ВСТУП

В обробці металів тиском відповідальною і складною технологічною операцією є нагрів металу. Від правильно вибраного способу нагріву залежить не тільки якість готової продукції, стійкість інструменту, палива і електроенергії, але і продуктивність праці, зниження необхідного зусилля і потужності устаткування.

Висока якість продукції, що отримується процесами обробки металів тиском (ОМТ) досягається при правильному нагріванні металу у межах встановлених температур. Таким чином нагрівання металу в процесах ОМТ є важливішою операцією, яка в значній мірі визначає якість і вартість продукції, а також продуктивність виробництва.

Зростання промислового виробництва прокатної продукції, поковок гарячого штампування, освоєння нових матеріалів для штампів, підвищення маси і розмірів поковок – усе це обумовлює необхідність удосконалення засобів нагрівання і контролю температури заготовок для забезпечення регламентованих температурно-швидкісних режимів обробки металів тиском.

Характерною особливістю сучасної теорії і практики нагріву є комплексний підхід до вивчення теплофізичних процесів при гарячій обробці металів тиском з урахуванням окислення і газонасичення металу, теплової роботи нагрівального пристрою, режимів нагріву і охолоджування, термомеханічних властивостей продукції, теплової роботи інструменту і інших чинників, що визначають продуктивність устаткування і якість готової продукції.

«Технологія нагріву та нагрівальне обладнання в обробці металів тиском» – прикладна інженерна дисципліна, яка визначає загальні основи технології нагрівання металу та обладнання, яке для цього застосовується в процесах обробки металів тиском.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Технологія нагріву та нагрівальне обладнання в обробці металів тиском» є визначення конструктивних особливостей обладнання для нагріву металу в процесах обробки металів тисом; вивчення методик розрахунку характеристик нагрівального обладнання; вивчення технологій термічної обробки, що використовуються на металургійних підприємствах, уміння виконувати розрахунки печей різноманітних видів.

В навчально-методичному посібнику наведено відомості про паливо і його спалювання, нагрівання металу, теплообмін в печах. Наведено найбільш розповсюджені печі і теплові агрегати за всіма технологічними переробками процесів обробки металів тиском. Наведено способи підвищення ефективності роботи печей і конструкції енергозберігаючих пристроїв. Представлена інформація щодо електронагрівальних установок, їх конструкції і роботи. Розглянуто питання удосконалення технології і режимів гарячої тонкоштабової прокатки. Проаналізовано методи регулювання теплового стану розкату на неперервних широкоштабових станах гарячої прокатки.

Наведено приклади розрахунку камерної печі, розрахунку змінювання температури металу при гарячому прокатуванні в реверсивній кліті, варіанти

індивідуальних завдань. Для проведення лабораторного практикуму наведено лабораторні роботи за тематикою даного посібника.

Робочою програмою дисципліни «Технологія нагріву та нагрівальне обладнання в обробці металів тиском» передбачено 48 годин лекційних занять, 16 годин практичних занять, 16 годин лабораторних занять і 10 годин самостійна робота. Матеріал для лекційних занять містить 6 тем. Розподіл годин за змістовими модулями наступний: по 8 годин на кожний змістовий модуль. Лабораторні заняття включають 4 роботи. Розподіл годин за роботами наступний: по 5 годин на 1 і 4 роботу і по 3 години на 2 і 3 роботи. Практичні заняття передбачають розрахунок камерної печі (16 годин). Самостійна робота передбачає виконання розрахунків за 2-ма завданнями (пп. 8.2 і 8.3) – по 5 годин на кожне завдання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: класифікацію способів нагріву та нагрівального обладнання цехів ОМТ, конструктивні особливості та особливості експлуатації пічного обладнання та установок нагріву в залежності від типу технологічного процесу ОМТ, методики розрахунків нагрівального обладнання.

вміти: здійснювати вибір нагрівального обладнання та режиму нагріву в залежності від характеру виробництва та сортаменту заготовок, виконувати розрахунки нагрівального обладнання, вдосконалювати виробництво продукції, отриманої методами ОМТ.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких спеціальних компетентностей:

СК16. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії.

СК17. Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації.

СК18. Критичне осмислення наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері металургії.

СК19. Здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей.

СК20. Здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп’ютерне програмне забезпечення для вирішення типових та комплексних завдань металургії за спеціалізацією, у тому числі в умовах невизначеності.

