, что возможно при наличии соответствующих моделей сохранения работоспособности.

В свою очередь, для формирования указанных моделей необходим достаточно большой объем измерительной информации [3].

Такую информацию (по объему и содержанию) может обеспечить SCADA-система, которая осуществляет непрерывный контроль практически всех параметров, необходимых для автоматического и автоматизированного управления паровыми турбинами.

Поэтому обоснованным является синтез системы контроля технического состояния паровой турбины как подсистемы SCADA-системы.

Разработанная подсистема (см. рис. 1) состоит из блока обработки и хранения информации и блока отображения технического состояния.

В качестве контролируемых параметров приняты [2,4]:

- а) температура пара;
- б) давление пара;
- в) частота вращения выходного вала турбины;
- г) уровень вибрации цилиндров низкого, среднего и высокого давления.

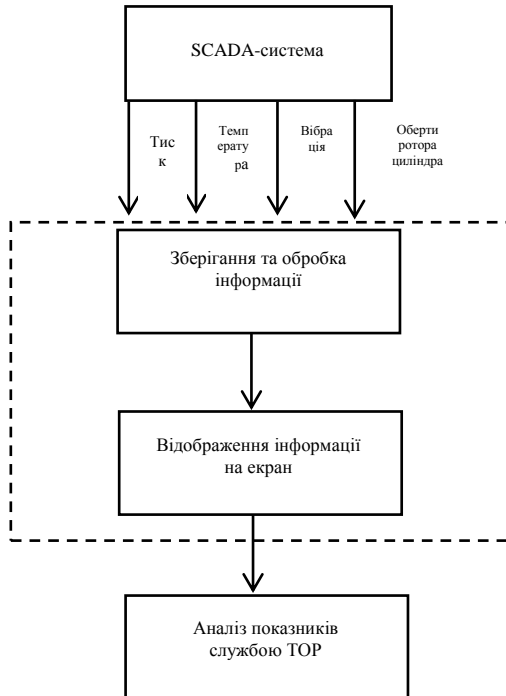


Рисунок 1 – Подсистема контроля технического состояния паровой турбины

Блок-схема алгоритма работы подсистемы контроля технического состояния паровой турбины показана на рис. 2.

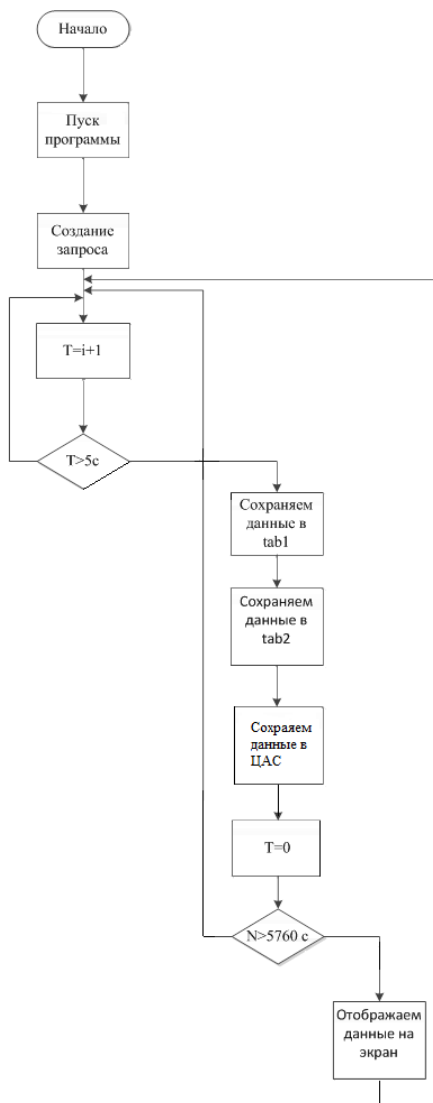


Рисунок 2 – Алгоритм работы подсистемы контроля технического состояния паровой турбины

Измерение указанных ранее параметров осуществляется каждые 5 секунд. Результаты измерений заносятся во временную таблицу (tab 1), а затем (после накопления информации за заданный промежуток времени) в главную таблицу

(таб 2) и в центральный архивный сервер (ЦАС), где формируется база данных (см. рис 2).

