

УДК 621.165

Комплексный подход к нормализации тепловых расширений турбины

Трахимович И.А.

Научный руководитель – ст. препод. ПАНТЕЛЕЙ Н.В.

Проблемы, связанные с затрудненными перемещениями корпусов подшипников, периодически возникают почти на всех типах многоцилиндровых паровых турбин. В последние 5-10 лет из-за сложившейся в энергетике ситуации, приведшей к частым пускам, остановам и работе на переменных режимах турбин большой единичной мощности, случаи затрудненных перемещений корпусов подшипников участились. Нарушения процесса теплового расширения многоцилиндровых турбин, проявляющиеся в скачкообразном перемещении корпусов подшипников, повышенных, против нормативных, кручениях поперечных ригелей фундаментов (наклонах корпусов подшипников), невозвращении цилиндров в исходное положение после полного остывания турбины, повышенном нагреве колодок упорного подшипника, вызывают увеличение вибрации, износ радиальных и осевых уплотнений цилиндров, поломку соединительных болтов муфт, повреждения подшипников.

Нарушения нормального процесса тепловых расширений приводят к увеличению времени пуска турбины, дополнительным неплановым пускам и остановам, ограничению мощности агрегата, и, как следствие, - к лишним затратам топлива.

В качестве основных причин нарушения нормальной работы систем тепловых перемещений указывают:

- 1) большие силы трения между подошвой корпуса подшипника и фундаментной рамой;
- 2) заклинивание шпоночного соединения “корпус подшипника - продольная шпонка”.

Для нормализации работы систем тепловых расширений различных типов турбин многими организациями предлагался ряд конструктивных и эксплуатационных мер, обобщением которых стал комплекс мероприятий. Опыт работ по нормализации тепловых расширений показал, что выполнение единичных мероприятий не всегда приносит требуемые результаты. С другой стороны, выполнение всего объема рекомендованных мероприятий, гарантирующее устранение причин нарушений, является весьма трудоемкой и дорогостоящей работой.

Для надежного и долговременного исключения причин затрудненных тепловых перемещений корпусов подшипников необходимо:

- обеспечить стабильные характеристики поверхностей скольжения корпусов подшипников с приемлемым коэффициентом трения;
- исключить защемления в поперечных шпоночных соединениях;
- минимизировать усилия, действующие на цилиндры и корпуса подшипников турбины со стороны присоединенных трубопроводов.

Разработаны и внедряются новые материалы и покрытия для снижения и стабилизации сил трения на поверхностях скольжения корпусов подшипников. Среди них, в качестве наиболее перспективных, можно назвать: съемные пластины из композиционных материалов, в которых применяется бронза; различные эпиламирующие составы, наносимые на поверхности скольжения корпусов подшипников. Хорошо зарекомендовало себя и получило широкое распространение использование для снижения сил трения на поверхности скольжения корпусов подшипников металлофторопластового покрытия. Не оправдало себя применение спецпасты ВТИ - ЛМЗ, изготавливаемой из дисульфида молибдена.

Установка металлофторопластового антифрикционного покрытия на скользящей поверхности корпусов подшипников паровых турбин обеспечивает повышение надежности эксплуатации турбины в переходных режимах. Это достигается путем закрепления на скользящей поверхности фундаментной рамы металлофторопластовой ленты, имеющей коэффициент трения 0,1...0,12.

Малая толщина ленты (0.65 мм) позволяет устанавливать ее без дополнительной механообработки поверхностей скольжения. Лента крепится к фундаментной раме.

