

и камера гидросбива перед группой чистовых клетей. Для различных установок в линии стана осуществлено независимое регулирование параметров гидросбива, благодаря тому, что каждый насосный агрегат станции осуществляет подачу воды только для определенного устройства независимо от работы прочих насосных агрегатов. Это приводит к очень простой компоновке насосной станции и позволяет более рационально распределить давление по длине стана. Более того, предложенная структура станции позволяет осуществлять качественное удаление окалины независимо от интенсивности прокатки. Таким образом, насосная станция не привязана к циклограмме работы установок для удаления окалины и может быть использована при любой производительности стана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов М. Эффективность внедрения систем с частотно-регулируемыми приводами / М. Козлов, А. Чистяков // СТА. – 2001. – № 1. – С. 76–82.
2. Колганов А. А. «Гидросбив», или гидромеханическая очистка окалины / А. А. Колганов // Машиностроение. – 2007. – № 11. – С. 66–67.
3. Новый метод удаления окалины с использованием насоса с регулируемой частотой // ОАО «Черметинформация» Новости черной металлургии за рубежом. – 2005. – № 5. – С. 56–58.
4. Игельхорст В. 250 бар в борьбе с окалиной / В. Игельхорст, Б. Матц // Черные металлы. – 2007. – Июль-август. – С. 65–67.
5. Гликман Б. Ф. Математические модели пневмогидравлических систем. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 368 с.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ЇХНЬОГО ТЕПЛОВОГО СТАНУ

Резнікова О. Ю., Клімченкова Н. В.

ДДМА, м. Краматорськ

Виробництво власних потужних електровозів світового рівня вимагає надійних тягових електродвигунів. Згідно з [1] близько 50 % всіх відмов тягових електродвигунів (ТЕД) магістральних електровозів припадає на колектор, на якій впливають значні механічні зусилля. Методика розрахунку несталих температурних полів і температурних механічних напружень в елементах колекторів сучасних ТЕД набула особливої актуальності в даний час.

Мета роботи і задачі дослідження: опанувати методику розрахунку температурних полів і температурних механічних напружень у колекторах ТЕД при несталих режимах, для цього провести теоретичні дослідження розподілу і зміни температур і температурних механічних напружень в елементах колекторів ТЕД у несталому режимі.

Колектори ТЕД працюють в умовах різного коливання електричних і механічних навантажень при змінах навколишньої температури від + 40 °С до – 60 °С. Початкові механічні напруги, які викликаються затягом колектора болтами або іншими кріпильними елементами, створюються ще

при збірці. Температурні механічні напруги виникають при операціях технологічного процесу виробництва, випробуваннях, в режимах експлуатації і зумовлені відмінністю температури та коефіцієнтів температурного розширення елементів, наявністю конструктивних зв'язків між елементами, що перешкоджають вільному змінненню їхніх розмірів при змінах температури. Температурні механічні напруги накладаються на механічні напруги від сил зтягу і відцентрових сил, що виникають при обертанні колектора, істотно зменшуючи початковий запас міцності конструкції.

За наявними даними [1–4] у важких перехідних режимах температурні зусилля можуть підвищувати на 20 ... 30 % величину механічних напруг, що мали місце в елементах колектора на початку режиму. Все це значно впливає на надійність роботи колектора і також тягового двигуна, які встановлені на магістральних електровозах.

Так, у роботах [1–3] наведений вираз для визначення усталеного перевищення температури елементів колектору. Для умов експлуатації рекомендовано при розрахунку температурних механічних напруг приймати між 1,1–1,25. Це не може у повній мірі забезпечити експлуатаційну надійність ТЕД магістральних електровозів, елементи якого оказуються під впливом значних температурних зусиль у перехідних режимах виробництва, випробувань і експлуатації, коли мають місце найбільші різниці температур міді і стали колектора.

