



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60410 (13) A

(51) 7 C21C1/08, C21B11/02, C22B1/244

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВАГРАНОЧНОЇ ПЛАВКИ ВИСОКОМІЦНОГО КОРОЗІЙНОСТІЙКОГО ЧАВУНУ

1

2

(21) 2001085871

(22) 21 08 2001

(24) 15 10 2003

(72) Алієв Натікбек Алі

(46) 15 10 2003, Бюл. № 10, 2003 р.

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "НАУКОВО-ВИРОБНИЧЕ
ОБ'ЄДНАННЯ "СПЕЦІАЛЬНЕ КОНСТРУЮВАННЯ
ТА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИН - ХХІ ВЕК"(57) 1 Спосіб ваграночної плавки високоміцного
корозійностійкого чавуну, що включає введення у
вагранку коксу, флюсу та металеві шихти з
включенням відходів ливарного чавуну, сталевих
відходів та брикетів на основі чавунної стружки,
введення необхідних легуючих присадок та
домішок, наступне нагрівання та розплавлювання,який відрізняється тим, що як металеву шихту
використовують брикети, механічно спресовані
при питомому тиску 1800-2000 кг/см² з однорідної
суміші в складі чавунної стружки, стружки сталей
мартенситного класу та порошоків легуючих
присадок, а також домішок, що сприяють
графітизації, переважно у вигляді порошку 75 %-го
феросиліцію та/або силікокальцію, деревних
стружок та тирси, взятих у об'ємному
співвідношенні 3 0,5 (0,2+0,3) 1 відповідно2 Спосіб за п 1, який відрізняється тим, що
брикети із зазначеної суміші пресують на
гидравлічному пресі у вигляді циліндричних шайб
діаметром 100мм та висотою 50-60мм із
забезпеченням щільності суміші 3,5г/см³

Винахід відноситься до чорної металургії, а
саме до ливарного виробництва, і може
використовуватися під час виплавки у вагранці
корозійностійкого антифрикційного високоміцного
чавуну

Чавун продовжує залишатися одним з
основних машинобудівних матеріалів, тому що
має багато переваг у порівнянні з іншими
матеріалами, зокрема зі сталлю Чавун є
своєрідним композитним матеріалом, механічні й
експлуатаційні властивості якого залежать як від
характеристик металеві основи, так і від форми,
розмірів, кількості та розподілу графітових
включень Отримання тієї чи іншої структури
чавуну у виливках залежить від багатьох чинників
хімічного складу чавуну, виду шихтових
матеріалів, технології плавки та позапечної
обробки металу, швидкості кристалізації та
охолодження розплаву у формі Значною
перевагою чавуну є також можливість змінювати
структуру металеві основи за допомогою
подальшої термічної обробки

Чавунами називають сплави заліза з
вуглецем, що містять від 1,7% до 6,67% вуглецю
У сірих ливарних чавунах процент вуглецю
складає 2,8%-3,5% Чавун крім вуглецю
обов'язково містить підвищену у порівнянні зі

сталлю кількість кремнію, марганцю, а також
незначну кількість фосфору та сірки

У винаході, що заявляється, розглядається
проблема одержання сірого ливарного чавуну, до
складу якого в незначних кількостях (близько 1%)
додаються легуючі елементи, що дозволяє істотно
підвищити його міцності й експлуатаційні
характеристики Це так званий низьколегований
чавун, який характеризується таким усередненим
хімічним складом: вуглець С - 2,8±3,2%, кремній Si
- 2,4±2,7%, марганець Mn - 0,4±0,6%, сірка S -
0,12±0,15%, фосфор P - 0,06±0,1%, легуючі
елементи молибден Mo≈1%, хром Cr - 0,2±0,4%,
нікель Ni - 0,3±0,4%, ванадій V - 0,08±0,15%,
вольфрам W-слід

