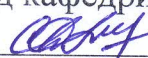
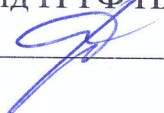


Національна академія наук України
Інститут технічної теплофізики НАН України
Відділ теплофізичних основ енергоощадних технологій

ЗВІТ
з проходження педагогічної практики
на кафедрі теплотехніки
Київського національного університету будівництва і архітектури

Аспірант ІТТФ НАН України
 Пастушенко Е.П.

Керівник практики
від кафедри теплотехніки
 доц. Габа К.О.

Керівник практики
від ІТТФ НАН України
 с.н.с. Доник Т.В.

*Резюме
з практики
з підписом*

ЗМІСТ

1. Інформація про кафедру теплотехніки	.3
2. Інформація про навчальну дисципліну «Енергоефективні теплові технології промислових підприємств».	.6
3. Матеріали дисертаційної роботи, що можуть бути використані в навчальному процесі	.7
4. Висновки	.11

1. Інформація про кафедру теплотехніки

МІСІЯ. Формування творчої особистості на основі фундаментальних і прикладних знань, умінь і практичних навиків для виконання професійних завдань та функціональних обов'язків у вказаній галузі економіки.

ВІЗІЯ. Забезпечення умов формування, розвитку і набуття здобувачем вищої освіти результатів навчання для подальшого самовдосконалення, успішної професійної та наукової діяльності упродовж життєвої кар'єри.

ПРИНЦИПИ. Кафедра – це спільнота студентів, випускників, професорсько-викладацького і навчально-допоміжного складів, працевдавців та друзів, людей різних культур, віросповідань і походжень, які поважають кафедральні традиції та людські цінності.

Кафедра теплотехніки була виділена з кафедри теплогазопостачання та вентиляції в 1958р. Виконуючим обов'язки завідуючого кафедри було призначено кандидата технічних наук, доцента Д.С. Шевцова. Колектив кафедри складався із доцентів Ф.І. Скороходька, І.М. Шелудька та старшого викладача Б.М. Луцевського. В березні 1960 року кафедру очолив професор А.А. Вознесенський. З цього моменту вона почала носити назву кафедра теплотехніки та теплових установок, а з 1967 року знову називається кафедрою теплотехніки. З 1968 року кафедру очолював лауреат Державної премії, доктор технічних наук, професор А.В. Жуков, в 1970-1973 роках – доцент В.І. Кулик, в 1973-1985 – кандидат технічних наук, доцент Л.Ф. Глущенко, з 1985 по 2007 рік – кандидат технічних наук, доцент А.А. Худенко, з 2007 по 2013 рік – доктор технічних наук, професор Е.С. Малкін, а з 2013 року по сьогоднішній день – доктор технічних наук, професор О.В. Приймак.

Науково-дослідна робота проводилась в рамках загальнокафедральної проблеми «Наукове дослідження, розробка та вдосконалення систем теплопостачання, теплоспоживання, генераторів теплоти та теплообмінного обладнання».

Дослідження виконувались за такими темами:

Методи термодинамічного аналізу технологічних циклів, процесів (д.т.н., проф. Приймак О.В., д.т.н., проф. Басок Б.І., к.т.н., доц. Кольчик Ю.М., к.т.н., доц. Барановська С.В.).

Тепломасообмін в гетерогенних багатофазних системах та тепломасообмінниках різних типів і різновидностей, їх елементів (д.т.н., проф. Приймак О.В., доц. Кольчик Ю.М.).

Дослідження фізико-хімічних властивостей води, водних систем та інших робочих тіл (д.т.н., проф. Приймак О.В., доц. Гламаздин П.М., к.т.н., доц.

Габа К.О., зав. лаб. Уланський О.В.).

Енергоресурсозбереження у комунальних і промислових теплових технологіях (д.т.н., проф. Приймак О.В., д.т.н., проф. Басок Б.І., доц. Гламаздін П.М., к.т.н., доц. Чепурна Н.В., к.т.н., доц. Кириченко М.А., к.т.н., доц. Габа К., доц. Погосов О.Г.).

Використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (д.т.н., проф. Приймак О.В., к.т.н., доц. Швачко Н.А., к.т.н., доц. Пасічник П.О., ас. Кулінко Є.О., зав. лаб. Уланський О.В.).

Оптимізація систем тепло- і газозабезпечення (д.т.н., проф. Приймак О.В., д.т.н., проф. Басок Б.І., доц. Гламаздін П.М.).

На кафедрі теплотехніки діє студентський науковий гурток. Керівники – доц. Гламаздін П.М., доц. Погосов О.Г.).

Науково-технічна співпраця з Інститутом технічної теплофізики НАН України (проф. Басок Б.І., проф. Приймак О.В., доц. Кольчик Ю.М., доц. Пасічник П.М.) спрямована на впровадження засобів вимірювання у лабораторну базу кафедри з метою дослідження, контролю і регулювання теплотехнічних параметрів енергетичних систем для вирішення сучасних задач енергозбереження.

Розроблена конструкція електричного інфрачервоного випромінювача з поворотним механізмом, що повертає опалювальний прилад навколо його вертикальної осі симетрії з певним кроком у часі. Це зменшує температурну неоднорідність вздовж стіни і така конструкція електричного інфрачервоного випромінювача є найбільш ефективною при застосуванні в комбінованій системі опалення.

Актуальність: при аналізі впливу роботи існуючих нагрівачів на поверхні внутрішніх огорожень встановлено, що нагрів поверхонь стін електричним інфрачервоним випромінювачем має неоднорідний характер. При цьому максимум нагріву припадає на частину стіни, що знаходиться навпроти випромінюючої поверхні, тоді як більша частина стіни майже не нагрівається. Це призводить до створення локального дискомфорту внаслідок радіаційної асиметрії, а також до зменшення частки променевого теплообміну між інфрачервоною панеллю та стіною в наслідок підвищення температури в області стіни, що розташована навпроти опалювального приладу.

Значимість: використання енергоощадних технологій при формуванні комфортного тепловологісного режиму приміщень різного призначення із застосуванням комбінованої системи опалення на основі електричних інфрачервоних випромінювачів та водяних опалювальними приладів передбачає розробку нової конструкції електричного інфрачервоного випромінювача, оскільки існуючі моделі мають ряд недоліків.

Розроблено схему підвищення ккд ТЕС та ТЕЦ з використання теплових насосів в схемах охолодження конденсаторів турбін. Улаштування теплового насосу передбачено між зворотнім трубопроводом системи теплопостачання, який одночасно є вхідним для конденсатора турбіни, і подавальним трубопроводом системи теплопостачання після конденсатора. Випарник теплового насосу поєднується зі зворотнім трубопроводом теплової мережі, а конденсатор - з подавальним. Випарник теплового насосу влаштовується в подавальному трубопроводі охолоджуючої води, а конденсатор в конденсаторопроводі між конденсатором та першим регенеративним підігрівником. Таким чином одночасно знижується температура води для охолодження конденсатора, а отримана при цьому теплота повертається в цикл паросилової установки. Було проведено розрахунки, які показали, що використання такої схеми дає змогу підвищити ккд циклу на 1-2%. Особливо актуальним є використання такої схеми в літній період, коли температури природних вод зростають, що призводить до зменшення ккд ТЕС. Розрахунки проведені на основі реальних даних Бурштинської ТЕС.

Актуальність: сьогоdnішній рівень ккд ТЕС та ТЕЦ не відповідає вимогам з енергоефективності електро- та теплогенеруючих установок. Для підвищення ккд існуючих ТЕС та ТЕЦ пропонується багато різних технічних рішень від кардинальних, наприклад, улаштування парогазових циклів, до пропозицій з удосконалення окремих елементів теплових схем, приміром використанням розбірних спіральних теплообмінників з полегшеним очищенням для систем охолодження конденсаторів турбін.

Значимість: для ТЕЦ схема використання теплових насосів змінюється і мета використання їх також змінюється, розширюється. Через нерівномірність споживання теплоти системами теплопостачання ускладнюється експлуатація ТЕЦ і підтримання її ккд на постійному максимально досяжному рівні. Така схема підключення теплового насоса дозволяє крім підвищення ккд паросилового циклу за рахунок зниження температури в конденсаторі турбіни аналогічно ТЕС, згладжувати піки нерівномірності споживання електроенергії та теплоти в місті на протязі доби.