СК21.Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проектів в металургії.

СК22. Здатність виявляти, класифікувати і описувати ефективність систем, компонентів і процесів в металургії на основі використання аналітичних методів і методів моделювання.

СК23. Усвідомлення контекстів, в яких можуть бути застосовані знання металургії (наприклад, управління процесами та обладнанням, менеджмент, розробка технології тощо).

СК24. Здатність визначити та дослідити проблему у сфері спеціалізації, а також ідентифікувати обмеження, зокрема ті, що пов’язані з питаннями сталого розвитку, охорони природи, здоров’я і безпеки та з оцінками ризиків.

СК25. Усвідомлення характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації.

СК26. Здатність працювати з технічною невизначеністю.

СК27. Здатність використовувати математичні принципи і методи, необхідні для підтримки спеціалізації в металургії.

СК28. Здатність управляти комплексними діями або проектами відповідно до спеціалізації для забезпечення досягнення поставленої мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, у тому числі пов’язаних із виробництвом, експлуатацією, технічним обслуговуванням та утилізацією.

СК29. Здатність забезпечувати якість продукції.

СК30. Усвідомлення комерційного та економічного контекстів діяльності; здатність ідентифікувати фактори, що впливають на витрати в планах і проектах, відповідно до спеціалізації, та керувати ними; здатність застосовувати методи управління, адекватні поставленим цілям та завданням.

СК31. Усвідомлення вимог до діяльності в сфері спеціалізації, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку.

СК32. Усвідомлення питань інтелектуальної власності та контрактів у металургії.

СК33.Здатність реалізовувати концепції ощадливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії, а також впроваджувати ресурсозберігаючі технології, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення

цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.

СК34. Здатність застосовувати кращі світові практики, стандарти діяльності у металургії.

Міждисциплінарні зв’язки.

Вивчення дисципліни «Технологія нагріву та нагрівальне обладнання в обробці металів тиском» базується на дисциплінах «Електротехніка» і «Хімічна термодинаміка».

Дисципліна «Технологія нагріву та нагрівальне обладнання в обробці металів тиском» забезпечує подальше засвоєння дисциплін «Теорія та технологія феросплавного виробництва» і «Металургія кольорових металів», підготовку кваліфікаційної роботи бакалавра та подальшу дослідницьку діяльності в галузі обробки металів тиском та інших галузях науки і техніки.

Вивчення дисципліни «Технологія нагріву та нагрівальне обладнання в обробці металів тиском» розширює можливості студентів при виконанні науково-дослідних робіт і кваліфікаційної роботи бакалавра.

Навчально-методичний посібник призначений для для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 136 "Металургія" освітньо-професійної програми "Металургія".

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАГРІВАННЯ МЕТАЛУ

Процеси виробництва листової сталі є складним і багатофакторним. В області прокатного виробництва передбачено значне збільшення розробки листової продукції і підвищення якості переважно за рахунок введення в експлуатацію потужних широкоштабових листових станів. Сьогодні безперервні і напівнеперервних широкоштабові стани гарячої прокатки є основними агрегатами в комплексі обладнання, призначеного для виробництва тонкого листа. Продуктивність цих станів і якість прокатаних штаб, визначають обсяг виробництва і якість не тільки гарячекатаних, але і холоднокатаних листів.

Сьогодні широкоштабові стани гарячої прокатки є високомеханізованими і автоматизованими агрегатами. Автоматизація цих станів забезпечує високу продуктивність і якість прокатаних штабів за рахунок найбільш повного задоволення вимог технології і оптимізації режимів роботи станів. На цих станах прокатують листи и штаби завтовшки від 1,2 до 12 – 16 мм і шириною до 1850 – 2150 мм.

Гарячекатаний рулонний прокат товщиною 1,8-2,0 мм і шириною 800-1550 мм з мало вуглецевих марок сталі користується на ПАТ «Запоріжсталь» найбільшим попитом у закордонних і вітчизняних споживачів. Він виробляється відповідно до міжнародного стандарту EN ISO 9001:2000 і ДСТУ 2834-94.