Эксплуатационный персонал имеет возможность обратиться к базе данных и отобразить на экране монитора интересующую его информацию.

Способы отображения результатов контроля. Согласно работам [2,4,5] длительная работа паровой турбины разрешена, если температура и давление находятся в таких пределах:

$$P = P^{н\text{о}\text{м}} \pm 5 \text{кГс/см}^2 \quad (1)$$

$$T = T^{н\text{о}\text{м}} + 5^\circ \text{C}, T^{н\text{о}\text{м}} - 10^\circ \text{C}, \quad (2)$$

где P – давление пара; T – температура пара

Кратковременная, бесперебойная работа паровой турбины на протяжении 30 минут при отклонении параметров от номинальных разрешается в таких пределах:

$$P = P^{н\text{о}\text{м}} \pm 6 \text{кГс/см}^2 \quad (3)$$

$$T = T^{н\text{о}\text{м}} + 6^\circ \text{C}, T^{н\text{о}\text{м}} - 10^\circ \text{C} \quad (4)$$

При этом частота вращения выходного вала паровой турбины должна быть строго 3000 об/мин (50 Гц).

Учитывая указанные технологические требования, а также требования службы ТОР, нами предложено отображать результаты контроля температуры и давления пара, например за одну смену в виде почасовых диаграмм, показанных на рис. 3 и рис. 4.

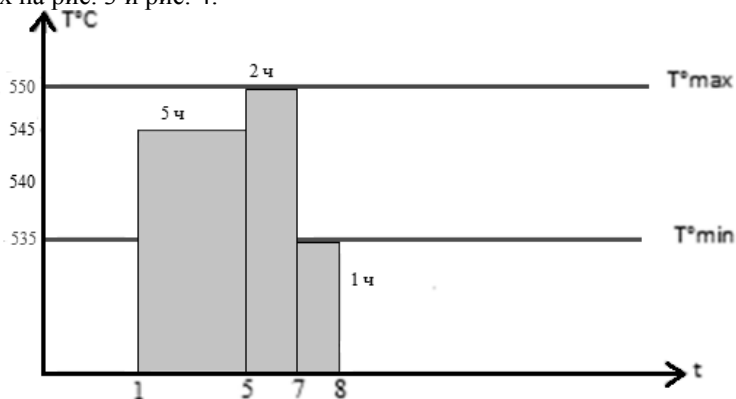


Рисунок 3 – Изменение температуры пара за одну смену

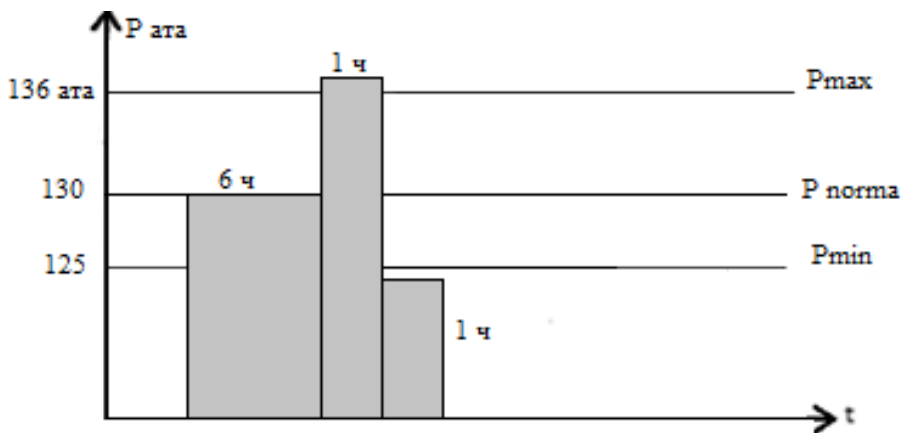


Рисунок 4 – Изменение давления пара за одну смену

Для контроля вибрации использованы отраслевые нормативы [5], а также названия технических состояний, регламентируемые международными стандартами [6,7,8], как показано на рис. 5.

