

Ю. А. Селіхов, к.техн.н., професор, К. О. Горбунов, к.техн.н., професор,
Т. В. Школьнікова, к.техн.н., доцент, І. В. Пільник, аспірант

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ УМОВ НЕСТАЦІОНАРНОГО ТЕПЛООБМІНУ

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків

Ключові слова: засоби експериментального дослідження, нестационарні локальні умови теплообміну, високотемпературна поверхня, розпилена рідина, плівковий та бульбашковий режим кипіння, ефективні системи охолодження, багатофакторний характер досліджуваного процесу, метод ідентифікації умов теплообміну,

Постановка задачі. Поданий короткий аналіз стану досліджень дозволяє вважати, що існуючі протиріччя в розглянутих результатах можуть бути подолані лише за такої постановки завдання, коли з єдиних методологічних позицій, при максимальному нівелюванні ролі конкретних умов проведення експерименту, вивчається взаємопов'язаний вплив визначальних факторів на локальні (а не середні) умови теплообміну.

В рамках зазначеної постановки задачі та відповідно до характеру та обсягу наявних відомостей про умови теплообміну високотемпературної поверхні з дисперговою рідиною – води з різними концентраціями поверхнево-активних речовин є можливим позначити коло тих завдань, які необхідно вирішити у цій роботі.

Першим завданням є розробка засобів експериментального дослідження нестационарних локальних умов теплообміну високотемпературної поверхні з розпорошеною рідиною з урахуванням можливості реалізації зміни рівня визначальних факторів у діапазоні, що відповідає їх реальним значенням у натурних об'єктах енергетики та металургії. До цього завдання примикає вибір методу ідентифікації граничних умов теплообміну.

Другим завданням, пов'язаним із забезпеченням достовірності результатів дослідження, є експериментально-теоретичне визначення можливих похибок проведення дослідів, які комплексно відображають як похибки вимірювань, так і помилки, пов'язані з розрахунковим методом ідентифікацій граничних умов.

Аналіз наявних відомостей [1–5] та наші власні попередні досліді [6–10] дозволили встановити, що вплив таких факторів як температура поверхні t_f , ступінь недогріву рідини Δt_n , швидкість W_c та кут δ_c натікання середовища на поверхню цілком визначається рівнем центрального фактора, яким є локальна щільність зрошення g . Як буде показано, при дослідженні локальних умов теплообміну облік різноманітних особливостей та варіантів технічних рішень може бути зведений до дослідження теплообміну при відповідному рівні щільності зрошення. У зв'язку з цим з метою встановлення загальних закономірностей, які стали б основою для розробки ефективних систем охолодження, або для визначення теплового стану об'єкту при різних зовнішніх впливах, виділяються такі етапи досліджень.

Вважаючи, що ступінь впливу недогріву рідини Δt_H до температури насичення не залежить від швидкості та кута натікання дисперсного середовища на поверхню, третім завданням є дослідження інтенсивності теплообміну у функції величини Δt_H , при різних локальних щільностях зрошення g та температурах поверхні t_i .

Четверте завдання присвячується дослідженню кризи теплообміну в області переходу від плівкового до бульбашкового режиму кипіння та встановленню критичних значень щільності теплового потоку $q_{кр}$ та температур поверхні $t_{кр}$ у функції щільності зрошення g та ступеня недогріву рідини Δt_H .

Змістом п'ятого завдання є дослідження граничних умов теплообміну функції взаємопов'язаного впливу щільності зрошення, температури поверхні, швидкості і кута натікання розпиленої рідини на поверхню. У зв'язку з багатофакторним характером досліджуваного процесу встановлення узагальнених залежностей та методики проведення вимірювань – будуються на основі сучасних вимог теорії планування експерименту.

Як уже зазначалося, до визначальних факторів слід також віднести швидкість зміни температури поверхні $W_T = \partial t_i / \partial \tau$. Нам здається, що у зв'язку з відомими теплофізичними особливостями кінетики процесу кипіння ступінь впливу практично всіх факторів, зазначених як визначальні, повинен залежати від ступеня нестационарності процесу охолодження поверхні. Очевидно, що при цьому вивчення граничних умов теплообміну у функції W_T виливається у велике самостійне завдання. Це завдання ускладнюється як практичною відсутністю відомостей про зазначену закономірність, так і необхідністю в значному обсязі досліджень, проблематичному в рамках цієї роботи навіть при мінімізації числа одиночних дослідів завдяки залученню теорії планування експерименту.