Розглядуваний низьколегований перлітний
чавун відноситься до так званих сталистих
чавунів, підвищена міцність яких зумовлюється
відносно невеликим вмістом вуглецю Під час
виплавки таких чавунів у шихту додають 20-30%
сталеві брухту При цьому потрібно прагнути
одержати перлітну металеву структуру, для чого
вміст кремнію в чавуні не повинен бути
завищеним

Цей сірий чавун дозволив значно підвищити
експлуатаційну надійність відцентрових насосів

(19) UA (11) 60410 (13) A

типу ВНС для шахтного водовідливу при використанні його як для лиття колес та корпусних деталей, так і для виготовлення зносостійких кілець щільних ущільнень, втулки гідрозатвору та розвантаження

По аналізованій проблемі існує різноманітна науково-технічна література, що послужила основою для розробки винаходу, який заявляється

[1] Энциклопедический словарь// Технология производства машин Разд 3 М Гос издат Машиностроительной литературы, - 1947 т 6 - с 1-14

[2] Кащенко Г А Основы металловедения - М Металлургиздат -1950 -с

[3] Тутов И Е Металловедение - М Гос издат Машиностроительной литературы, - 1954 - с

[4] Лахтин Ю М Металловедение и термическая обработка металлов - М Металлургия, - 1969 - 445 с

[5] Материаловедение - М - 1986 - с

[6] Конструкционные материалы Справочник - М Машиностроение -1990-687 с

[7] Мариенбах Л М Основы ваграночного процесса - М - 1960 - с

В залежності від того, у якій формі присутній вуглець, розрізняють такі види чавунів білий, у якому вуглець знаходиться в зв'язаному стані у вигляді цементиту, сірий (ливарний) із графітом пластинчастої форми, високоміцний з підвищеними у порівнянні із сірим чавуном механічними властивостями, ковкі чавуни Державними стандартами СРСР регламентувалося близько 100 марок чавунів

Відповідно до ГОСТу 1412-85 феритні чавуни СЧ 10, 15, 18 призначені для слабо та середьонавантажених деталей

Ферито-перлітні чавуни СЧ 20, 21, 25 призначені для деталей, що працюють при підвищених статичних та динамічних навантаженнях

Перлітні чавуни СЧ 30, 35, 40, 45 мають щільну структуру і найбільш герметичні, а також мають найвищі механічні властивості Відповідно до ГОСТу із зазначених 10 марок чавуну тільки 5-6 перших марок можна одержати безпосередньо з вагранки, не вживаючи спеціальних засобів виплавки або обробки рідкого чавуну у накопичувачі або у ковші [6] с 49 - 71, [4] с 355 - 368

Інші більш міцні чавуни при звичайних способах ваграночної плавки одержати не вдається

Застосовуються різноманітні способи поліпшення ваграночного чавуну

застосування сталі в шихті та додавання сталі в ківш,

застосування переробного чавуну в шихті вагранок,

модифікування чавуну твердими модифікаторами,

рідке модифікування чавуну,

легування чавуну,

застосування дуплекс процесу [7] с 184 - 205

Під час розрахунку складу шихти для плавки у

вагранці більш міцного чавуну сума вмісту вуглецю та кремнію повинна забезпечувати одержання перлітної структури

Кремній має сильнішу графітізуючу дію, причому ступінь графітізації зростає зі збільшенням вмісту вуглецю та кремнію Аналогічний, але більш слабкий вплив, чинять домішки міді та нікелю

Марганець на відміну від кремнію перешкоджає графітізації або сприяє відбілюванню чавуну

Сірка також сприяє відбілюванню чавуну, але одночасно погіршує ливарні властивості, зокрема, знижує рідкоплинність Тому вміст сірки в чавуні лімітується

Фосфор практично не впливає на процес графітізації Але вміст фосфору також лімітується, хоча він є домішкою, що збільшує рідкоплинність