В рамках наукової школи кафедри аспірантом здійснювались наступні дії та заходи:

- продукування наукових знань та популяризація отриманих результатів досліджень;
- активна участь у виконанні фундаментальних та прикладних досліджень, міжнародних та вітчизняних конкурсах на отримання грантів, премій, стипендій для видатних та молодих вчених, виконанні госпдоговірних науково-дослідних робіт на замовлення фізичних та юридичних осіб.

2. Інформація про навчальну дисципліну «Енергоефективні теплові технології промислових підприємств»

Дисципліна передбачає засвоєння студентами поглиблених знань та методів конструювання з подальшим розрахунком елементів комбінованих систем теплопостачання. Такі системи є найбільшими споживачами теплової енергії систем енергозабезпечення та формування мікроклімату промислових та громадських будівель і споруд, житлових будинків. Ефективність їх роботи, а також використання в балансі нетрадиційних та відновлювальних джерел впливають на енергоспоживання та витрату первинної енергії, а відповідно і на клас енергетичної ефективності будівлі в цілому. Дисципліною розглядаються і комплексні комбіновані системи енергопостачання, зокрема із застосуванням утилізації вторинних енергетичних ресурсів, використанням потенціалу акумулювання енергії за допомогою методів перетворення енергії. З цим в першу чергу і пов'язана актуальність дисципліни, адже енергетична ефективність інженерних систем та будівель загалом є базовим трендом розвитку енергетичної та муніципальної галузей світу та України зокрема.

3. Матеріали дисертаційної роботи, що можуть бути використані в навчальному процесі

Підвищення можливостей енергетичної системи шляхом впровадження теплових насосів

На сьогодні найбільш ефективним типом споживачів регуляторів на основі електротеплового перетворення є теплові насоси змінної потужності, у подальшому – теплові насоси-регулятори (ТНР). Включення ТНР у схеми електричних станцій, котельних і інших об'єктів електроенергетичної системи, що здійснюють зовнішній відпуск теплової енергії, забезпечує такі переваги.

1. Регулювання електричних навантажень шляхом зміни споживаної електричної потужності ТНР супроводжується відповідними змінами обсягів або тимчасовим припиненням відпуску теплової енергії. Вони можуть бути компенсовані шляхом відповідної зміни теплової потужності існуючих теплоджерел, що дозволить підтримувати незмінними вихідні графіки відпуску теплової енергії.

2. Встановлення ТНР у межах існуючого обладнання електричних станцій, котельних та ін. дозволить ефективно використовувати для генерації теплової енергії теплові втрати існуючого обладнання (техногенні викиди). Як відомо, практично всі наявні втрати енергетичних об'єктів мають значно більш високий термодинамічний потенціал, ніж природні джерела теплоти низького потенціалу (ДТНП), що можуть використовуватися у теплових насосах. При цьому, на відміну від природних ДТНП, термодинамічний потенціал техногенних викидів взимку не знижується, а навпаки зростає у слід за збільшенням теплової потужності систем теплопостачання по мірі зниження температури оточуючого середовища. Це, у свою чергу, сприяє зростанню теплопродуктивності і ефективності перетворення електричної енергії у теплову за допомогою ТНР саме у період осіннього зимового максимуму електричних навантажень, коли відчувається найбільша потреба у зниженні нерівномірності ГЕН ОЕС.

3. Генерація теплової енергії ТНР приводить до відповідного зниження обсягів її виробництва існуючим обладнанням із відповідним зниженням обсягів споживання природного газу та мазуту, що є дуже важливим саме по собі з точки зору економії природного газу та зниження шкідливих викидів з продуктами його згоряння. Але крім того, це дозволить згідно з полегшити напружені умови роботи територіальних систем газопостачання населених

пунктів, сполучених з ТЕЦ, які створюються у періоди максимальної потреби у тепловій енергії.