У зв'язку з цим, у порядку розв'язання шостого завдання представилося доцільним обмежитися встановленням залежності $q(W_T)$ при різних щільностях зрошення g та температурах поверхні t_i .

Якщо швидкість розтікання рідини W_C по поверхні суттєво перевищує швидкість її руху W_i , то можна вважати, що вплив W_i на умови теплообміну стає малоістотним. Разом з тим, стосовно процесу термозміцнення прокату чорних металів і відповідної схеми розміщення форсунок над поверхнею листа, що рухається, кожен його елемент фактично охолоджується при змінній в часі локальній щільності зрошення. Природно, що при цьому температурне поле за товщиною об'єкта, що охолоджується, стає однозначно пов'язаним зі швидкістю його руху. Незважаючи на актуальність дослідження такого процесу, відповідні результати, що опубліковані в пресі, нам не відомі.

Це визначило необхідність вирішення сьомого завдання, пов'язаного з експериментально-теоретичним дослідженням нестационарного охолодження металу при змінній у часі інтенсивності зрошення високотемпературної поверхні та різних схемах розміщення розпилювачів стосовно розробки ефективних систем термозміцнення прокату.

Мета статті. Розробка методики експериментального дослідження локальних умов нестационарного теплообміну. Для цього треба сконструювати експериментальний стенд, на якому будуть виконуватись дослідження впливу

щільності зрошення, температури поверхні, ступеня недогріву рідини, її швидкості та кута натікання на поверхню.

Термозонд визначення умов теплообміну

Відповідно до сучасного стану наукових відомостей про процес термічної взаємодії розпиленої рідини з високотемпературною поверхнею, єдино можливим в даний час методом визначення граничних умов теплообміну, що забезпечує достовірність результатів, є метод фізичного моделювання. Тому коректність вирішення завдань, поставлених та сформульованих вище у цій статті, насамперед визначається обґрунтованістю вибору методу експериментального визначення локальних умов теплообміну.

Аналіз можливих варіантів вирішення дозволив зробити вибір на користь методу ідентифікації граничних умов теплообміну шляхом вирішення оберненого завдання теплопровідності (ОЗТ) [11–16].

Як відомо, найдостовірніші результати при вирішенні ОЗТ можна отримати при одномірному температурному полі. Тому для дослідження теплообміну був сконструйований термозонд з матеріалу з високим коефіцієнтом теплопровідності, бічна поверхня і один торець якого теплоізовані, а охолодження здійснюється з поверхні другого торця (цю поверхню називатимемо робочою).

Очевидно, що правомірність припущення про одномірність температурного поля визначається не лише значенням коефіцієнта теплопровідності матеріалу термозонда та низькою інтенсивністю теплообміну на його бічній поверхні, а й ступенем зміни щільності зрошення в межах робочої поверхні термозонда.

Додатковою вимогою до форми термозонду і форми елементів, що входять до конструкції вимірювального блоку, повинна бути їх гранична простота. Виконання цієї вимоги дозволяє не тільки забезпечити більш точне рішення ОЗТ, але і більш точно оцінити розрахунковим шляхом можливі похибки у визначенні граничних умов, що шукаються, викликані відхиленням реальних особливостей теплообміну елементів конструкції термозонда від передбачуваних при розрахунковому відновленні коефіцієнтів тепловіддачі або щільності теплового потоку.

Попередні розрахунки показали, що за коефіцієнтів тепловіддачі, що досягають $30 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, швидкість падіння температури поверхні, що охолоджується розпиленою рідиною, може перевищувати 100 градусів в секунду. У зв'язку з цим, крім необхідності застосування малоінерційних датчиків температури, виникає необхідність використання сучасної швидкодіючої апаратури для вимірювання термоелектрорушійної сили (ТЕРС).

Представлені міркування з'явилися опорними даними: для розробки конструкції термозонда і вибору вторинної вимірювальної апаратури; у формуванні методики проведення дослідів; і обробці їх результатів.

Розроблений стосовно поставленої задачі термозонд і допоміжні елементи, необхідні для організації експерименту, показані на рис. 1.

Стрижень термозонда 2 сконструйований із двох напівциліндричних елементів, які необхідно виготовити з електролітичної міді. В одному з елементів, до складання, в строго координованих точках за допомогою срібного припою будуть зафіксовані три хромель-алюмелеві термоприймачі 5 з діаметром електродів 0,2 мм, один від одного ізованих термостійкою ізоляцією. За спеціально профрезерованими пазами термоприймачі повинні бути виведені з елемента вздовж ізотермічних поверхонь.