Щодо впливу на структуру чавуну невеликих домішок інших елементів, то по-перше, можна відзначити Ni, Co, Cu, які чинять аналогічно кремнію вплив на графітізацію До другої групи можна віднести Cr, Mo, W, V та ін., що на протигагу елементам першої групи перешкоджають графітізації з інтенсивністю, яка пропорційна їхній концентрації Якщо вміст цих елементів перевищує межу їхньої розчинності у цементиті або фериті, то вони утворюють спеціальні карбіди Підвищення опору чавуну корозії в агресивних середовищах досягається легуванням його елементами, що мають високий потенціал (Ni, Mo, Cu) або спроможними утворювати захисні пасивувальні плівки (Cr, Si, Al) у тому чи іншому середовищі [6] с 64-71

Нікель є найкращим легуючим елементом у тих чавунах, де необхідне створення немагнітних антифрикційних матеріалів Нікель забезпечує в чавунах стійку аустенітну структуру та в той же час сприяє графітізації чавуну та дає можливість обробляти виливки ріжучим інструментом

Молибден у сплавах залізо-вуглець є карбідоутворюючим елементом У системі залізо-молибден-вуглець поряд із карбідом Fe_3C , у якому деяка кількість атомів заліза може заміщуватися атомами молибдена, утворюються карбіди MoC та Mo_2C Крім подвійних утворюються потрійні карбіди типу $(Mo, Fe)_{23}C_6$ та $(Mo, Fe)_6C$, у яких ймовірно співвідношення кількості атомів заліза та молибдена складає $Fe_{21}Mo_2C_6$ та Fe_3Mo_3C Карбід $(Mo, Fe)_{23}C_6$ утворюється переважно тоді, коли в сплав є хром

Для процесу карбідоутворення у сплавах, що містять молибден є загальне правило спеціальні карбіди утворюються тільки в температурній області перлітного перетворення завдяки достатній дифузійній рухливості атомів молибдена, але при достатньо тривалій витримці Молибден покращує спроможність сплавів до наскрізного поліпшення, підвищуючи прогартуваність Крім того, молибден підвищує корозійні та жароміцні властивості сплавів залізо-вуглець та також їхню зносостійкість, дозволяє уникнути або зменшити крихкість при відпуску

З вищезазначеного зрозуміло, що наявність молибдену в сплавах залізо-вуглець у даному

випадку виправдана та необхідна для одержання зносостійких, корозійностійких та жароміцних деталей машин, що виготовляються з чавуну.

Наявність ванадію в сплавах залізо-вуглець дозволяє одержати зменшену чутливість сплаву до перегріву Товщину загартованого шару сплаву, до складу якого входить ванадій, можна змінювати, регулюючи температуру загартовування, не викликаючи утворення крупного зерна навіть при загартовуванні сплаву евтектичного складу з 900°C.

Легування ванадієм дозволяє захистити сплав залізо-вуглець від перегріву при термічній обробці.

Перевагою плавки у вагранках є те, що існує можливість одержувати максимально гарячий чавун, який точно відповідає заданому хімічному складу при мінімальній витраті палива Вагранки застосовуються для плавки як звичайних сірих, так і високоякісних перлітних (маловуглецевих) та ковких чавунів При плавці чавуну у вагранках металева шихта звичайно складається з доменних чушкових (штикових) чавунів, брухту (чавунного та сталевого), власних відходів (ливники, скрап, брак, сплески та підготовлена належним чином стружка), також із різноманітних низькопроцентних феросплавів Присутність сталі в шихті призводить до підвищення температури виплавки чавуну, оскільки температура плавлення сталі значно вище.

Зазвичай у вагранці підтримується окисна атмосфера, і на поверхні металу утворюється окисна плівка Окислювання твердого металу відбувається винятково з поверхні При переплавленні у вагранці шихти, що складається зі штикового чавуну та брухту (чавунного та сталевого), поверхнєве окислювання помітно не впливає на загальний вигар металу, який складає не більше 2-5% Проте при переплавленні в тих же умовах дрібної шихти (стружки) загальний вигар доходить до 50-60% від металу, що переплавляється, внаслідок різкого збільшення площі поверхні шихти.