Довгі роки в металургії необхідної уваги не приділялося питанням зниження витрат енергії при прокатуванні. Сьогодні ж пріоритетом в промисловості є істотне зменшення енергоємності виробництва металу. Реалізація енергозбереження, як напрямок розвитку металургії, розглядається як неодмінна умова досягнення енергонезалежності України. Тенденції на світовому ринку енергоносіїв свідчать про те, що ціна на газ, нафту, вугілля буде безперервно зростати. Швидше за все, видобуток їх у світі в перспективі не збільшиться. Буде підвищуватися вартість електроенергії. Тому гострота проблеми тепло/енергозбереження в металургії і прокатному виробництві буде зростати.

Енергія при прокатці сталі на широкоштабових станах гарячої прокатки (ШСГП) витрачається, по перше, на нагрів, і по друге, на деформацію металу. Витрати на нагрів слябів складають 55…60% всіх енерговитрат на ШСГП. Зауважимо, що на дрібно сортних станах для нагріву заготовок перед прокаткою витрачається 70…90% енергії. Сумарна витрата енергії залежить від компонування чорнових і чистових груп клітей конкретного стану і може бути мінімізована при виборі оптимальних температур нагрівання слябів, заготовок і режимів прокатки.

Енергія в виробництві листів і штаб істотно економиться при прямій подачі слябів на ШСГП, минаючи нагрівальні печі. Виробничий досвід свідчить, що при організації гарячого посаду безперервно литих слябів в нагрівальні печі при температурі 300°С витрата палива на їх нагрівання скорочується приблизно на 10…12%. Якщо температура слябів при їх посаді в піч становить 900°С і більше, то економиться до 60% палива. Вважається, що зниження температури нагріву слябів перед прокаткою на ~ 10°С дозволяє зменшити витрати палива на 2%.

Можливості зниження температури нагріву слябів в печах або здійснення «транзитної» прокатки зростають при реалізації заходів щодо зменшення втрат тепла розкатами при їх руху на лінії ШСГП. Серед таких заходів можна назвати, по перше, оснащення ШСГП перемотувальним пристроєм («койлбоксом») на проміжному рольгангу. По друге, застосування теплозберігаючих пристроїв, які екранують поверхню розкатів від взаємодії з навколишнім середовищем або підігрівають охолоджені ділянки (кромки штабів). Можна очікувати що процес вдосконалення теплозберігаючих установок і систем триватиме і далі по шляху підвищення їх ефективності в частині теплозбереження та надійності роботи в умовах інтенсивної експлуатації. Наука тут має широкі поля для пошуку. При реконструкції і модернізації ШСГП, що діють зокрема, на комбінатах ПАТ «Запоріжсталь» і ПрАТ «ММК імені Ілліча» основна увага приділяється пошуку таких рішень (перш за все, компоновки і модернізації клітей чорнових груп станів), які забезпечують с одного боку, мінімальні витрати енергії на нагрів і прокатку штаби, а з іншого необхідні для отримання необхідних структур і властивостей гарячекатаної сталі, температури кінця прокатки і змотування штаб.

Пропоновані лабораторні і практичні роботи ставлять за мету поглиблення знань за курсом «Нагрів і нагрівальне обладнання в обробці металів тиском», надбання практичних навичок за технологією нагріву. Ці роботи, що охоплюють майже всі основні розділи курсу, слід розглядати лише як зразкові.

Нагрівання металу для обробки тиском проводиться головним чином з метою підвищення його пластичності і зменшення опору деформуванню. Нагрівання є однієї з найважливіших операцій обробки металів тиском, від якого у великому ступені залежить точність розмірів виробів, якість, правильне використання устаткування, інструмента та ін. Нагрівання повинне забезпечити рівномірну температуру по перетину заготівлі, її мінімальне окислювання й зневуглецьовуються. Практикою установлено, що інтенсифікація нагрівання знижує окалино-утворювання, за рахунок чого підвищується точність виробів і зростає стійкість інструмента (прокатних валків, бойків, штампів і т.п.). Можна затверджувати, що в даний час культура цехів гарячої обробки тиском у великій мірі визначається способом нагрівання, що застосовується. Сучасні прогресивні способи нагрівання докорінно змінюють вигляд гарячих цехів, наближаючи умови праці в них до умов роботи в механічних цехах. Таким чином, вибір правильного способу і режиму нагрівання металу представляє велику і важливу технічну задачу.

Контрольні питання

1. Основні вимоги до якості вихідної заготовки.
2. Основні вимоги до якості готової продукції.
3. Призначення нагріву металу перед обробкою тиском.
4. Теплота горіння палива.
5. Прохідні печі прокатного виробництва.

Література до розділу 1: [1, 3, 5, 6]