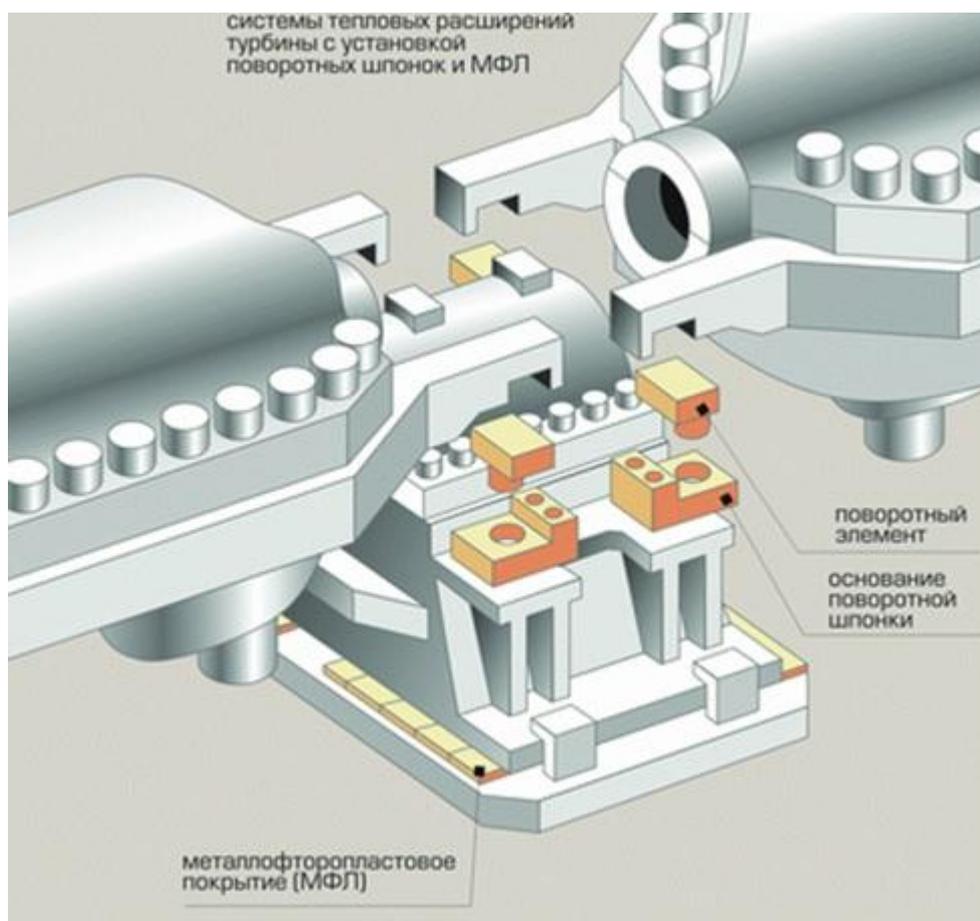
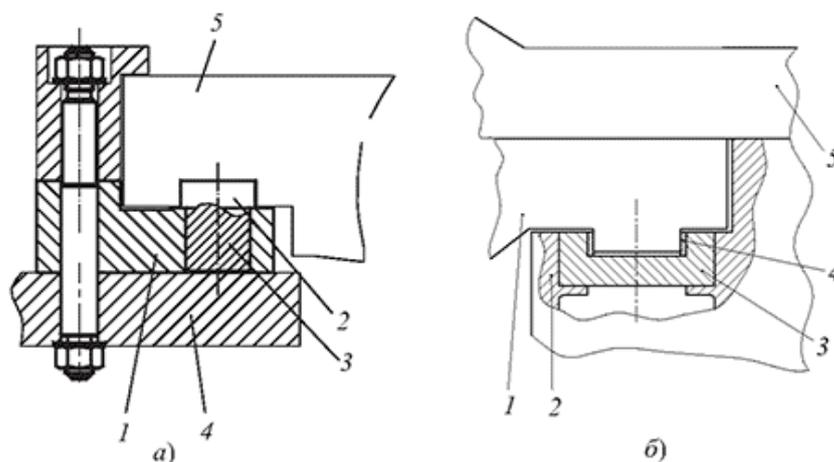


Рисунок 1 – Металлофторопластовое покрытие

Наиболее эффективным способом исключения защемлений в поперечных шпоночных соединениях является замена штатных поперечных шпонок на поворотные поперечные шпонки. Принципиальные схемы поворотных шпонок для различных типов устройств сочленения цилиндров и корпусов подшипников, которые были разработаны российской организацией ОАО «Теплоэнергосервис-ЭК» широко устанавливаются на турбинах различных типов, показаны на рис. 2. Опыт эксплуатации модернизированных турбин (более 20) показал высокую надежность поворотных шпонок. Конструкция поворотной поперечной шпонки допускает свободные угловые перемещения в горизонтальной плоскости лап цилиндров и опорных «крыльев» корпуса подшипников относительно друг друга, сохраняя при этом способность передавать осевые усилия от лап цилиндра на корпус подшипника. При температурных деформациях цилиндров и корпусов подшипников лапа цилиндра вместе с поворотным элементом имеет возможность поворачиваться в горизонтальной плоскости относительно корпуса подшипника, компенсируя изменение положения лапы в горизонтальной плоскости. Для снижения сил трения на контактные поверхности поворотных шпонок могут наноситься твердосмазочные покрытия ВТИ (возможно использование съемных пластин конструкции ВТИ). ВТИ также рекомендована схема определения «осевой податливости» модернизированных узлов сочленения цилиндров и корпусов подшипников.



