**Рибалов Андрій Олександрович. Конвективний теплообмін і енергозбереження при охолодженні арматурного прокату на дрібносортних станах: дисертація канд. техн. наук: 05.14.06 / Національна металургійна академія України. - Д., 2003. , табл.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Рибалов А.О. **"Конвективний теплообмін і енергозбереження при охолодженні арматурного прокату на дрібносортних станах"**.- Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.14.06. - технічна теплофізика та промислова теплоенергетика. - Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ, 2003.  Дисертаційна робота присвячена експериментальному і теоретичному дослідженню конвективного теплообміну в процесі прискореного охолодження арматурного прокату в умовах безупинних дрібносортних станів.  Розроблено математичну модель процесу прискореного охолодження і термічного зміцнення арматурного прокату.  Шляхом обробки експериментальних даних визначені значення коефіцієнта конвективної тепловіддачі, що мають місце при водяному охолодженні гарячого арматурного прокату в прямоточних охолоджувальних камерах.  Виконано гідродинамічний розрахунок установки прискореного охолодження арматурного прокату з метою визначення профілю швидкості потоку охолоджувальної води і величини гідравлічного опору в кільцевому каналі з рухливою внутрішньою поверхнею. На відміну від відомого аналітичного рішення, профіль швидкості визначений по всій довжині установки, включаючи ділянку гідродинамічної стабілізації.  Уперше, шляхом спільного рішення диференціальних рівнянь конвективного теплообміну, без використання емпіричної залежності , розраховані температурні поля арматурного прокату й охолоджувальної води при їхньому спільному русі в прямоточній охолоджувальній камері. | |
| |  | | --- | | На основі результатів теоретичного і промислового дослідження конвективного теплообміну вирішена важлива науково-технічна задача по зниженню енергоємності процесу прискореного охолодження арматурного прокату в умовах безупинних дрібносортних станів.  Основні результати роботи полягають у наступному.  1. Для проведення розрахунково-теоретичних досліджень розроблено математичну модель прискореного охолодження і термічного зміцнення арматурного прокату, що встановлює достовірну залежність обсягу структурних фаз, що утворяться, і механічних властивостей зміцненого металу від основних технологічних параметрів процесу. Математична модель дозволяє розраховувати механічні властивості готової продукції із середньою відносною погрішністю до 3,3% по границі текучості і до 2,6% по границі міцності.  2. У ході адаптації математичної моделі встановлено, що критериальная залежність Нуссельта – Крауссольда справедлива для розрахунку достовірних значень коефіцієнта конвективної тепловіддачі в процесі прискореного охолодження гарячого арматурного прокату водою в прямоточних камерах за умови обліку як абсолютної швидкості руху охолоджувальної води, так і швидкості води щодо поверхні металу, що рухається, у виді сумарного числа Рейнольдса , при цьому теплофізичні властивості охолоджувальної води приймаються на лінії насичення. Критерієм вірогідності розрахункових значень коефіцієнта тепловіддачі є задовільна точність визначення механічних властивостей готової продукції.  3. Розрахунково-теоретичні дослідження, здійснені на основі розробленої математичної моделі, показали неприйнятність прийняття при розрахунку конвективного теплообміну в процесі охолодження гарячого прокату граничних умов першого роду, коли температура поверхні металу приймається рівній температурі охолоджувальної води: погрішність розрахунку температури самовідпуску в порівнянні зі значеннями, одержуваними при граничних умовах третього роду, досягає 1500С або 27%.  4. Шляхом чисельного рішення рівняння руху Навье-Стокса і рівняння нерозривності виконаний гідродинамічний розрахунок установки прискореного охолодження, що, на відміну від відомого аналітичного рішення, дозволяє визначити профіль швидкості потоку охолоджувальної води і коефіцієнт гідравлічного опору по всій довжині камери, включаючи ділянку гідродинамічної стабілізації і з огляду на рух арматурного прутка зі швидкістю прокатки.  5. Шляхом чисельного рішення диференціальних рівнянь конвективного теплообміну виконаний розрахунок температурного полю по радіусу арматурного прокату в процесі його прискореного охолодження без використання емпіричної залежності . У результаті проведених тестових розрахунків визначений характер розподілу турбулентної в'язкості по радіусу камери охолодження, що забезпечує розрахунок температур металу з прийнятною точністю.  6. Установлення достовірної залежності механічних властивостей зміцненого металу від тиску охолоджувальної води дозволило розробити і впровадити енергозберігаючі режими прискореного охолодження арматурного прокату діаметром 12 і 14 мм на рівень класу А500С в умовах дрібносортних станів 250-2 і 250-4 комбінату "Криворіжсталь". У цих режимах реалізований новий спосіб прискореного охолодження прокату круглого поперечного перерізу у прямоточних камерах прохідного типу, що відрізняється тим, що мінімальна швидкість охолоджувальної води повинна дорівнювати швидкості прокатки, що запобіжить утворенню неприпустимої подовжньої кривизни прутків. Подано відповідну заявку на патент України № 2003 021 311 від 13.02.2003 р. | |