У другому напівциліндричному елементі, який ретельно притертий до поверхні першого, закладено два контрольні термоприймачі таким чином, як і в першому елементі, але в інших точках. Після збирання напівелементів вони утворюють єдине циліндричне тіло діаметром 30 мм та довжиною 50 мм. Елементи стрижня термозонда з'єднані за допомогою радіальних шворнів, які повинні бути виготовлені з такої ж електролітичної міді, що і стрижень, і запресовані гарячою посадкою з наступним приварюванням шворнями торців до зовнішньої поверхні елементів. Після збирання стрижня повинна проводитися остаточна механічна обробка його бічної поверхні, шліфування та хромування торця робочої поверхні.

Наведена конструкція стрижня термозонда дозволить з точністю до 0,1 мм встановити справжні координати спаїв термоприймачів, що, як відомо, є однією з основних умов, що визначають достовірність відновлення граничних умов теплообміну під час вирішення ОЗТ.

Стрижень термозонда 2 спеціальним пристроєм 18 в трьох точках за своїм колом прикріплений до корпусу 6. Ущільнюючим елементом служить кільце 3, яке повинно бути виготовлене з термостійкої пластмаси, товщиною 4 мм і стрижень, що з'єднує термозонд 2 з основною плитою 4. Корпус термозонда через фланцеве з'єднання закріплений в основній плиті, яка разом із поверхнею стрижня термозонда забезпечує реальні умови розтікання струменя рідини, що охолоджує.

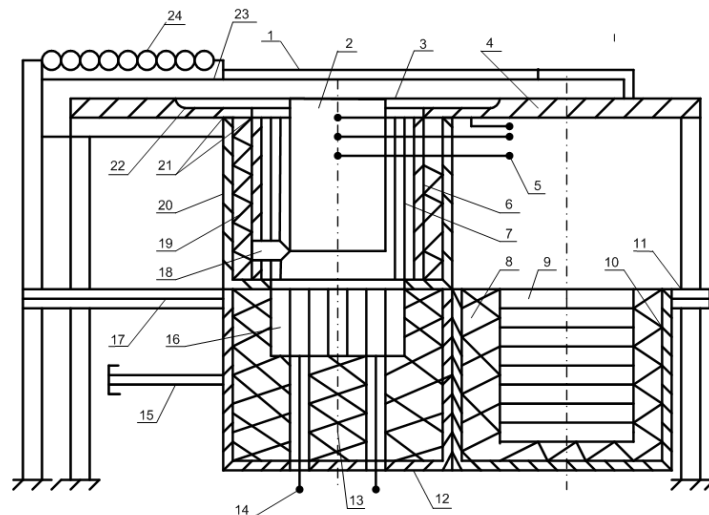


Рисунок 1 – Конструкція термозонду

Внутрішні 6 і 20 зовнішні корпусні елементи через фланцеве з'єднання закріплені в плиті 4.

Для зменшення теплових втрат через бічну поверхню стрижня термозонда встановлені екрани 7, які виконані з нержавіючої сталі IX18H9T товщиною 0,1 мм, а порожнину між внутрішнім корпусом 6 і 20 зовнішнім буде заповнено скловолокном 19.

Одним з недоліків в організації проведення експерименту, властивому великому числу методик, розглянутих раніше, є попереднє нагрівання зразків в печі з подальшим їх переміщенням в камеру зрошення. У цьому випадку неминуче виникає асиметрія вихідного теплового стану, тривалість періоду часткового зрошення поверхні, часті пошкодження термоприймачів. У зв'язку з цим, нагрівання стрижня термозонда здійснюватиметься нагрівачем зі стрічкового ніхрому 16, розташованому

безпосередньо під нижнім торцем стрижня. Корпус ніхромового нагрівача 12 закріплений на несучій плиті 11 за допомогою фланцевого з'єднання. Теплоізоляційним матеріалом між безпосередньо нагрівачем 16 і корпусом 12 служить азбоцементна маса 13, через яку проходять контакти нагрівача 14. Також на несучій плиті 11 закріплений корпус теплоізоляційної заглушки 10. Внутрішня частина заглушки складається з екранів 9, а порожнину між екранами 9 і корпусом 10 заповнено скловолокном 8.