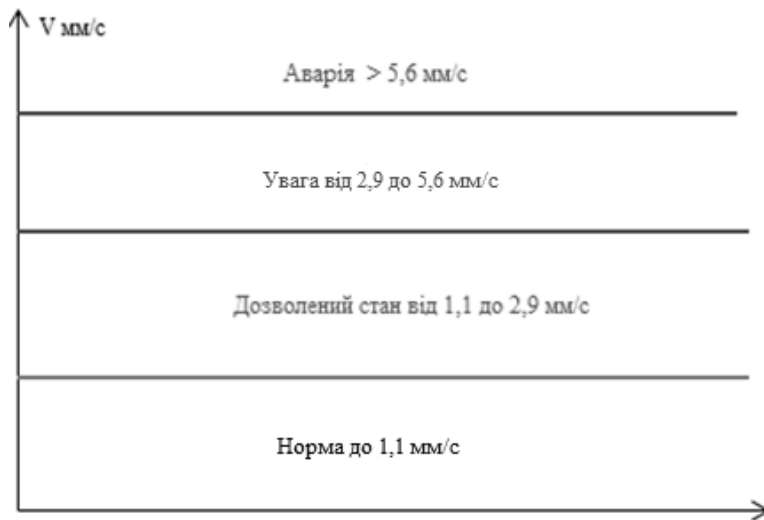


Рисунок 5 – Граничные значения интенсивности вибрации

Это позволяет отображать результаты контроля в виде световых индикаторов «Норма», «Допустимое значение», «Внимание» и «Авария» и тем

самым реализовать предупреждающий прогноз технического состояния паровой турбины.

Отображение же (по вызову) диаграммы, показанной на рис.5, позволяет реализовать разрешающий прогноз, поскольку данная диаграмма наглядно показывает степень близости вибрации к тому или иному техническому состоянию [9, 10].

Выводы. Предлагаемая система автоматического контроля технического состояния позволяет повысить эффективность эксплуатации паровой турбины за счет:

- а) обоснованного планирования сроков и объемов работ по ТОР;
- б) сокращения длительности работ по ТОР, поскольку создается возможность предварительного определения наиболее «слабых» структурных элементов объекта;
- в) ограничения количества обслуживающего персонала.

Список литературы

1. Калявин В.П., Малышев А.М., Мозгалевский А.В. Организация систем диагностирования судового оборудования. – Л.: Судостроение, 1991. – 208 с.
2. Прохоренко В.А., Смирнов А.Н. Прогнозирование качества систем. – Минск: Наука и техника, 1976. – 200 с.
3. Технические средства диагностирования: Справочник / Под общей редакцией В.В.Клюева. – М.: Машиностроение, 1989 с.
4. Ковалевский А.Н. Паровые турбины: учебник/ Ковалевский А.Н. – М.: Феникс, 2001. – 178 с.
5. Бойко Н.С. Пуск современных тепловых электростанций Украины: учебник / Бойко Н.С. – К.: Энергия, 2008. – 246 с.
6. Таран В.П. Диагностирование электрооборудования. – Киев: Техника, 1983. – 200 с.
7. ИСО 2372. Вибрация механическая машин с частотой вращения от 10 до 200 об/с.
8. ИСО 3945-85. Вибрация механическая больших вращающихся машин с диапазоном частот вращения от 10 до 200 об/с и оценка интенсивности вибрации на месте.
9. ИСО 108. Измерение и оценка механической вибрации и удара. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации.
10. Гольдин А.С. Вибрация роторных машин: учебник / Гольдин А.С. – М.: Машиностроение, 2000. – 344 с.