Тому переплавлення стружки у вагранці потребує спеціальних заходів, зокрема, попереднього брикетування або пакетування стружки.

Заявником також були вивчені описи до винаходів СРСР, РФ та України відповідної тематики, деякі з яких будуть проаналізовані нижче.

Відомі та застосовуються різноманітні методи захисту стружки від окислювання при плавці у вагранці (див [7] с 279-288) пакетування (див, напр, Спосіб ваграночної плавки чугуна в вагранке А с № 1648986 ССРСР, МКИ⁵ C21C 1/08, бюлл № 18, 1991), сплавлення стружки рідким чавуном (див, напр, Металлостружечный брикет А с № 1638186, ССРСР МКИ⁵ C22B 1/248, бюлл № 12, 1991), спікання стружки, засипання стружки по трубах, механічне введення стружки шнеком у вагранку, брикетування стружки із застосуванням зв'язувальних матеріалів, у т ч цементу, рідкого скла та ін (див, напр, Брикетировочный шихтовый материал для ваграночного процесса, который содержит 15-30%мас Коксовой мелочи, 8-20% цемента, 0-25% окисла железа, остальное -

железный скрап Патент США № 4063944, МКИ, В21С 37/00, НКИ 75-256 «Изобретения в СССР и за рубежом» 1978, вып 24 № 9, Смесь для брикетирования стружки А с СССР № 1407981, МКИ C22B1/244, бюлл № 25, 1988, А с № 1500687, МКИ C22B1/242, C211/02, бюлл № 30, 1989 на шлакоутворяющий брикет (рідке скло), механічне брикетування стружки, електробрикетування.

До брикетів для ваграночної плавки поставлено цілий ряд вимог щодо міцності, стирання та т п, щоб виключити ущільнення стовпа шихтових матеріалів у вагранці та створити опір руху гарячих газів у вагранці в напрямку знизу нагору Наприклад, згідно з А с № 285530, ССРСР МКИ В22d, бюлл № 1, 1969 (Способ получения брикетов из чугуна стружки), що включає введення в стружку низькосіристого твердого палива, наприклад, коксика для підвищення механічної міцності брикетів, їхню поверхню оплавлюють за допомогою короткочасної дії високотемпературного полум'я, наприклад, від ацетилено-кисневого пальника Подвійне та потрійне перевалювання брикетів не повинне призводити до їхнього руйнування та дроблення.

Застосування для брикетування чавунної стружки спеціальних зв'язуючих, витрати яких великі, технічно й економічно себе не виправдовує При цьому питома вага брикетів складає усього (2-2,5г/см³).

Відомі роботи з вивчення ефективності заміни чавунного брухту в металевій шихті вагранки на брикети з відновлювачем (див Башкин Н Д, Шафранский В К Воронеж Изд Воронежского госуниверситета, 1970).

Як приклад з показаного напрямку можна привести А с № 1477755, ССРСР C22B1/243, бюлл № 17, 1983 Брикет для плавки чугуна У брикеті як стружка використовується стружка сірого чавуну СЧ-18, як відновлювач - водний розчин осадка технічних лігносульфанатів 0,5-10,5мас%, а як флюс - плавиковий шпат 1,3-3мас% у вигляді порошку чотирьох фракцій від 0,3мм до 2-3мм Порошки плавикового шпату та чавунної стружки змішують між собою, а потім до них додають водний розчин осадка технічних лігносульфанатів, усю суміш перемішують до однорідного складу та здійснюють формування брикетів на брикетувальному пресі Недоліком є те, що для забезпечення прийнятної міцності подібного брикету необхідна додаткова операція нагрівання до 225°C.