Після того, як нагрівання стрижня термозонда до заданої температури завершено, за допомогою рукоятки 15 несуча плита 11 за направляючими 17 зсувається в сторону, і на місце корпусу 12 з нагрівачем 16 встановлюється корпус 10 з екранами 8. Це забезпечує надійну ізоляцію нижнього торця стрижня тепломіра в період проведення дослідів.

Після установки заглушки включається спусковий механізм і пружина 24 швидко зміщує штору 1, рідина, що розпилюється надходить на робочу поверхню термозонда 2.

Наступним етапом є розробка схеми вимірювання ТЕРС термоприймачів, встановлених у тілі стрижня термозонда 2.

Висновки. Була розроблена методика експериментального дослідження локальних умов нестационарного теплообміну і був сконструйований термозонд для визначення умов теплообміну, на якому будуть виконуватись дослідження впливу щільності зрошення, температури поверхні, ступеня недогріву рідини, її швидкості та кута натікання на поверхню.

Література

1. Братута Э.Г., Мацевитый Ю.М., Мултановский А.В. Идентификация нестационарных граничных условий при поверхностном кипении недогретой жидкости. – Инж.-физ. Журнал, 1985, т. 49, № 3, С. 486–491.
2. Исаченко В.П., Кушнырев В.И. Струйное охлаждение. – М.: нергоатом издат, 1984. –216 с.
3. Переселков А.Р., Братута Э.Г. Теплообмен при охлаждении высокотемпературной поверхности струнй диспергированной жидкости. – В кн.: Энергетическое машиностроение. Вып. 38. – Респ. Межвед. Науч.-техн. Сборник. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1984, С. 85–90.
4. Исаченко В.П., Сидорова И.К. Экспериментальное исследование охлаждения плоской вертикальной поверхности струей диспергированной жидкости. – Теплоэнергетика, 1982, №2, С. 30–33.
5. Диннер А. Обзор литературы по теплопередаче при стрйном охлаждении. М.: Черные металлы, 1976, №4, С. 26–29.
6. Селихов Ю.А., Братута Э.Г., Кравцов С.Ф. и др. Метод определения локальных условий теплообмена при спрейерном охлаждении. – Сталь, 1985, №4, С. 89–91.
7. Селихов Ю.А., Братута Э.Г., Кравцов С.Ф. и др. Критический тепловой поток при форсуночном охлаждении поверхности. Сб.Энергетическое машиностроение. – Харьков:, 1986, вып.31, С. 107–111.
8. Селихов Ю.А., Братута Э.Г., Кравцов С.Ф. и др. Экспериментальное сравнение пароводяного и воздушного охлаждения высокотемпературной поверхности. Сб. Интенсификация использования вторичных энергетических ресурсов и способов охлаждения агрегатов в черной металлургии. – М.: Металлургия, 1986, С. 23–27.
9. Селихов Ю.А., Братута Э.Г., Теббал М., Родионова Т.Ф. Распределение локальных расходов при спрейерном охлаждении поверхностей. - В кн.:

Энергетическое машиностроение. Вып. 36. – Респ. Межвед. Науч.-техн. Сборник. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1983, С. 111–117.

10. Селихов Ю.А., Братута Э.Г., Теббал М. Неаддитивность локальных плотностей орошения в зоне взаимодействия факелов щелевых форсунок. – В кн.: Энергетическое машиностроение. Вып. 37. – Респ. Межвед. Науч.-техн. Сборник. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1984, С. 94–98.

11. Дождиков В.И., Горяинов В.А., Емельянов В.А. Математическое моделирование форсуночного охлаждения непрерывного слитка. – В сб.: Непрерывная разливка стали. – М.: Металлургия, 1978, № 5, С. 20–25.

12. Темкин А.Г. Обратные методы теплопроводности. – М.: Энергия, 1973. – 464с.

13. Алифанов О.М. Идентификация процессов теплообмена летательных аппаратов. – С.: Машиностроение, 1979. – 216 с.

14. Мацевитый Ю.М., Мултановский А.В. Идентификация в задачах теплопроводности. – Киев: Наукова думка, 1982. – 240 с.

15. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.-Л.: ГИТТЛ, 1952. – 599 с.

16. Теплотехнический справочник / Под ред. В.Н. Юренева и П.Д. Лебедева. – М.: Энергия, 1976, т. 2. – 896 с.

