

Винахід відноситься до галузі високотемпературної термічної обробки виробів і речовин і може застосовуватись в металургійній промисловості в ливарному і прокатному виробництвах, в машинобудуванні при об'ємній гарячій штамповці і куванні, в хімічній промисловості і комунальному господарстві.

За наших часів для нагріву заготовок під об'ємну гарячу штамповку, вільне кування, профільний і об'ємний прокат, плавку і відливання виробів, для нагріву, великих об'ємів рідини, компонентів і других технологічних матеріалів в хімічній, цементній і сталеливарній промисловостях, комунальному господарстві і переробних виробництвах застосовують як правило газові полум'яні печі конвенційного типу, коли енергія згоряння діє на поверхню виробу! передається більш глибоким прошаркам речовини.

В таких пристроях нагрівається повітря в замкнутому просторі, в робочій зоні розміщується технологічний матеріал, котрий нагрівається як в наслідок прямої дії на нього полум'я пальників, так і, в основному, через передачу температури від нагрітого повітря до холодного виробу. При цьому енергія згорівшого газу витрачається і на нагрів стінок і поду печі, транспортуючих пристроїв, відпрацьованого повітря, витяжних систем, комунікацій і навколишнього середовища, через що коефіцієнт корисної дії газополум'яних печей не перевищує 20% в кращих конструкційних розробках.

Пряма дія полум'я на матеріал і. довгий час нагріву значно впливає на якість виготовленої продукції, зростання продуктивності праці та економії енергетичних і сировинних ресурсів. До недоліків слід віднести також великі розміри нагрівальних пристроїв, швидке зношення робочих поверхонь, великі амортизаційні витрати на поточний ремонт, відсутність будь-якого гнучкого регулювання витрат газу, висока ціна експлуатації, ремонту та обслуговування. ("Методи прискорених розігрівів нагрівальних печей". Е.В. Співак, Москва, "Металургія" 1986 р.).

Вказані недоліки в повній мірі відповідають і іншим способам нагріву, побудованим на тому ж конвенційному принципі, як струм індукційний, ТВЧ (Г.П. Долгов, С.А. Кондаков. "Обладнання та агрегати для термообробки та їх налагоджування", Москва, "Вища школа", 1979 р.), опору, нагріву в електропечах, індукційний (І.С. Лебедев, А.С. Телегін "Нагрівальні печі". Державне науково-технічне видавництво машинобудівної літератури, Москва, Свердловськ, 1962 р.), електричний (А.А. Скворцов, А.Д. Акименко, Н.Я. Кузель "Нагрівальні пристрої", Москва, "Вища школа" 1965 р.), аеродинамічний (В.І. Тевіс, В.А. Анан'єв, Н.Г. Шадюк "Рециркуляційні пристрої аеродинамічного нагріву", Москва, "Машинобудування", 1986 р.), до яких додається складність, насиченість і недовговічність робочих поверхонь, електричних, та електронних схем.

Також відомий спосіб інфрачервоного нагріву матеріалів шляхом опромінення їх широким спектром інфрачервоного випромінювання, яке випромінюють як трубчасті та спіральні електронагрівачі, так і галогенні лампи випромінювання, а також всі інші способи нагріву, які виконуються тільки за допомогою інфрачервоного випромінювання (наприклад, термокамера для обробки матеріалів інфрачервоними променями, а.с. № 989276 кл. 26В3/30 1981 р.)

Недоліком його є неможливість досягнення високих температур за найкоротший час, широкий спектр випромінювання, що не дає можливості розділити матеріали, які пропускають і відбивають випромінювання, неможливість регулювання просторового розподілу променевого потоку, великі габарити конструкцій нагрівальних пристроїв, недовговічність в роботі та низький коефіцієнт корисної дії, а також всі інші негативні фактори, належні іншим способам термічної обробки матеріалів.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення технології нагріву матеріалів шляхом використання методу інфрачервоного, резонансного, монохроматичного, поляризаційного нагріву, діючого на субатомному рівні, що забезпечує значне скорочення часу повної теплової обробки матеріалів, доведення нагріваемого об'єкту до заданої температури за найкоротший час, зменшення витрат енергії та палива на нагрів одиниць виробу, можливість регулювання просторового розподілу променевого потоку (що дозволяє здійснювати нагрів тільки оброблюваного об'єкту, зводячи до мінімуму втрати енергії на нагрів навколишніх поверхонь і середовища), можливість керування нагрівом по заданому часовому графіку, програмі, необхідній для досягнення оптимального технологічного ефекту, можливість автоматизації технології нагріву.