Існує також метод механічного брикетування стружки на достатньо потужних пресах без застосування зв'язуючого При забезпеченні щільності чавунної стружки в брикеті 5-5,2г/см³ при проведенні плавки у вагранці досягається значно менший вигар елементів, чим у випадку брикетування із застосуванням спеціальних зв'язуючих Застосування ще більш потужних пресів з питомим тиском 5500кГ/см² дозволяє збільшити щільність брикету чавунної стружки до 6г/см³ [7], с 288 Істотним недоліком зазначеного методу є необхідність використання потужних пресів.

Широко застосовуються деревна стружка та

тирса для виготовлення паливних брикетів із різноманітних відходів. Так, наприклад, згідно з А с № 1006523, СССР МКИ С22В1/24, бюлл № 11, 1983 у способі утилізації відходів виробництва, що включає підготування та спалювання суміші мінеральних речовин із нафтопродуктами, брикетують ферито-перлітний шлам (відходи прокатного виробництва) у кількості 50-80% під тиском $800-1200 \text{ кг/см}^2$. У даному випадку використовується властивість деревної тирси поглинати масла, що виділяються зі шламу в процесі пресування, та забезпечувати необхідну міцність брикетів.

Відоме застосування деревної тирси для виготовлення брикетів із тонкоподрібненого мідно-нікелевого концентрату також із використанням їхньої спроможності поглинати вологу згідно з А с № 596645, СССР МКИ С22В1/244, бюлл № 9, 1978. Связующее для изготовления брикетов из медьсодержащих материалов, А с № 1186672, СССР МКИ, С22В1/244, бюлл № 39, 1985. Способ получения брикетов из тонкоизмельченного минерального сырья, А с № 1479538, СССР МКИ С22В1/16, бюлл № 18, 1989. Способ получения брикетов из тонкоизмельченного минерального сырья.

Однак для специфічних умов застосування брикетів під час плавки у вагранці не виявлено аналогів, відповідно до яких для виготовлення брикетів із чавунної та сталевий стружки як зв'язуюче та одночасно матеріал, що містить вуглець, застосовувалася б деревна стружка й тирса.

Також не виявлено аналогів, що подібні брикети на основі чавунної стружки з додатково введеними графтізуючими та легуючими домішками можуть використовуватися під час плавки у вагранці не тільки як часткове доповнення до чавунного та сталевий брухт, але і як 100%-а металозавалка, що істотно покращує умови одержання чавуну заданого складу безпосередньо у вагранці без використання позапічної обробки рідкого чавуну.

Практика введення легуючих елементів у процесі плавки чавуну у вагранках описана в книзі, що цитувалася - Л М Марієнбах [7] с 203 - 204.

Відомо, що плавку низько- та середньолегованих чавунів в ливарних цехах здійснюють безпосередньо у вагранках, при цьому легування в невеликих розмірах отримують за допомогою додавання в шихту природнолегованих чавунів. Наприклад, для одержання антифрикційного чавуну, що містить 0,2-0,35% Cr, 0,3-0,4% Ni, 0,2-0,3% Si та 0,1-0,15% Al, у шихту вагранки вводять 50% хромонікелевого природнолегованого чавуну.

Мідь у необхідній кількості додають у ківш, а алюміній - на жолоб вагранки. Причому феросиліцій повинен бути щільним та не мати більш ніж 0,4% Са та Al, розмір шматків - не менше 20х20мм. Засипання дрібняку не припускається. Додавання деяких легуючих елементів краще здійснювати в ківш. Введення порошку ферохрому в ківш проблематичне, тому іноді застосовують хромисті брикети. Присадку гранульованого нікелю у вигляді спеціального

сплаву Ni (90%)-Si з температурою плавлення ливарного чавуну роблять у струмінь металу, що протікає по жолобі, у кількості до 2% від ваги рідкого металу. Нікель розплавлюється й утворюється гомогенний розчин.

