

ється зростання неоднорідності розподілу границь зерен, особливо в окрихченому стані, що підтверджується збільшенням частки границь з глибиною рівчаків понад 0,3 мкм.

Зміна структури приводить до зміни опору крихкому руйнуванню сталей, схильності до інтеркристалітного сколу при випробовуванні зразків на ударний згин в інтервалі температур від +100 до -196°C. В сталі 40X збільшення температури гартування приводить до зміщення порогу холодноламкості в сторону вищих температур на 35°C. В сталях 40ХС, 60С2 та 60С2ХА після окрихчення криві холодноламкості зсуваються в сторону високих температур. Електронно-мікроскопічний аналіз будови зламів показав, що в крихкій зоні руйнування досліджувальних сталей спостерігаються ділянки відколу, міжзеренне і мікрорізке руйнування.

Для визначення впливу різноякісних характеристик структури на міжзеренне руйнування сталей будували залежність частки міжзеренного руйнування (МЗР) від матричного параметра моделі структури. Дослідження показали, що зі зменшенням матричного параметра частка МЗР зростає для всіх сталей: сталь, яка легована одним елементом (40X), є менш чутливою до впливу структури на МЗР ніж комплекснолегована сталь 40ХС. В сталі 60С2ХА проявляється висока чутливість МЗР від структурних характеристик. Так при наявності фосфору до 0,015% кількість МЗР є більшою, ніж в сталях, легованих тільки одним елементом, що містять фосфору до 0,025%. Це свідчить про значну чутливість сталі до відпускнуї крихкості. Для сталі 60С2ХА вміст фосфору повинен складати менше 0,015%, а температура гартування не повинна перевищувати 870°C. Аналіз отриманих результатів показує, що вплив структурних факторів на МЗР залежить від системи легування. В сталі легованій тільки карбідотвірними елементами проявляється менша чутливість МЗР в залежності від структурних параметрів. Комплекснолеговані сталі є більш чутливими до впливу структури на МЗР, а зі збільшенням вмісту вуглецю вони значну роль відіграє присутність домішок.

На основі проведених досліджень показані шляхи підвищення опору інтеркристалітному руйнуванню: зменшення різнозернистості, частки границь зерен з вищим рівнем енергії, що досягається для сталей 40X, 40ХС, 60С2ХА за температури гартування 870°C, а для сталі 60С2 - 970°C і часу витримки 30 хв.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТАКТНИХ ПЛАСТИН СТРУМОПРИЙМАЧІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ.

Кузін О. А., Мещерякова Т.М.¹, Мінес О. С.², Кузін М. О.²

(Національний університет «Львівська політехніка», 1 - Львівська філія ДНТУ,

2 - ДТГО «Львівська залізниця»)

Based on studies of chemical composition, microstructure, mechanical properties and electrical performed best selection of modes manufacturing technology pantographs of electric locomotives, providing increase their contact durability.

Підвищення надійності і ресурсу роботи струмоприймачів, які забезпечують передачу електроенергії від контактного проводу до двигуна електровоза є важливою проблемою швидкісного залізничного транспорту. В більшості випадків контактні пластини струмоприймачів виготовляють з металічних матеріалів і графіту методом порошкової металургії. Покращення роботи трибологічної системи «струмоприймач – контактних провід» вимагає розробки нових матеріалів для виготовлення контактних пластин, детального аналізу ролі структурних параметрів матеріалів в процесах їх руйнування.

При терті контакт тіл відбувається в окремих локальних мікрооб'ємах – плямах контакту, в яких розвиваються потоки поверхневих дефектів, що суттєво впливають на характеристики матеріалів, процеси їх деформації і руйнування. Найбільш ефективними методами керування потоками поверхневих дефектів є створення у виробх функціонально-

градієнтних структур. Вони формуються в приповерхневих шарах деталей під час їх виготовлення або експлуатації. Цілеспрямована зміна структурно-фазового стану поверхневих шарів функціонально-градієнтних матеріалів і виробів дозволяє змінювати напружено-деформований стан в зоні контактної взаємодії, ефективно керувати розвитком знеміцнення і деструктивних процесів поверхневих шарів.

З метою створення зносостійких струмоприймальних матеріалів проведені дослідження процесів зношування контактних пластин виготовлених на основі порошків заліза, міді, графіту, свинцю, олова, сурми.

Вихідні матеріали після перемішування, засипали в прес-форму, пресували, спікали в контейнері. Захист порошків від окислення досягався створенням в контейнерах середовища із газів SO_2 , CO і CO_2 . Дослідження контактних пластин показали, що їх хімічний склад по товщині суттєво змінюється.

В умовах використаної технологічної схеми виготовлення пластин в отриманих заготовках на зовнішніх поверхнях виявлено підвищений вміст сірки. В центральних частинах заготовки зростає вміст заліза, а вміст сірки і свинцю зменшується.

Металографічні дослідження показали, що структура представляє собою металеву матрицю з графітними включеннями. Металева матриця складається із сплаву на основі заліза і сплаву на основі міді, які різняться між собою кольором. Аналізом мікроструктури після травлення виявлено, що складова на основі заліза представляє собою перліт, а складова на основі міді – бронзу.