4. Інтеграція ТНР у існуючі об'єкти теплопостачання не потребує створення додаткової інфраструктури електроживлення (у разі котельних може знадобитися певне укріплення електромережі), магістральних і розподільних теплопроводів, резервних та аварійних джерел теплової енергії, теплових акумуляторів великої ємкості, які б були необхідні у разі створення самостійно працюючих електротеплових регулювальних станцій накопичувального типу. Для погодження режимів виробництва теплової енергії ТНР і існуючим джерелом теплової енергії в окремих випадках будуть потрібні теплові накопичувачі. Але їх ємність буде порівняно невеликою.

5. Оскільки практично всі потужні об'єкти електроенергетичної системи включені або підлягають включенню до галузевих систем технологічного зв'язку і управління, створення системи моніторингу і управління ТНР, сполучених із ними, не явить технічних складнощів і обійдеться мінімальними коштами.

З точки зору забезпечення мінімальних витрат на спорудження згаданої системи регулювання ГЕН ОЕС на базі електротеплових споживачів регуляторів із досягненням максимального регулюючого ефекту, особливої уваги заслуговує розгляд можливостей інтеграції ТНР у теплові схеми електричних станцій, що здійснюють комбіноване виробництво електричної і теплової енергії. Такий спосіб виробництва застосовується на всіх теплових і атомних електричних станціях ОЕС України, однак найбільших обсягах він використовується на теплоелектроцентралях ТЕЦ.

Організація процесу регулювання навантажень

Одна з можливих схем включення ТНР у технологічному циклі ТЕЦ, що здійснює відпуск теплової енергії з гарячою водою (рис. 1), передбачає використання ТНР для попереднього нагрівання зворотної мережевої води, яка надходить до ТЕЦ з використанням у ролі ДТНП теплоти охолодження і конденсації водяної пари вихідних газів парогенератора 1 у теплообміннику-утилізаторі 8. Цей контур може включати також теплообмінники відбирання теплоти систем охолодження генератора, маслосистеми турбоагрегату, машин і механізмів електричної станції та ін. Конденсатори ТНР 6 включаються у основний контур нагрівання мережевої води перед мережевими підігрівниками (бойлерами) 4 теплофікаційної парової турбіни 2 з електричним генератором 3 (у подальшому – турбоагрегат), а його випарники 7 включаються у контур відбирання теплоти теплових втрат ТЕЦ. Електрична потужність компресора ТНР 11 змінюється за сигналами диспетчерського центру (ДЦ) енергетичної системи.

Працює система наступним чином. Якщо в енергетичній системі виникає негативний небаланс потужності генерації і споживання (брак генерації), то ТНР знизить споживану електричну потужність за командою ДЦ. Його теплова потужність при цьому теж знизиться, що приведе до відповідного зниження температури мережевої води на вході у бойлер ТЕЦ і відповідно до зниження тиску пари у регульованому відборі паротурбінного агрегату. Система автоматичного регулювання тиску пари у відборі паротурбінного агрегату (або вихідної температури нагрітої мережевої води після бойлера) компенсує зниження тиску пари у бойлері шляхом збільшення пропуску пари у турбоагрегат ТЕЦ, що приведе до зростання його електричної потужності. Процес регулювання продовжиться доти, доки виниклий небаланс генерації і споживання в ОЕС не буде компенсований. Теплова продуктивність системи ТЕЦ і ТНР, як і температура нагрітої мережевої води після бойлера у процесі регулювання електричних навантажень залишаються сталими.