Більш доцільно нікель додавати у ваграночну шихту у вигляді чушкового нікелю або природнолегованого чавуну, оскільки при переплавленні нікель не чадіє.

Феромолібден зазвичай додають для одержання в сплаві 0,4-1% Mo, іноді до 1,5%. Вважають, що цей феросплав доцільно присаджувати в ківш для одержання в чавуні не більше 1% Mo. Феромолібден можна присаджувати на жолоб лише при наявності достатньої кількості рідкого чавуну в ковші, тому що він може залишитися на дні нерозплавленим. Порошкоподібний молібден додають у струмінь металу одразу після випуску металу з вагранки. Практикують присаджування молібдену в ківш, а також завантаження у вагранку одночасно нікелю та феромолібдену.

Наведені дані свідчать, що забезпечення легування чавуну заданим складом необхідних елементів, як правило, потребує проведення достатньої трудомісткої позапічної обробки розплаву металу, який отримують у вагранці.

Як прототип, що збігає з винаходом, який заявляється, за призначенням та основними ознаками, обрано рішення по проведенню плавки чавуну у вагранках із застосуванням брикетів на основі чавунної стружки, яке описано в основній монографії за технологією ваграночної плавки [7]. Марієнбах Л М. Основы ваграночного процесса - М: Машгиз, -1960, - с. Вторинні чорні метали складають значну частину ваграночної шихти, до складу якої входить чавунний та сталевий брухт, чавунна та сталева стружка, а також власне повернення ливарного цеху. Чавунну стружку більш доцільно використовувати як шихту саме у вагранках, а не в доменних печах, тому що можна заощадити чушковий чавун та чавунний брухт. Чавунну та сталеву стружку в кількості до 10% можна застосовувати в шихті вагранки насипом або вводити її у вагранку за допомогою шнека над зоною плавлення. Проте краще використання стружки досягається при попередньому її брикетуванні на пресах та введенні в шихту у вигляді щільних брикетів. У металозавалку може бути введено до 20-25% чавунної стружки у вигляді таких брикетів.

У відомому рішенні відповідно до прототипу, як і в аналогах, що раніше цитувалися, не вирішено ряд проблем. По-перше, для одержання механічно спресованих брикетів чавунної стружки, спроможних витримати без руйнування дві-три перевалки й забезпечити якісне ведення процесу плавки у вагранці, необхідно витримати на пресах значний питомий тиск для досягнення щільності порядку $5-5,2 \text{ г/см}^3$. Причому для подальшого незначного підвищення щільності чавунних стружок у брикеті до 6 г/см^3 необхідно забезпечити питомий тиск пресування до 5500 кг/см^2 . Отже, для одночасного пресування, наприклад, чотирьох брикетів із зовнішнім діаметром 100мм кожний необхідно задіяти гідравлічний прес зусиллям не

менше 2200 тонн. Тому забезпечення необхідної міцності брикетів при меншому питомому тиску пресування є актуальним завданням.

По-друге, у вагранці при завантаженні використовується усього 20-25% шихти у вигляді брикетів тільки з чавунної стружки від загальної кількості первинного матеріалу.

По-третє, не вирішене питання одержання низьколегованого чавуну заданого хімічного складу безпосередньо в процесі ваграночної плавки, оскільки додавання легуючих елементів здійснюється традиційним способом - позапечною обробкою розплаву в ковші або в жолобі.

Загальними ознаками прототипу та винаходу, що заявляється, на спосіб ваграночної плавки чавуну є введення у вагранку коксу, флюсу та металеві шихти з додаванням відходів ливарного чавуну, сталевих відходів та брикетів на основі чавунної стружки, введення необхідних легуючих присадок та домішок, наступне їхнє нагрівання та розплавлення.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення способу ваграночної плавки низьколегованого чавуну, у якому за рахунок особливостей підготування металеві шихти у вигляді спресованих брикетів забезпечується підвищення ефективності плавки й одержання чавуну заданого хімічного складу з підвищеними міцностними й експлуатаційними характеристиками без застосування позапечної обробки рідкого чавуну в ковші або випускному жолобі.