Суть винаходу заключається в тому, що для швидкого нагріву матеріалів до високих температур використовують метод інтенсивного інфрачервоного нагріву за допомогою кварцових трубчатих ламп розжарення з галогенним йодним циклом з одночасною взаємодією і використання разом кількох ефектів і явищ природи і за їх допомогою більш ефективного процесу перетворення променевої енергії в теплову.

Інтенсивності випромінювання досягають одночасним використанням кількох десятків або сотень випромінювачів.

Спектральний аналіз і склад випромінювання складається з випромінювання вольфраму при $^{\circ}=2400-2550^{\circ}\text{K}$ і випромінювання кварцу при $^{\circ}=400-550^{\circ}\text{K}$ та деякого випромінювання йоду в видимій частині спектру. Основна частина спільного променевого потоку більше 90% припадає на інфрачервону частину спектру з інтервалом довжини хвиль 0,77-8 мкм. Спектральне розподілення променевого потоку тіла розжарення знаходиться в основному в області від видимого до 3 мкм, а кварцової трубки в області $\approx 3\ldots 4$ мкм.

Використання кварцової трубки в даному спектрі випромінених частот не призводить до зміщення частоти і обертання площини поляризації електромагнітного випромінювання (векторної направленості електричного і магнітного поля фотону).

Поляризація випромінювання залежить від лінійних розмірів випромінюючих атомів та довжини хвилі випромінюючого світла. Тому при випромінюванні фотону момент атому і його проекція змінюються не більш ніж на одиницю і складають однакову направленість векторів всіх часток в просторі по відношенню до нитки розжарення лампи, що забезпечує монохроматичність випромінювання.

Частоти поглинання випромінювання більшої частини хімічних елементів співпадають з частотою випромінювання кварцових ламп розжарення, тобто під час дії зовнішнього електромагнітного поля (фотонів) на атом резонансної частоти (тобто частоти, співпадаючої з однією з можливих частот даного атома), сильно зростає власне вимушене випромінювання (індукційоване).

При вимушеному випромінюванні не тільки частота, а й напрямок розповсюдження, поляризація і фаза випущеного фотону такі ж як і у падаючого фотона. Імовірність вимушеного випромінювання пропорційна інтенсивності зовнішнього випромінювання, тобто щільності і густини падаючих фотонів резонансної частоти, підпорядкованого закону Стефана-Больцмана для поглинання випромінювання тілом.

Коли тіло попадає в камеру з інтенсивним випромінюванням, то переходи електронів на нижчий енергетичний рівень, як би "забороняються". Ця заборона, однак, є відносною: кожний заборонений перехід є в той же час "дозволенним" по відношенню до переходів, маючим більш вищі рівні енергії. Стан, переходи з якого у всі становища з меншою енергією "заборонені" одночасно стійкі, такий стан (або рівні енергії) називають метастабільними.

В невірноважених системах, в котрих в метастабільному стані знаходиться більше атомів, ніж в одному із станів з меншою енергією, що залежить від інтенсивності первинного випромінювання, значно зростає і інтенсивність вимушеного випромінювання. При попаданні в таку систему, (так зване активне середовище) резонансного фотону випромінюються фотони, в свого чергу граючих роль резонансних. При цьому кількість випромінюваних фотонів ланцюгово зростає. Сумарне випромінювання складається з ідентичних за своїми характеристиками фотонів, створюючих когерентний (узгоджений) потік, котрий знову ж по частоті, направленню розповсюдження, поляризації і фазі спрямований всередину виробу, де створюється когерентне, підсилене електромагнітне випромінювання, яке формує бігучу хвилю вторинних фотонів в матеріалі.