а - для турбин ЛМЗ и ТМЗ: 1 - основание; 2 - поворотный зуб; 3 - шип; 4 - корпус подшипника; 5 - лапа цилиндра; б - для турбин НПО “Турбоатом”: 1 - лапа с выступом; 2 - корпус подшипника; 3 - диск с пазом; 4 - регулировочные пластины; 5 - опорная лапа
Рисунок 2 – Поворотные поперечные шпонки конструкции российской организации ОАО “Теплоэнергосервис-ЭК”

Поворотные поперечные шпонки, обеспечивая свободные угловые перемещения, обеспечивают и нестесненные поперечные перемещения лап относительно корпусов подшипников.

Анализ результатов исследований, выполненных на турбинах различных типов, показывает, что для турбин, имеющих штатную систему сочленения цилиндров и корпусов подшипников, увеличенная разница поперечных перемещений лап относительно корпуса подшипника может свидетельствовать как о наличии защемлений на одной из лап, так и об увеличении зазоров на поперечных шпонках до значений, обеспечивающих нестесненные перемещения лап относительно корпуса подшипников. Таким образом, диагностировать защемление лап на поперечных шпонках по разнице поперечных перемещений лап нельзя. Защемление лапы на поперечной шпонке наиболее надежно можно определить при непрерывном отслеживании перемещений лап относительно корпусов подшипников. Признаком защемления является отсутствие перемещений одной из лап. Тем не менее, для турбин, оборудованных неподвижными поперечными шпонками, при увеличении разницы поперечных перемещений лап относительно корпуса подшипников, необходимо проводить ремонт или модернизацию поперечных шпоночных соединений. Разница поперечных перемещений лап для турбин, оборудованных поворотными поперечными шпонками, обеспечивающими свободные нестесненные поперечные перемещения лап относительно корпусов подшипников, обусловлена особенностями цилиндра (равномерностью нанесения изоляции, разной толщиной стенок и др.). Соответственно и принятый в настоящее время критерий оценки состояния системы тепловых расширений по разности поперечных перемещений лап относительно корпусов подшипников для турбин, оборудованных поворотными шпонками, неинформативен.

Проведение работ по нормализации тепловых расширений и вибрационного состояния турбоагрегатов показало, что для выявления действительных причин затрудненных перемещений корпусов подшипников и изменения вибрационного состояния необходимо ориентировочно за год до капитального ремонта проводить предремонтные комплексные обследования турбоагрегата. В объем предремонтного комплексного обследования должны входить:

- исследование вибрационного состояния опор турбины на различных режимах ее работы;
- исследование работы системы тепловых расширений турбины;

- обследование системы компенсации тепловых расширений присоединенных трубопроводов.

Совокупность полученных данных позволяет оценить состояние системы тепловых расширений турбины, заблаговременно выявить причины затрудненных перемещений и определить необходимый и достаточный объем ремонтных работ.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- Подход к вопросам исследования и нормализации тепловых расширений турбин должен быть комплексным и включать в себя анализ причин изменения сил трения, появления закусываний в шпоночных соединениях и действия трубопроводов.

- Применение поворотных поперечных шпонок позволяет не только исключить закусывания и пластические деформации в поперечном шпоночном соединении, но и сохранить неизменным влияние присоединенных трубопроводов на работу системы тепловых расширений турбины в течение всего срока эксплуатации.

- Оптимизацию усилий и моментов, действующих на турбину со стороны присоединенных трубопроводов регенеративных и теплофикационных отборов, в большинстве случаев можно выполнить с проведением минимального объема работ без разрезки трубопроводов.

- Для определения необходимого и достаточного объема ремонтных работ по нормализации тепловых расширений необходимо за год до ремонта выполнить комплексное обследование технического состояния турбоустановки.

Литература

1. Исследование системы тепловых расширений турбин “Теплоэнергосервис-ЭК” ХТЗ Рефтинской ГРЭС / Ермолаев В. В., Сосновский А. Ю., Евсеев Я. И., Шкляр А. И. и др. - В сб.: Совершенствование турбин и турбинного оборудования. Екатеринбург: УГТУ -УПИ, 1998.
2. РД 34.30.506-90. Методические указания по нормализации тепловых расширений цилиндров паровых турбин тепловых электростанций. М.: ВТИ, 1991.
3. Трухний А. Д. Стационарные паровые турбины. М.: Энерго-атомиздат, 1990.