Поставлена задача вирішується тим, що в спосіб ваграночної плавки високоміцного корозійностійкого чавуну, що включає введення у вагранку коксу, флюсу та металеві шихти з додаванням відходів ливарного чавуну, сталевих відходів та брикетів на основі чавунної стружки, введення необхідних легуючих присадок та домішок, наступне нагрівання та розплавлення. Відповідно до винаходу як металева шихта використовуються брикети, механічно спресовані при питомому тиску $1800-2000 \text{ кг/см}^2$ з однорідної суміші в складі чавунної стружки, стружки сталей мартенситного класу, порошок присадок необхідних легуючих елементів, у вигляді порошку 75%-го феросиліцію та/або силікокальцію, деревних стружок та тирси, узятих в об'ємному співвідношенні 3/0,5 (0,2-0,3) 1 відповідно.

Конкретною відмінністю є те, що брикети із зазначеної суміші пресують у вигляді циліндричних шайб діаметром 100 мм та висотою 50-60 мм із забезпеченням щільності матеріалу $3,5 \text{ г/см}^3$.

Причинно-слідчий зв'язок між відмінними ознаками та технічним результатом, що досягається полягає в наступному.

Додавання деревних стружок та тирси природної вологості в суміш для брикетування дозволяє одержувати міцні циліндричні брикети діаметром 100 мм та висотою 50-60 мм, що допускають декілька переважувань без руйнування та не порушують процесу плавки у вагранці навіть при 100%-ій завалці металеві шихти у вигляді брикетів. Брикетування з додаванням деревних стружок та тирси при тиску

пресування $1800-2000 \text{ кг/см}^2$ та досяжній щільності брикету - $3,5 \text{ г/см}^3$ не потребує наявності потужних пресів. При використанні таких брикетів підвищується ефективність ваграночної плавки за рахунок використання збільшеної кількості стружки, зниження вигару чавунної та сталеві стружки, що також спрощує процес забезпечення заданого хімічного складу чавуну, що виплавляється. Додатковий вплив від застосування деревних стружок та тирси полягає у введенні в брикети матеріалу, що містить вуглець та поліпшує процес графітизації. Цьому ж сприяє введення безпосередньо в брикет заданої кількості порошку 75%-го феросиліцію та/або силікокальцію. Задача збільшення механічних властивостей чавуну та підвищення поверхневої твердості за рахунок подальшої термічної обробки вирішується шляхом додавання таких легуючих елементів як молібден, хром, нікель, ванадій, переважно у вигляді ламки неспівної стружки сталей мартенситного класу, що містять зазначені легуючі елементи.

Відсотковий вміст легуючих елементів в мартенситних сталях цього класу можна проілюструвати на прикладі:

- 1) 20ХН3А хром 0,6-0,9, нікель 2,75-3,0,
- 2) 5ХНМ молібден 0,15-0,3, нікель 1,4-1,8, хром 0,5-0,8,
- 3) 60С2 хром 0,3, мідь 0,2, нікель 0,25,
- 4) 20ХН4ФА хром 0,7-1,1, нікель 3,75-4,15, ванадій 0,1-0,19, мідь 0,3,

У світі вищесказаного задача про створення сірого чавуну підвищеної зносостійкості та з високими механічними властивостями вирішена в даному випадку створенням брикетів на основі чавунної стружки з легуючими домішками та домішками, що сприяють графітизації.

Одержання сірого чавуну з дрібнопластинчастими або дрібнодисперсними включеннями графіту перлітно-графітової структури пов'язано з організацією центрів графітизації в сплавах заліза з вуглецем.

