

УДК 621.165

Пути совершенствования маслосистем паротурбинных установок

Кошелев Егор Васильевич

egor-koshelev01@mail.ru

Шитохина Ольга Григорьевна

shitohina@bmstu.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Рассмотрена структура маслосистемы паротурбинной установки, а также оборудование, входящее в состав ее подсистем. Рассмотрены основные требования, предъявляемые к рабочей жидкости маслосистемы. Описаны основные тенденции совершенствования маслосистем на основе обзора патентов и научных публикаций в области маслосистем паротурбинных установок. Сформулированы пути совершенствования маслосистем, обеспечивающие надежность, бесперебойность и эффективность их работы.

Ключевые слова: маслосистема, система смазки, система управления, система регулирования, паротурбинная установка, интенсификация теплообмена

От правильного функционирования системы маслоснабжения зависит долговечность и бесперебойность работы паротурбинной установки (ПТУ). В состав маслосистемы ПТУ входят подсистемы смазки рабочих элементов, управления, регулирования и защиты ПТУ.

Система смазки паротурбинной установки предназначена для обеспечения смазкой опорных, упорных подшипников турбины, зубчатой передачи, подшипников, мощных вспомогательных механизмов, а также для отвода теплоты от смазываемых узлов [1]. В ее состав входят, расходная и запасная масляные цистерны, цистерна грязного масла, масляные насосы различных исполнений, масляные фильтры, маслоохладители и маслоподогреватели, масляные сепараторы и т. д.

Электрогидравлическая система регулирования и защиты паровой турбины предназначена для поддержания основных рабочих параметров турбины в режимах электрической и тепловой нагрузки. Система состоит из трех основных частей — гидравлической, электрогидравлических преобразователей и электрической. Гидравлическая часть предназначена для перемещения рабочих органов таких, как клапаны и диафрагмы, с помощью сервомоторов. Электрогидравлические преобразователи — обеспечивают связь между гидравлической частью и электрической по средством обратной связи. Электрическая часть производит измерение основных параметров турбины, анализ состояния и выработку управляющих воздействий. Электрическая часть предназначена для управления частотой вращения ротора турбины при пусках, остановках, а также для синхронизации генератора с сетью, управления мощностью турбогенератора.

Важным параметром, влияющим на бесперебойную работу маслосистемы, является тип используемого масла. Выбор масла зависит от конкретных

условий эксплуатации ПТУ. Рабочая температура основных узлов паротурбинной установки может достигать 500–600 °С. Поэтому в маслосистеме ПТУ используют специальные турбинные масла средней вязкости, например ТП-22, ТП-30, Т-46 [2], они содержат антиокислительные, деэмульгирующие и антикоррозионные присадки.

Для улучшения характеристик минеральных масел к ним добавляют синтетические масла. Полусинтетические масла имеют высокую термоокислительную стабильность, высокий индекс вязкости, обеспечивающий оптимальную толщину масляной пленки, как при низких, так и при высоких температурах, а также позволяющий сохранить текучесть масла при запуске ПТУ в условиях экстремально низких температур. Полусинтетическим маслам свойственна низкая испаряемость и не горючесть.

Система восстановления масел с помощью добавления присадок, позволяет улучшить свойства, изнашивающихся со временем, масел при помощи очистки масла и добавления комплекса специальных присадок [3]. Это позволяет продлить срок службы масла, не прибегая к полной замене рабочей жидкости маслосистемы.

Разработка новейших синтетических масел на основе синтезируемых полимеров [4] отличающихся лучшими характеристиками от минеральных полусинтетических масел по антиокислительной способности, гигроскопичности, деэмульгируемости, антикоррозионным свойствам, стойкости, трибологическим свойствам.

Для интенсификации процессов теплообмена в маслоохладителях устанавливают трубки из нержавеющей стали, а также применяют новые поверхности, в том числе различно профилированные и оребренные трубки. Профильных витые трубки имеют искусственную шероховатость как с наружной, так и с внутренней стороны [5]. Это приводит к турбулизации и изменению траектории движения потоков теплоносителей. Интенсификация теплообмена в маслоохладителях.

Потери в трубопроводах оказывают негативное влияние на работу маслосистемы в целом. Для этого разрабатываются различные способы по снижению потерь в самих трубопроводах [6]. Добавление устройства, создающего вибрации приводит к разрушению пограничного слоя, контрастирующего с жидкостью тем самым снижая сопротивление трения в трубопроводе.

Применение автоматического переключения распределителя масла [7] позволяет улучшить виброакустические характеристики и экономичность системы за счет уменьшения количества масла и сокращения количества работающих насосов при работе ПТУ на режимах с пониженной частотой вращения главной турбины.

Таким образом, анализ научных публикаций и патентов по теме паротурбинных установок позволил установить следующие тенденции в развитии маслосистем: интенсификация процессов теплообмена, улучшение характеристик масла, оптимизация режимов работы маслосистемы, снижение потерь

при работе гидравлического оборудования и повышение его коэффициента полезного действия, уменьшение габаритов оборудования.

Литература

- [1] Болдырев О.Н. *Судовые энергетические установки. Ч. 2. Котлотурбинные энергетические установки*. Северодвинск, Севмашвтуз, 2004, 187 с.
- [2] Татур И.Р., Митин И.В., Спиркин В.Г., Макаров А.Д. *Энергетические масла. Ч. 1. Турбинные масла*. Москва, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2019, 229 с.
- [3] Колоколов В.Е., Тимченко А.А., Мясников Ю.А. *Мобильная станция регенерации и восстановления турбинных масел*. Патент № 2618525С1 РФ, 2016, бюл. № 13, 10 с.
- [4] Алексахин А.А., Хурумова А.Ф., Дунаев С.В., Довгопольный Е.Е., Кузнецова М.В., Коновалова А.С. *Смазочная композиция синтетического турбинного масла для паротурбинных установок*. Патент № 2550137С РФ, 2013, бюл. № 13, 10 с.
- [5] Желонкин Н.В. *Теплообменная трубка*. Патент № 112752U1 РФ, 2012, бюл. № 2, 10 с.
- [6] Ковалев И.С. *Устройство для уменьшения гидравлических потерь в трубопроводе*. Патент № 195692U1 РФ, 2020, бюл. № 26, 1 с.
- [7] Бродов Ю.М., Аронсон К.Э., Рябчиков А.Ю. Модернизация маслоохладителей паротурбинных установок. *Теплоэнергетика*, 1999, № 12, с. 24–27.

Ways to improve the oil system steam turbine installation

Koshelev E.V. egor-koshelev01@mail.ru

Shitokhina O.G. shitokhina@bmstu.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The structure of the oil system of a steam turbine installation, as well as the equipment that is part of its subsystems, is considered. The basic requirements for the working fluid of the oil system are considered. The main trends in improving oil systems are described based on a review of patents and scientific publications in the field of steam turbine oil systems. The ways of improving oil systems that ensure reliability, continuity and efficiency of their operation are formulated.

Keywords: oil system, lubrication system, control system, control system, steam turbine installation, intensification of heat transfer