Методом січних встановлено, що середній вміст графіту зменшується при переході від поверхні до внутрішніх частин для всіх зразків. Вміст міді в центральній частині або зростає або не змінюється. Морфологічні особливості виділень бронзи відрізняються в залежності від розміщення, так на поверхні вони виділяються як окремі ізольовані включення. Посередині виділення утворюються окремі витягнуті зони у ділянках матриці на основі заліза. Така зміна морфології виділень пов'язана із неоднорідністю деформації при пресуванні порошкових виробів за рахунок дії контактного тертя.

Збільшення ступеня пластичності деформації в центральній частині пластин струмоприймача підтверджується підвищенням твердості. Твердість пластини складає 420 МПа і відповідає твердості порошкових матеріалів на основі заліза, що мають поруватість понад 17%. Твердість в центральній частині заготовок зростає на 22...24 %, що вказує на зменшення поруватості в цих зонах. Вимірювання електроопору підтвердили результати отримані при дослідженні твердості заготовки. Отримані дані ($\rho=0,65$ мк Ом·м) є характерними для порошкових матеріалів на основі заліза з визначеною поруватістю.

Зношування контактного проводу та контактних пластин є результатом складних електрохімічних процесів у ковзному контакті, через який здійснюється передача електричної енергії. Зношування умовно можна поділити на електричне і механічне. Електричне викликається електричною ерозією контактних елементів, тобто викидом та випаровуванням матеріалу під впливом іскрових і дугових розрядів. Механічне зношування, яке реалізується в умовах тертя за абразивним, окислювальним, втомним та адгезійним механізмами, залежить від властивостей матеріалу проводу і пластини, напружено-деформованого стану в області контактної взаємодії. Таке розділення має умовний характер в зв'язку із тим, що електрична і механічна складові зношування є пов'язані і взаємозалежні. Зокрема, електричні розряди можуть викликати пошкодження контактуючих поверхонь, які збільшують механічне зношування. А схоплення та задири поверхонь не тільки збільшують механічне зношування, але і порушують стабільність контакту в результаті чого підвищується електрична ерозія. Тому зниження механічної складової є важливим для контактних пластин.

Випробування на зношування матеріалу контактних пластин за методом диск-колодка з використанням мідного контртіла показали, що зносостійкість залежить від хімічного складу і структури окремих зон. Найбільша інтенсивність зношування виявлена в поверх-

невих шарах, зростає зносостійкість в центральних зонах контактних пластин на віддалі від поверхні $2,4 \dots 2,8 \cdot 10^{-3}$ м.

Це пов'язано із зменшенням вмісту сірки на контактній поверхні. При даній технології виготовлення контактної пластини вирішальну роль відіграє присутність сірки. Коли в поверхневих шарах кількість сірки біля 20% інтенсивність зношування зростає майже в десять раз. Значний вплив на зношування крім хімічного складу має морфологія структурних складових. При переході від контактних поверхонь до центральної частин пластини включення складових на основі міді подрібнюються і вони утворюють взамін окремих виділень замкнені прошарки навколо складових на основі заліза. Це в свою чергу приводить до зменшення поруватості в центральній частині пластини. Розміри складових на основі міді в центральній частині пластини зменшується у 3...5 раз.

Дослідження контртіла показали, що інтенсивність зношування контртіла в 75 раз менше від інтенсивності зношування тіла, причому зміна хімічного складу його мікроб'ємів не має суттєвого впливу на зношування контртіла. Найбільший вплив на інтенсивність зношування контртіла має вміст в пластині заліза, при його зростанні підвищується зношування контртіла.

Виготовлення заготовок методом порошкової металургії із заліза, міді, графіту, свинцю, олова і сурми по використаним технологічним режимам пресування і спікання забезпечують отримання контактних пластин із необхідним рівнем експлуатаційних характеристик.

Розроблені рекомендації із вибору технологічних режимів виготовлення заготовок струмознімальних накладок, які забезпечують підвищення параметрів опору зношування за рахунок формування оптимальної структури поверхонь контактної взаємодії.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ПОЛОЖЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ТОЧЕК В СТАЛЯХ ДЛЯ КАТАНЫХ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ

Кузьмин С. О., Ткаченко Ф. К., Ефременко В. Г.

(Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь)

The particularities of influence of chemical compounds on critical points of low-alloyed steels for rolled grinding balls are described.

Для катаных и кованых мелющих шаров широко применяют низколегированные стали с содержанием углерода 0,60-0,80 %. Формирование микроструктуры по сечению шаров при термической обработке во многом зависит от устойчивости переохлажденного аустенита и положения критических точек, что, в свою очередь, определяется содержанием в стали углерода и легирующих элементов. Представляло интерес исследовать влияние химического состава сталей М74 и 75Г2С на величину критических точек M_n и A_{c1} .

Исследовали образцы из стали М74 (0,75 % С, 0,94 % Мп, 0,28 % Si), а также из стали 75Г2С разных плавок, содержания углерода в которых варьировалось от 0,76 до 0,96 %, а содержания марганца – от 1,15 до 1,45 %. В работе применили металлографический, термический, фазовый рентгеноструктурный методы анализа, метод измерения микротвердости. При помощи методики термического анализа были построены термокинетические диаграммы (ТКД) распада переохлажденного аустенита в сталях при непрерывном охлаждении от температуры аустенитизации 950 °С.

Во всех случаях на диаграммах фиксировались лишь две области превращения – перлитная и мартенситная. При анализе ТКД было установлено, что при варьировании углерода и марганца в указанных пределах мартенситная точка стали 75Г2С изменяется от 115 до 165 °С, а мартенситная точка стали М74 составляет 215 °С. Регрессионная обработка