Дослідження розподілу температур і температурних механічних напружень у колекторах ТЕД проводилося до одного з найбільш важких несталих режимів – динамічне формування колектора при температурі + 160 °С і підвищеної частоті обертання. Початкові механічні напруги в елементах нерухомого колектора при температурі + 20 ° С становлять: у манжеті близько 46,1 МПа (470 кг / см²); в «ластів'ячому хвості» колекторної пластини 143,2 МПа (1400 кг/см²); в стяжному болті 332,9 МПа (1460 кг / см²); питомий тиск між колекторним пластинами 44,65 МПа (455 кг/см²). Осьова сила зтягу колектора 10, 8·10⁵ Н (11·10⁴ кг), сумарна піддатливість конструкції $\sum\lambda = 0,5 \cdot 10^{-8}$ м/Н (5,079·10⁻⁸ м/кг). Теплові деформації знаходяться за виразами:

$$\Delta\lambda_{\text{cu}} = 1056 \cdot \Delta\theta_{\text{cu}} \cdot 10^{-8}, \text{ м}; \quad (1)$$

$$\Delta\lambda_{\text{Fe}} = 1056 \cdot \Delta\theta_{\text{Fe}} \cdot 10^{-8}, \text{ м}. \quad (2)$$

Аналіз температурно-часових залежностей показує: на початковій ділянці кривих нагрівання (до 9 хвилин від початку режиму) швидкість наростання перевищення температури міді кругової арки в 5 разів вище, чим кріпильних елементів корпусу, потім швидкість наростання температури міді падає майже до нуля, а кріпильних елементів зберігає колишню величину; постійна часу нагрівання міді становить близько 9 хвилин, кріпильних елементів близько 28 хвилин. Далі ці залежності можуть бути використані для розрахунку температурних механічних напруг колектора. Аналізуючи криві зміни температурних механічних напруг (1, 2), можна відзначити:

температурні механічні напруги в елементах колектора проходять через явно виражений максимум, знижуючись за величиною до часу встановлення режиму, що зумовлено різницею в швидкостях змінення перевищень температури міді кругової арки і сталі закріплених елементів конструкції; максимум температурних механічних напруг настає через (10–20) хвилин після початку режиму і становить 10,3 % від величини початкових механічних напружень в нерухомому колекторі. Вплив відцентрових сил, відповідної розгінної частоті обертання під час максимуму температурних механічних напруг веде до зростання початкових напруг у 1,82 рази, що викликає перевищення допустимих напружень для манжетного міканіту на 6 %.

Проведені в роботі дослідження доводять, що у зв'язку з різною швидкістю підвищення температур і часу досягнення сталих температур міді кругової арки і сталі кріпильних елементів конструкції, температурні механічні напруги в елементах колекторів ТЕД під час несталого режиму проходять через явно виражений максимум, знижуючись за величиною до часу встановлення режиму. Зниження величини температурних механічних напруг викликано при цьому тривалим тепловим розширенням сталевих елементів конструкції, у той час як теплове розширення міді кругової арки майже припинилося.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуревич Э. И. *Переходные тепловые процессы в электрических машинах* / Э. И. Гуревич, Ю. Л. Рыбин. – Л. : Энергоатомиздат, 1983. – 216 с.
2. Климченков В. Т. *Приближенный расчет нестационарных температур и температурных напряжений коллектора электрической машины* / В. Т. Климченков // *Изв. вузов. Электромеханика*. – 1982. – № 1. – С. 40–48.
3. Климченков В. Т. *Исследование и расчет температурных механических напряжений и температурных полей в коллекторах тяговых электродвигателей при неустановившихся режимах* : автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Ленинград, 1983. – 20 с. (Ленинградский политехн. институт им. М. И. Калинина).
4. Климченкова Н. В. *Совершенствование технологии изготовления коллекторов электрических машин на основе анализа неустановившихся параметров* : автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Донецк, 2001. – 20 с. (Донецкий нац. техн. университет).

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО МЕТОДА ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБИТЕЛЯМИ

Цыганаш В. Е.

ДГМА, г. Краматорск

Методы оптимального управления, применяемые в современных технологических системах, как правило, ориентированы на анализ и исследование процессов во временной области [1].