Утворення графіту, особливо з рідкого чавуну, набагато легше відбувається не в об'ємі, а на поверхні сторонніх дрібних часток, у місцях пір та тріщин на стінках форми та ін. Такими металевими частками можуть бути оксиди, нітриди та частки графіту, що не розчинилися. При цьому для їхньої ефективної дії необхідно, щоб їхні кристалічні ґрати були близькими до кристалічних ґрат графіту. Таким умовам орієнтаційної відповідності найкраще задовольняють дрібні частки SiO_2 , Al_2O_3 , Al , безумовно, сам графіт.

Центром графітизації служить кремній або його сполуки, що додаються у вигляді феросиліцію електротермічного (ГОСТ 1415) або силікокальцію (ГОСТ 4762) при модифікуванні сірого чавуну. У металевій стружці сірих чавунів кремній входить до складу фериту, створюючи з α -залізом твердий розчин заміщення.

Крім того в процесі плавки брикетів у вагранці при нагріванні шихти відбувається сублімація целюлози в обсязі, який займається нею разом з крупинками порошкоподібного феросиліцію, та коагуляція обвугненої целюлози. Обвугнені ділянки масиву з вкрапленнями графіту, що утворились,

кількість яких залежить від дисперсності помелу целюлози та феросиліцію, слугують центрами графітизації

На відміну від звичайного процесу виплавки чавуну, коли присаджування лігатури у вигляді феросиліцію здійснюється в ківш, жолоб або електропіч, виплавка чавуну з брикетної шихти у вищевказаному складі дозволяє одержати чавун із рівномірно розподіленими центрами графітизації. Саме така шихта дозволяє створити чавун із дрібними та завихреними графітними включеннями, який має високі механічні властивості

Зроблений хімічний аналіз плавки показує, що найбільш оптимальним щодо вмісту кремнію для одержання поліпшеної рідкоплинності вказаного чавуну на брикетній основі є від 2,48% до 3,0%. Саме такий вміст кремнію в поєднанні з графітом дрібнодисперсної целюлози та легуючими домішками дозволив одержати чавун з вищевказаними властивостями

Таким чином, ознаки, що складають сутність винаходу, знаходяться в причинно-слідчому зв'язку з технічним результатом, що досягається

Відомості, що підтверджують можливість винаходу

За допомогою мірної посудини готують завчасно необхідну кількість суміші в складі

чавунна стружка,

стружка сталей мартенситного класу з додаванням за необхідністю порошоків легуючих домішок,

домішки, що сприяють графітизації у вигляді порошоків 75%-го феросиліцію та/або силікокальцію,

деревна стружка та тирса природної вологості при співвідношенні вказаних складових 3 0,5 (0,2-

0,3) 1

Здійснюється операція усереднення суміші за допомогою інтенсивного перемішування її складових, у результаті чого за рахунок рівномірного розподілу одержують шихту для брикетування

Шихту на столі преса зусиллям 630 т-с засипають у чотири циліндричні прес-форми на всю їхню (прес-форм) висоту, тиснуть пуансонами з розрахунковим зусиллям пресування, доки не утвориться брикет

Форма брикетів, їхня міцність та розміри діаметру і висоти були експериментально відпрацьовані. Міцність брикетів достатня, щоб витримати декілька перевалювань без руйнування і найголовніше для проведення плавки у вагранці із забезпеченням проходження газів у напрямку зверху нагору

Плавка здійснюється у 3-х тонній вагранці з розрахунком на 1т металозавалки 500-600кг коксу. У вагранці використовується кисневе дуття

Завалку здійснюють у три шари послідовно: шар коксу та шар брикетів

Розплавляють металозавалку, потім коректують склад чавуну на основі проведення хімічних аналізів

У вагранку для коректування складу зверху додають за необхідністю сталевий брухт, вапно та ін. Температура плавки у вагранці не менше 1440°C

Після завершення плавки та при досягненні необхідного складу чавуну здійснюють операцію лиття

Протягом останніх років таким чином одержують виливки для деталей шахтних відцентрових насосів типу ВНС