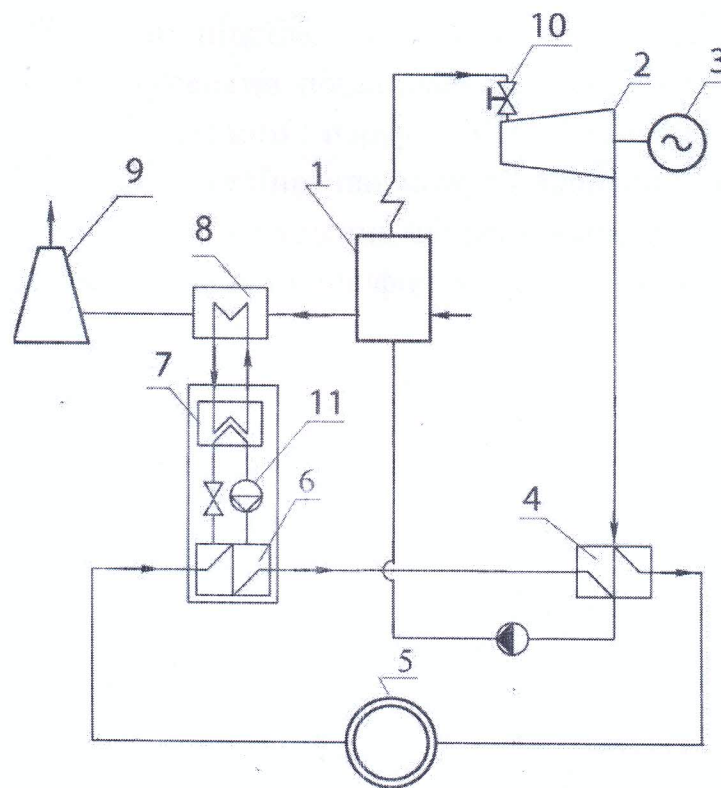


Рисунок 1 - Спрощена схема включення теплового насоса-регулятора у теплову схему ТЕЦ:

1 – парогенератор, 2 – теплофікаційна парова турбіна, 3 – електричний генератор, 4 – мережевий підігрівник (бойлер), 5 – споживач теплової енергії, 6 – конденсатор ТНР, 7 – випарник ТНР, 8 – теплообмінник утилізатор, 9 – димова труба, 10 – регульовальний клапан парової турбіни, 11 – електропривідний компресор ТНР змінної потужності.

У випадку виникнення позитивного небалансу потужності ОЕС (надлишок генерації), процес регулювання буде здійснений у зворотному напрямі – зростання споживаної потужності ТНР, збільшення його теплової потужності, відповідне зниження теплової потужності бойлера за рахунок зниження витрати пари на турбоагрегат, супутнє зниження електричної потужності турбоагрегату до ліквідації виниклого небалансу потужності ОЕС.

Характерні значення коефіцієнтів перетворення ТНР, що використовують термодинамічно значущі теплові втрати ТЕЦ, згідно з даними, що одержані на прикладі багаторічної експлуатації ТЕЦ Dava (Umea, Sweden), що оснащена тепловим насосом потужністю 14 МВт на теплоті глибокого охолодження вихідних газів парогенератора для попереднього підігрівання мережевої води, становлять 4,5 – 5.

Одержані значення k^* дозволяють оцінити технічно досяжний потенціал регулювання навантажень в енергетичній системі за допомогою ТЕЦ з інтегрованим ТНР на підставі існуючих даних щодо встановленого обладнання ТЕЦ за ступенями початкового тиску пари. Відповідні оцінки, виконані стосовно існуючого парку ТЕЦ загального користування і промислових ТЕЦ ОЕС України, що можуть здійснювати відпуск теплової енергії з гарячою водою у припущенні, що регулюючий діапазон кожної з них дорівнює 50% від встановленої теплофікаційної потужності.

Висновки

1. На основі аналізу обсягів, структури утворення та методів утилізації теплових втрат основного енергетичного обладнання ТЕЦ встановлено актуальність досліджень проблеми корисного використання теплоти охолодження електричних генераторів ТЕЦ для потреб зовнішнього теплопостачання.

2. У ході досліджень проведений аналіз конструктивних і режимних особливостей роботи систем газового охолодження генераторів потужністю від 2,5 до 250 МВт, що практично використовуються на ТЕЦ і ТЕС України, а також визначений потенціал теплових втрат, що можуть бути утилізовані ТН.

3. В період проходження педагогічної практики на кафедрі теплотехніки Київського національного університету будівництва і архітектури під час проведення практичних занять із дисципліни «Енергоефективні теплові технології промислових підприємств» (лектор проф. Басок Б.І.) були використані вищенаведені науково-технічні матеріали, підвищена педагогічна майстерність та здобуті навички викладання дисципліни за напрямом спеціальності 144 Теплоенергетика.