

ТАРАСОВ О.І.^{1*}, ЛИТВИНЕНКО О.О.², МИХАЙЛОВА І.О.³

ТЕПЛООБМІННІ АПАРАТИ В СИСТЕМАХ ОХОЛОДЖЕННЯ ГАЗОВИХ ТУРБІН

¹ д.т.н., проф., проф. кафедри турбінобудування, НТУ «ХПІ» м. Харків, Україна.

² к.т.н., доц., проф. кафедри турбінобудування, НТУ «ХПІ» м. Харків, Україна.

³ к.т.н., старший викладач кафедри турбінобудування, НТУ «ХПІ» м. Харків, Україна.

* e-mail: alx.tarasov@gmail.com

Вступ. Теплообмінні апарати, такі як повітроохолоджувачі, маслоохолоджувачі є елементами системи охолодження сучасних газотурбінних двигунів (ГТД), але вони не входять в основний газодинамічний цикл. Незважаючи на це, вони також впливають на економічність і потужність газотурбінної установки (ГТУ) за рахунок підвищення ефективності системи охолодження.

При включенні теплообмінника в систему охолодження газових турбін, виникають певні труднощі для складання розрахункової моделі. Причиною цього є те, що граф системи охолодження для сучасної газової турбіни може складатися з 1000 і більше каналів. Моделювання таких великих систем успішно виконується за допомогою програмного комплексу ТНА (Thermal & Hydraulic Analysis). Метод, реалізований для систем охолодження у ТНА, також може використовуватися для розрахунку повітроохолоджувача. Однак включення теплообмінника в загальну схему значно ускладнює розрахункову схему.

Мета роботи. Метою даної роботи є представлення можливості моделювання теплообмінників за допомогою ТНА, виявлення узагальнених характеристик теплообмінника, які з достатньою точністю визначають його ефективність та гідравлічної опір, створити канал типу «теплообмінник» який дозволяє значно спростити гідравлічну схему системи охолодження газової турбіни.

Оскільки програмний комплекс ТНА дозволяє моделювати різні типи теплообмінників, то це дає можливість його використання для визначення функціональних зв'язків ефективності та гідравлічного опору з найбільш значущими режимними параметрами. При цьому пропонується в розрахункову схему системи охолодження газової турбіни вводити тільки тракт охолоджуваного повітря, а параметри холодоагенту повинні бути задані в якості вихідних даних.

Таким чином, канал типу «теплообмінник» буде пропускати тільки повітря, що охолоджується, і величина його охолодження буде розраховуватися з урахуванням відводу теплоти від другого теплоносія (води, повітря) не безпосередньо, а через узагальнену характеристику ефективності

теплообмінника. Це ж справедливо і для гідравлічного опору повітряного тракту.

За допомогою програмного комплексу ТНА, на прикладі трубчастого теплообмінника з протитечіним рухом теплоносіїв, отримані данні ефективності теплообмінника. Розглянуто три варіанти роботи теплообмінника: повітря-повітря, повітря-вода, вода-вода. Данні ефективності можна наблизити до єдиного параметру відношення теплоємностей холодного до гарячого теплоносія C_2/C_1 , які достатньо точно апроксимуються логарифмічними залежностями, для роботи теплообмінника з різними типами теплоносіїв.

Підтвердження працездатності зроблених викладок є результати розрахунків повітря-водяного теплообмінника і каналу типу «теплообмінник». Отримано добре співпадіння температури та масової витрати повітря, що охолоджується на виході між детальною моделлю теплообмінника та моделлю каналу «теплообмінник». Похибка розрахунку по температурі охолоджуваного потоку склала близько 6,49 %, а по витраті 7,1 %.

Таким чином, запропоновано представляти теплообмінник одним каналом, властивості якого повністю визначають різні типи теплообмінників. Встановлено, що ефективність теплообмінника залежить головним чином тільки від відносини витратних теплоємностей теплоносіїв. В результаті зроблених узагальнень був створений канал гідравлічної мережі типу «теплообмінник», який увібрав всі основні характеристики теплообмінника, що дозволило рекомендувати цей канал для включення в схеми систем охолодження газових турбін.

Висновки. Запропоновано використовувати узагальнені характеристики теплообмінника для розрахунку систем охолодження газових турбін. Такий підхід дозволив проводити розрахунок теплообмінника в загальній гідравлічній схемі на різних режимах роботи газотурбінної установки.

Введення каналу типу «теплообмінник» значно спрощує моделювання і розрахунок загальної гідравлічної системи охолодження газової турбіни.

Список літератури:

1. Тарасов А. И., Долгов А. И. ТНА (Thermal & Hydraulic Analysis): Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ №2007610141, 10 ноября 2006. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам, Россия.
2. Тарасов А. И., Литвиненко О. А., Михайлова И. А. Анализ метода расчета противодавления в тракте подачи воздуха из компрессора в ротор газовой турбины. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. Харків : НТУ «ХПІ», 2016. № 8(1180). С. 54–59. Бібліогр.: 14 назв. ISSN 2078-774X. doi: 10.20998/2078-774X.2016.08.07.
3. Тарасов А.И., Литвиненко О.А., Михайлова И.А. Расходные характеристики отверстий, применяемых в системах охлаждения газовых турбин. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. Харків: НТУ «ХПІ», 2017. № 10 (1232). С. 52–58. Бібліогр.: 6 назв. ISSN 2078-774X. doi: 10.20998/2078-774X.2017.10.07.