Bibliography (transliterated)

1. Bratuta E.G., Matsevityiy Yu.M., Multanovskiy A.V. Identifikatsiya nestatsionarnyih granichnih rusloviy pri poverhnostnomkipenii nedogretoy zhidkosti. – Inzh.-fiz. Zhurnal, 1985, t. 49, # 3, P. 486–491.

2. Isachenko V.P., Kushnyirev V.I. Struynoe ohlazhdenie. – М.: nergoatom izdat, 1984. –216 p.

3. Pereselkov A.R., Bratuta E.G. Teploobmen pri ohlazhdenii vyisokotemperaturnoy poverhnosti struny dispergirovannoy zhidkosti. – V kn.: Energeticheskoe ma-shinostroenie. Vyip. 38. – Resp. Mezhved. Nauch.-tehn. Sbornik. – Harkov: Vischa shko-la. Izd-vo pri Hark. un-te, 1984, P. 85–90.

4. Isachenko V.P., Sidorova I.K. Eksperimentalnoe issledovanie ohlazhdeniya ploskoy vertikalnoy poverhnosti struey dispergirovannoy zhidkosti. – Teploener-getika, 1982, #2, P. 30–33.

5. Dinner A. Obzor literaturyi po teploperedache pri strynom ohlazhdenii. М.: Chernye metallyi, 1976, #4, P. 26–29.

6. Selihov Yu.A., Bratuta E.G., Kravtsov S.F. i dr. Metod opredeleniya lokalnyih usloviy teploobmena pri sprejernom ohlazhdenii. – Stal, 1985, #4, P. 89–91.

7. Selihov Yu.A., Bratuta E.G., Kravtsov S.F. i dr. Kriticheskii teplovoy potok pri for-sunochnom ohlazhdenii poverhnosti. Sb.Energeticheskoe mashinostroenie. – Harkov:, 1986, vyip.31, P. 107–111.

8. Selihov Yu.A., Bratuta E.G., Kravtsov S.F. i dr. Eksperimentalnoe sravne-nie pa-rovodyanogo i vozdushnogo ohlazhdeniya vyisokotemperaturnoy poverhnosti. Sb. Intensi-fikatsiya ispolzovaniya vtorichnyih energeticheskikh resursov i sposobov ohlazhdeniya agregatov v chernoy metallurgii. – М.: Metallurgiya, 1986, P. 23–27.

9. Selihov Yu.A., Bratuta E.G., Tebbal M., Rodionova T.F. Raspredelenie lo-kalnyih rashodov pri sprejernom ohlazhdenii poverhnostey. - V kn.: Energeticheskoe mashi-nostroenie. Vyip. 36. – Resp. Mezhved. Nauch.-tehn. Sbornik. – Harkov: Vischa shkola. Izd-vo pri Hark. un-te, 1983, P. 111–117.

10. Selihov Yu.A., Bratuta E.G., Tebbal M. Neadditivnost lokalnyih plotnostey oro-sheniya v zone vzaimodeystviya fakelov schelevyih forsunok. – V kn.: Energeticheskoe mashinostroenie. Vyip. 37. – Resp. Mezhved. Nauch.-tehn. Sbornik. – Harkov: Vi-scha shko-la. Izd-vo pri Hark. un-te, 1984, P. 94–98.

11. Dozhdikov V.I., Goryainov V.A., Emelyanov V.A. Matematicheskoe modelirovanie forsunochnogo ohlazhdeniya nepreryivnogo slitka. – V sb.: Nepreryivnaya razlivka stali. – M.: Metallurgiya, 1978, # 5, P. 20–25.
12. Temkin A.G. Obratnyie metodyi teploprovodnosti. – M.: Energiya, 1973. – 464 s.
13. Alifanov O.M. Identifikatsiya protsessov teploobmena letatelnyih appa-ratov. – S.: Mashinostroenie, 1979. – 216 p.
14. Matsevityiy Yu.M., Multanovskiy A.V. Identifikatsiya v zadachah teploprovodnosti. – Kiev: Naukova dumka, 1982. – 240 p.
15. Lyikov A.V. Teoriya teploprovodnosti. – M.-L.: GITTL, 1952. – 599 p.
16. Teplotekhnicheskii spravochnik / Pod red. V.N. Yureneva i P.D. Lebedeva. – M.: Energiya, 1976, t. 2. – 896 p.