Швидкість, з якою протікає процес, залежить від товщини виробу, його маси, інтенсивності і потужності первинного випромінювання, частоти і поляризації фотонів (електромагнітного поля), власної частоти хвилювань атомів системи, або так званого спектру пропускання, (поглинання) речовини і часу опромінення.

Під час нагріву в речовині з'являються і такі ефекти як інфрачервоне утримання, зворотний і квадратичний Штарка ефект, але основний вплив на нагрів справляє формування всередині речовини когерентної, резонансної бігучої хвилі вторинних фотонів, за рахунок чого виникає як би нагрів речовини зсередини, тобто тіло само себе розігріває.

Коли припиняється зовнішнє випромінювання, процес ланцюгового зростання кількості вторинних фотонів припиняється, "обривається" бігуча хвиля, втрачається поляризація електромагнітного поля і випромінювання речовиною фотонів відбувається в навколишнє середовище. Енергетичні рівні електронів переходять на ступені, починається процес охолодження матеріалу.

Важливе значення має час переходу в атомі електронів з одного енергетичного рівня на другий. Частота випромінювання приблизно 10^{13} Гц, а число періодів, відповідаючих одному кванту, складає майже 10^5 . Це означає, що "час випромінювання" одного кванту (фотону) приблизно 10^{-8} сек. За цей час світло може пройти майже три метри. З цього випливає, що відстань від випромінювачів до поверхні оброблюємих об'єктів не повинна перевищувати трьох метрів. При перевищенні цього значення весь ефект формування і підсилення бігучої хвилі всередині речовини не спостерігається.

При попередньому намагнічуванні матеріалів магнітна індукція також є векторною величиною, тобто створюючи певну поляризацію в феромагнітних матеріалах, нагрітих нижче точки Кюрі, добиваються підвищення швидкості розповсюдження і розміру бігучої хвилі, створені після "накачування" в нагріваємому матеріалі, а це призводить до зниження часу нагріву і витрат енергії, тобто при тій же інтенсивності випромінювання нагрів буде протікати швидше, або за той же час можливо нагріти до тієї ж температури тіло з більшою масою.

На фіг. 1 зображені амплітудно-частотні характеристики нагрівачів 3 кварцовими галогенними лампами (1) і спектри поглинання інфрачервоного випромінювання деяких матеріалів: 2 - срібла, 3 - металевих руд, 4 - води, 5 - сталі (у високолегованих сталей спектр значно ширший).

На фіг. 2 наведена залежність коефіцієнту поглинання фотонів від інтенсивності випромінювання (початкової енергії фотонів первинного випромінювання) в логарифмічному масштабі (в одиницях MeV $0,5 \text{ MeV}$), 1 - сумарний ефект передачі енергії променистого потоку і перетворення його в теплову енергію, 2 - сумарний Комптона ефект, зворотний і квадратичний Штарка ефект, 3 - ефект інфрачервоного утримання фотонів, 4 - народження вторинних фотонів, формування і підсилення бігучої хвилі всередині матеріалу.

В радіотехнічній промисловості використовують метод інфрачервоного нагріву для розплаву припою та пайки монтажних, печатних плат за допомогою поодиноких трубчатих нагрівачів. В проведених лабораторіях світу застосовують інфрачервоний метод для місцевого нагріву матеріалів до температур $1500-2500^\circ\text{C}$ за частки секунди, але пристрої є експериментальними і не відповідають умовам, які необхідні для їх промислового використання (Н.В. Левітін "Використання інфрачервоної техніки в народному господарстві", Ленінград, "Енерговидат" 1981 р.).

Використання ефекту "накачування", формування бігучої хвилі вторинних фотонів, інфрачервоного утримання, зворотного і квадратичного Штарка ефектів, закону Стефана-Больцмана знайшло широке використання в квантовій електроніці і зокрема в потужних джерелах світлових монохроматичних коливань - лазерах ("Фізика мікроміру" Вид. "Радянська енциклопедія" Москва, 1980 р.).

