

Винахід відноситься до галузі металургії, а саме, до сталей, які використовуються для виготовлення литого гарячевисаджувального інструмента в умовах машинобудівних і метисних підприємств.

Відома сталь для гарячого деформування 5ХНМЛ, що містить у своїй сполуці крім заліза компоненти в наступних кількостях [1]:

Вуглецю	0,49-0,52%;
Хрому	0,65-0,73%;
Нікелю	1,38-1,50%;
Молібдену	0,20-0,24%;
Марганцю	до 0,5%;
Кремнію	до 0,4%.

Сталь 5ХНМЛ володіє наступними механічними властивостями (після загартування з температурою $t_{3AG}=850^{\circ}\text{C}$ і відпуску при температурі ($t_{вдп}=430^{\circ}\text{C}$, при температурі випробування 20°C) [2]:

HRCэ	45-46;
$\sigma_{0,2}$	1400-1430МПа;
KCU	340-390кДж/м ² .

Ця сталь має задовільні пластичність і в'язкість, у зв'язку з чим знайшла широке застосування при виготовленні молотового і пресового штампового інструмента. Однак сталь 5ХНМЛ для виготовлення гарячевисаджувального штампового інструмента не застосовується через низьку теплостійкість.

Відома сталь 5ХЗВЗМФС (ДІ-23), що забезпечує експлуатаційні властивості штамповому інструменту. Ця сталь містить у своїй сполуці крім заліза компоненти в наступних кількостях [2]:

Вуглецю	0,45-0,52%;
Хрому	2,50-3,20%;
Вольфраму	3,00-3,60%;
Молібдену	0,80-1,10%;
Ванадію	1,50-1,80%;
Марганцю	0,20-0,50%;
Кремнію	0,50-0,80%.

Сталь 5ХЗВЗМФС володіє наступними механічними властивостями (після загартування з температури $t_{3AG}=1130^{\circ}\text{C}$ і відпуску при температурі ($t_{вдп}=630^{\circ}\text{C}$, при температурі іспитів 20°C) [2]:

HRCэ	53-58;
$\sigma_{0,2}$	1820-1890МПа;
KCU	280-300кДж/м ² .

Однак сталь 5ХЗВЗМФС у литому стані має занижені пластичність і в'язкість за рахунок наявності евтектичної сітки карбідів у структурі.

Найбільш близьким по сполуці і властивостям до об'єкта, що заявляється, є сталь підвищеної теплостійкості 3ХЗМЗФ [2], що має високі значення пластичності і в'язкості після остаточної термообробки.

Сталь 3ХЗМЗФ містить у своїй сполуці крім заліза компоненти в наступних кількостях [2]:

Вуглецю	0,27-0,34%;
Хрому	2,80-3,50%;
Молібдену	2,50-3,00%;
Ванадію	0,40-0,60%;
Марганцю	0,20-0,50%;
Кремнію	0,10-0,40%.

Сталь 3ХЗМЗФ володіє наступними механічними властивостями (після загартування з температури $t_{3AG}=1040^{\circ}\text{C}$ і відпуску при температурі ($t_{вдп}=640^{\circ}\text{C}$, при температурі іспитів 20°C) [2]:

HRCэ	43-44;
$\sigma_{0,2}$	1300-1420МПа;
KCU	400-470кДж/м ² .

Однак ця сталь має недостатньо високу теплостійкість, що в процесі експлуатації супроводжується зниженням твердості поверхні інструмента, який контактує з металом що деформується, до значень при яких спостерігається пластична течя або руйнування поверхні інструмента. Це супроводжується появою надривів і тріщин у поверхні контакту, що приводить до передчасного виходу інструмента з ладу.

В основу винаходу поставлена задача створення литої штампової сталі для гарячевисаджувального інструмента, що у литому стані має підвищену теплостійкість при високих значеннях міцності, в'язкості і пластичності.

Поставлена задача вирішується за рахунок підвищення легованості відомого складу вольфрамом, ванадієм, кремнієм без збільшення кількості карбідної фази.

Для доказу складу заявленої сталі і всіх, що впливають з нього переваг були використані відомі фізико-механічні методи, зокрема, спектральний експрес-аналіз, термічна обробка (загартування і відпуск), визначення твердості HRCэ, визначення міцності (σ_T , $\sigma_{0,2}$), визначення пластичності (δ, ψ), визначення ударної в'язкості (KCU). Отримані результати свідчать про відповідність нової марки штампової сталі заявленій.

Виплавляння сталі, що заявляється, може бути здійснено як у індукційній, так і в електродуговій печі в наступному складі:

Вуглецю	0,27-0,34%;
Хрому	2,80-3,50%;
Молібдену	2,50-3,00%;
Вольфраму	1,60-2,10%;
Ванадію	0,60-0,90%;

Марганцю	0,20-0,50%;
Кремнію	0,80-1,20%.

Як шихтові матеріали широко можуть застосовуватися відходи інструментального виробництва, а також фероматеріали (ферохром, феромолібден, ферованадій, феромарганець, феросиліцій). Для здрібнювання литої структури, зменшення кількості сірки, що виділяється по границях зерна, і поліпшення механічних властивостей, у цілому, сталь що виплавляється, обробляється комплексним модифікатором наступного складу: фероніобій (з розрахунку одержання ніобію в сталі до 0,15%), ферованадій (з розрахунку одержання ванадію в сталі в зазначених межах), силікокальцій (з розрахунку введення 0,3%Са на загальну кількість металу у печі).

Комплексний модифікатор вводиться у вигляді тонко здрібненої присадки в ківш за п'ять хвилин до випуску металу з печі.

Отримана сталь 3Х3М3В2ФСБЛ володіє наступними механічними властивостями (після загартування з температури $t_{3Ag}=1100^{\circ}\text{C}$ і відпуску при температурі $t_{відп}=600^{\circ}\text{C}$, при температурі іспитів 20°C):

HRCэ	50-55;
------	--------

$\sigma_{0,2}$	1700-1850МПа;
KCU	800-1100кДж/м ² .

Нова штампова сталь марки 3Х3М3В2ФСБЛ призначена для виготовлення гарячевисаджувального інструмента, що володіє, у порівнянні з найближчими аналогами, більш високою стійкістю проти зносу в умовах експлуатації при підвищених питомих тисках і температурах.

Джерела інформації:

1 Куніловський В.В., Крутиков В.К. Литі штампи для гарячого об'ємного деформування. Ленінград: Машинобудування, 1987. - 128с.

2 РД 24.027.19-87. Контроль якості термічної обробки штамів холодного і гарячого деформування, Увед. 01.01.89. М.: Мінтяжмаш, 1987. - 34с.