УДК 621.016

Ю. А. Селіхов, к.техн.н., професор, К. О. Горбунов, к.техн.н., професор,
Т. В. Школьнікова, к.техн.н., доцент, І. В. Пільник, аспірант

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ УМОВ НЕСТАЦІОНАРНОГО ТЕПЛООБМІНУ

Поставлене завдання дослідження умов теплообміну розпиленої рідини – води з різними концентраціями поверхнево-активних речовин із високотемпературною поверхнею визначило низку завдань, які необхідно вирішити.

Два завдання: розробка засобів експериментального дослідження нестационарних локальних умов теплообміну високотемпературної поверхні з розпиленою рідиною з урахуванням можливості реалізації зміни рівня визначальних факторів у діапазоні відповідних їх реальних значень у натурних об'єктах енергетики та металургії та завдання вибору методу ідентифікації граничних умов теплообміну на наш погляд є головними.

Аналіз наукових публікацій та наші власні дослідження дозволили встановити, що центральним фактором, що впливає на локальні умови теплообміну, є локальна щільність зрошення, яка стала б одним із факторів для розробки ефективних систем охолодження, або для визначення теплового стану об'єкта при різних зовнішніх впливах.

Наступним завданням дослідження є дослідження інтенсивності теплообміну в функції недогріву розпиленої рідини - води з різними концентраціями поверхнево-активних речовин при різних локальних щільностях зрошення і температурах поверхні.

Оскільки ми розглядаємо багатфакторну задачу, то сучасні вимоги теорії планування експерименту дали можливість розробити методику експериментального дослідження локальних умов нестационарного теплообміну, що дозволить нам провести дослідження граничних умов теплообміну в функції взаємопов'язаного впливу щільності зрошення, температури поверхні, швидкості і кута натікання розпиленої рідини на поверхню.

Розроблена методика проведення вимірювань дозволить нам отримати достовірні результати досліджень.

Вирішення зворотного завдання теплопровідності дозволить встановити ступінь впливу практично всіх факторів, зазначених як визначальні. Очевидно, що при цьому вивчення граничних умов теплообміну функції швидкості руху високотемпературної поверхні виливається у велике самостійне завдання.

Ключові слова: засоби експериментального дослідження, нестационарні локальні умови теплообміну, високотемпературна поверхня, розпилена рідина, плівковий та бульбашковий режим кипіння, ефективні системи охолодження, багатofакторний характер досліджуваного процесу, метод ідентифікації умов теплообміну, узагальнені залежності.

Уц. А. Selikhov, К. О. Gorbunov, Т. V. Shkolnikova, І. V. Pilnyk

METHODOLOGY OF EXPERIMENTAL STUDY OF LOCAL CONDITIONS OF NON-STATIONARY HEAT TRANSFER

The task of studying the conditions of heat exchange of a sprayed liquid – water with different concentrations of surfactants with a high-temperature surface has defined a number of problems that need to be solved.

Two tasks: development of means for experimental study of non-stationary local conditions of heat exchange of a high-temperature surface with a sprayed liquid, taking into account the possibility of implementing a change in the level of determining factors in the range corresponding to their real values in full-scale energy and metallurgy facilities, and the task of choosing a method for identifying the boundary conditions of heat exchange, from our point of view, are the main ones.

Analysis of scientific publications and our own research have allowed us to establish that the central factor influencing local heat exchange conditions is the local irrigation density, which would be one of the factors for developing effective cooling systems, or for determining the thermal state of an object under various external influences.

The next objective of the study is to investigate the intensity of heat exchange as a function of underheating of the sprayed liquid – water with different concentrations of surfactants at different local irrigation densities and surface temperatures.

Since we are considering a multifactorial problem, modern requirements of the theory of experimental planning have made it possible to develop a methodology for experimental study of local conditions of non-stationary heat exchange, which will allow us to conduct a study of the boundary conditions of heat exchange as a function of the interrelated influence of the irrigation density, surface temperature, velocity and angle of impingement of the sprayed liquid onto the surface.

The measurement technique we have developed will allow us to obtain reliable research results.

Solving the inverse problem of heat conduction will allow us to establish the degree of influence of almost all factors noted as determining. It is obvious that in this case, studying the boundary conditions of heat exchange as a function of the speed of movement of a high-temperature surface results in a large independent problem.

Keywords: means of experimental research, non-stationary local conditions of heat exchange, high-temperature surface, sprayed liquid, film and bubble boiling regime, effective cooling systems, multifactorial nature of the process under study, method of identifying heat exchange conditions, generalized dependencies.