

Корисна модель, що пропонується, стосується ливарного виробництва, його можна використати в електротехнічній, машинобудівній та металургійній галузях.

В промисловості широко використовуються мідні сплави, які мають високі електропровідність та теплопровідність. Деякі з цих сплавів працюють в умовах тертя, електроерозії, високих температур та піддаються дії значного зносу. Для забезпечення потрібних властивостей використовують легування, а також різноманітні форми зміцнення сплавів дисперсною фазою.

До відомих сплавів можна віднести такий сплав [Патент СРСР №915810 МПК С22С9/00], який містить, мас. %:

Cr	0,3-1,5
Zr	0,1-0,5
B	0,015
Cu	решта.

Але такий сплав має відносно низьку зносостійкість в умовах тертя ковзання, відносно невисоку температуру порогу стійкості (500-520°C), вище якої відбувається процес коагуляції дисперсних включень та відповідно втрата міцності сплаву, а також підвищену вартість та енергозатратність внаслідок введення цирконію та застосування термічної обробки - закалювання та відпуску.

Відомий сплав на основі міді [А.С. СРСР №1678879 МПК С22С9/00], що має склад, мас. %:

Cr	0,2-1,5
Fe	0,2-9,0
C	0,02-0,2
Cu	решта.

Зазначений сплав має область незмішування в рідкому стані, що обумовлює процес зміцнення мідної основи, і, як наслідок, підвищену зносостійкість, ерозійну стійкість та ін. Суттєво підвищується (до 800°C) температурний поріг стійкості. Недоліком зазначеного сплаву, по-перше, є розчинність легуючих елементів (в першу чергу заліза) в його основі, що приводить до суттєвого зниження тепло- та електропровідності. По друге, технологічні труднощі, пов'язані з високою температурою перегріву ( $\geq 1750-1800^\circ\text{C}$ ), яка не дозволяє дрібнодисперсні вкраплення рівномірно розподілити в матриці, особливо при необхідності збільшити частку дисперсних вкраплень.

Найбільш близьким до сплаву, що пропонується, є дисперсно зміцнений сплав відомий, як бронза Корсона, Бр.К1Н3 [ГОСТ 18175-78], що має склад, мас. %:

Ni	2,4-3,4
Si	0,6-1,1
Cu	решта.

Цей сплав відноситься до групи сплавів, які зміцнюються при термічній обробці, що пов'язано з виділенням силіцидів нікелю, які є зміцнювальними фазами. Кількість зміцнювальної фази, яка може виділитися при дисперсному твердненні сплаву, максимальна при відношенні вмісту кремнію та нікелю, яке точно відповідає складу інтерметалічної сполуки  $\text{Ni}_2\text{Si}$ .

В основу корисної моделі поставлена задача зміцнити сплав двома типами вкраплень: вкрапленнями на базі силіциду нікелю, які утворюються при дисперсійному твердненні сплаву за рахунок наявності в ньому нікелю і кремнію, та вкрапленнями, які містять хром, залізо, вуглець та мають мінімальну розчинність і дифузійну рухливість в основі сплаву навіть при значному підвищенні температури (до 0,8...0,9 температури плавлення).

Поставлена задача вирішується тим, що в сплав на основі міді, який містить нікель та кремній та зміцнюється дисперсно, згідно корисної моделі, додатково вводяться хром, залізо та вуглець при наступному співвідношенні компонентів (мас. %):

Cr	0,2-1,3
Fe	0,8-7,5
C	0,04-0,2
Ni	1,2-4,0
Si	0,3-1,0
Cu	решта.

Хром вводиться в сплав в кількості 0,2-1,3%. При вмісті хрому менше, ніж 0,2%, кількість зміцнювальної фази, яка визначає механічні властивості (твердість, міцність), недостатня, внаслідок чого показники механічних властивостей невисокі. Введення хрому в сплав в кількості, яка перевищує 1,3%, призводить до значного насичення хромом мідної матриці, наслідком чого є значне погіршення таких властивостей, як теплопровідність та електропровідність.

Введення заліза в сплав в кількості, яка перевищує 7,5%, також неприпустиме через погіршення тепло- та електропровідності внаслідок збільшення вмісту заліза в основі сплаву.

Введення вуглецю в кількості, яка перевищує 0,2% спричиняє утворення первинних карбідів хрому та заліза  $Me_3Cr_7$ . Надлишки цих елементів, які не зв'язані в карбіди, розчиняються в міді і погіршують тепло і електропровідність. Наявність крупних карбідів суттєво ускладнює процес виплавки сплаву через те, що потребує значно більш високих температур гомогенізації розплаву.

При вмісті нікелю, що перевищує 4%, значна частина його дифундує до дисперсних часток, які формуються в розплаві і, відповідно, зменшується кількість часток силіциду нікелю.

Вміст кремнію не повинен перевищувати 1% для того, щоб весь кремній пішов на утворення часток силіциду нікелю.

Хімічний склад та властивості відомого сплаву і сплаву, який пропонується, наведені в таблиці. Ці сплави виплавлялись в індукційних печах типу ICT. Із зливків  $\phi$  20-90мм виготовляли зразки для дослідження та натуральні деталі - електроди контактного зварювання. До контрольованих властивостей, окрім експлуатаційної стійкості, належать твердість та відносна питома електропровідність (в % від електропровідності чистої міді).

Як видно з таблиці, стійкість електродів збільшується на 60%, електроди з сплаву, що пропонується, можна використовувати без термічної обробки: їх твердість в литому стані знаходиться на рівні твердості бронзи Бр.К1Н3, яка пройшла термічну обробку, а відносна питома електропровідність на 25% вища.

Таблиця

Склад та властивості сплавів

Сплав	Хімічний склад, мас.%						Твердість HB		Відносна питома електропровідність, $\gamma$ %		Кількість зварювальних циклів до перезаточування електродів
	Cr	Fe	C	Ni	Si	Cu	В литому стані	Після термічної обробки	В литому стані	Після термічної обробки	
Прототип	0	0	0	2,4-3,4	0,6-1,1	решта	50-55	100-150	-	56,2	200-250
Що пропонується	0,85	1,0	0,15	2Д	0,57	решта	90-140	120-160	84,3	69,3	370-400