

ВПЛИВ СТРУКТУРНОЇ СПАДКОВОСТІ НА ДИФУЗІЙНІ ПРОЦЕСИ В СТАЛІ

В.О. Пчелінцев, О.О. Пляхтур

В машинобудуванні йде тенденція по зменшенню собівартості продукції, при незмінній якості продукції, тобто заміну «дорогих» поліпшувальних середньовуглецевих та високолегованих сталей (Ni, Mo, W, Ti) на більш дешеві низьковуглецеві та середньолеговані сталі з послідуною хіміко-термічною обробкою, для придання їм певних властивостей.

Одним із перспективних методів отримання виробів є високоточне лиття. Перевагою цього методу є високий коефіцієнт виходу годного (близько 95%), зменшення припусків на механічну обробку, отримання поверхонь з високою чистотою, це приводить до зменшення трудовитрат на подальшу механічну обробку, в наслідок чого скорочується час виготовлення певних виробів.

Провідним методом для підвищення якості литих виробів є вплив на процеси кристалізації сплаву та фазове перетворення в твердому стані, що є факторами підвищення механічних та експлуатаційних властивостей виробів.

Дослідження процесів кристалізації показують, що умови тверднення мають вирішальне значення у формуванні макро- і мікроструктури виливків та визначають їх поведінку при подальшій термічній, та хіміко-термічній обробці.

Головним чиним на швидкість росту кристалів впливає переохолодження металу. На величину переохолодження можна впливати як перегрівом металу так і швидкістю охолодження сплаву, тобто в сплаві певного складу єдиним чинником, що може впливати на величину зерна є зміна швидкості кристалізації. Збільшення швидкості кристалізації від $5^{\circ}\text{C}/\text{с}$ до $350^{\circ}\text{C}/\text{с}$ прискорює швидкість зародження кристалів та зменшує швидкість їх росту, зменшує здатність до дифузії хімічних елементів, що забезпечує меншу здатність до коагуляції і виділення хімічних елементів у вільному виді та фіксує їх у твердому розчині.

Умови, при яких проходила кристалізація впливають не тільки на характеристики литої структури а також зумовлюють спадкування структурних змін: збереження викривлень та дисперсності кристалічної будови при наступних операціях термічної та хіміко-термічної обробки.

В основі хіміко-термічних процесів покладено явище дифузії, яке можна прискорити за рахунок підвищення температури, або створення сприятливих умов для проникнення атомів дифундуючої речовини у метал.

Було проведено цементацію зразків при температурі $920-940^{\circ}\text{C}$ з витримкою 20 годин.

Інтенсивність дифузійних процесів більше по границям зерен в декілька разів, чим крізь тіло зерна. Гранична дифузія характеризується

меншим значенням енергії активації ніж об'ємна. Причиною цього є накопичення дефектів на границях зерен (що обумовлені швидкістю охолодження). Чим сильніше розвинена поверхня границь між кристалітами, тим вища гранична дифузія.

Металографічний аналіз цементованого шару досліджуваних зразків показав, що структура ділиться на декілька зон: на поверхні має структуру перліту, плавно переходячого в перехідну зону (перліт – феррито-троостит) далі простягається зона основного металу та спостерігається закономірний зв'язок протяжності евтектоїдної зони при дифузійному насиченні що пов'язано з будовою та дисперсністю литої структури, зумовленої швидкістю охолодження зразків. Так як при цементації повільноохолоджених зразків гранична дифузія приблизно дорівнює об'ємній, а при швидкому охолодженні гранична дифузія на порядок вища за об'ємну.

Встановлено, що загальна глибина дифузійного шару досліджуваних зразків зростає пропорційно швидкості охолодження при кристалізації. Відповідно зростає протяжність евтектоїдної зони та перехідної зони дифузійного шару.

Металографічний аналіз показав, що з підвищенням швидкості охолодження зменшується глибина перлітної області та збільшується глибина перехідної зони що приводить до уширення цементованого слою взагалі. Таким чином з підвищенням швидкості охолодження дифузійні процеси протікають швидше за рахунок викривлень кристалевої ґратки, недосконалостей кристалічної будови, що обумовлені проявом спадковості вихідної структури.

Отримані дані рентгенографічного дослідження показують що навіть після 20 годин аустенізуючого нагріву при температурі 920-940°C (цементация) в зразках, що охолоджувались зі швидкістю 350°C/c залишаються залишкові викривлення кристалевої ґратки, що обумовлює прояв спадковості. А зразки що повільно охолоджувались (5°C/c) перейшли в рівноважений стан. Зміна уширення розмитості дифрактограмм в порівнянні зони короткоосних кристалів з зоною дендритних менша ніж зміна уширення між дифрактограмою дендритних кристалів та рівноосної зони (що пов'язано зі швидкістю охолодження).

Таким чином можна вважати що більша дисперсність, більша недосконалість вихідної структури сприяють більш ефективному проходженню дифузійних процесів. Встановили що будова первинної структури литої сталі залежить від умов кристалізації та впливає на глибину цементованого шару. У швидкоохолоджених зразках більша глибина цементованого слою показує на підвищення інтенсивності дифузійних процесів, що є наслідком збільшенню протяжності границь зерен завдяки утворенню більш дисперсної структури та залишкових викривлень кристалевої ґратки також спостерігається збереження дисперсності структурних зон, при тривалій витримці в аустенітній області, у швидкоохолоджених зразках в порівнянні з повільноохолодженими.