Магнітне поле для формування, поляризації та фази, просторового орієнтування та розігрівання використовують в кінескопах, циклотронах, термоядерних реакторах для утримання та розігрівання плазми, спрямованого розповсюдження променів та пучків елементарних часток різних енергетичних рівнів (Д.Л. Гольдин "Фізика прискорювачів", Москва, "Наука" Головна редакція фізико-математичної літератури, 1985 р.).

Діапазон інтенсивностей нагрівальних пристроїв наближується до порогового діапазону інтенсивностей випромінювання лазерів, котрі обмежені $10^3-10^9 \text{ Вт/см}^2$. При інтенсивностях нижче 10^3 Вт/см^2 матеріал нагрівається недостатньо швидко для початку структурних перетворень, а при інтенсивностях вище 10^9 Вт/см^2 починається процес іонізації, тобто електрони відриваються від атомів речовини, що знижує ефективність технологічного процесу. При досягненні інтенсивності випромінювання $10^{12}-10^{20} \text{ Вт/см}^2$ миттєво випарюються будь-які існуючі матеріали, пари матеріалів сильно нагріваються і утворюється іонізована плазма з виділенням колосальної енергії. З горошини можливо отримати "бомбу" у власному домі. (Н.Г. Басов, В.А. Катулін, "Грядуща революція в технології", "Гіпотези, прогнози, майбутнє науки". 22 Міжнародний щорічник, 1989 р. Вид. "Знання", Москва, 1989 р.).

Пропонуємо спосіб монохроматичної, поляризованої термообробки за допомогою інфрачервоного методу забезпечує швидкість нагріву (частки секунди) до температур плавлення твердих матеріалів, високу економічність, малі габарити пристроїв, їх автоматизацію і механізацію, змінення потужності нагрівальних пристроїв від маси тіла та швидкості нагріву, прогрів всієї маси тіла нагріву одночасно пронизуючими його інфрачервоними променями, майже повна відсутність окислення, усадки, усадки і обвуглювання, необмежені температурні та часові діапазони, дешевизну розробки, виготовлення, впровадження, експлуатації та обслуговування, взаємодію випромінювання та матеріалу на субатомному рівні, впливаючи безпосередньо на енергетику електронів, минаючи молекулярний рівень, так звану нанотехнологію.

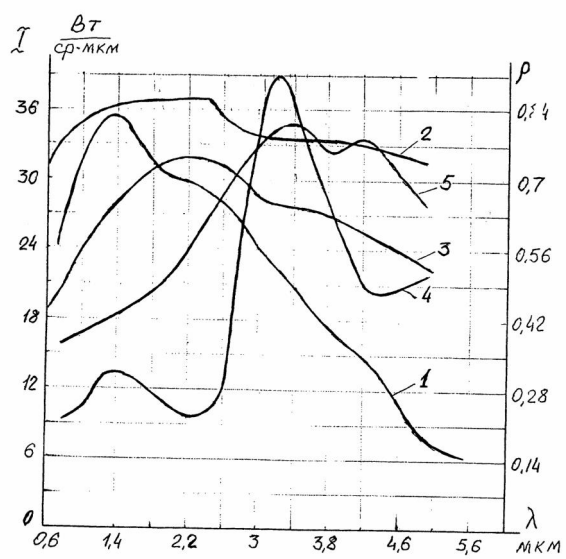


Fig. 1

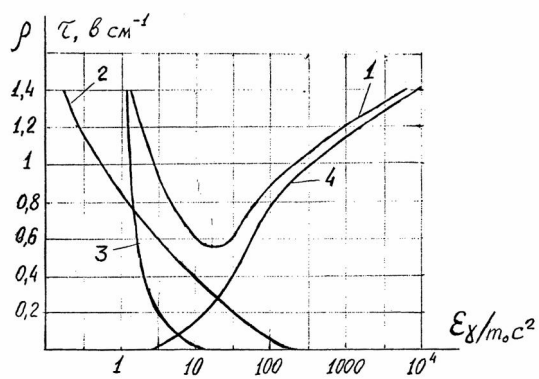


Fig. 2