

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ВАЛКОВЫХ ЧУГУНОВ ПОСЛЕ УПРОЧНЯЮЩЕГО ОТЖИГА

Были проведены исследования влияния разных режимов упрочняющего отжига на микроструктуру исследуемых валковых чугунов.

Упрочняющая тепловая обработка включала нагрев образцов от рабочего слоя и нижних шеек валков со скоростью 300 град/ч до 660, 710 и 760 °С и выдержку при этих температурах в течение 4, 6 и 8 ч, охлаждение со скоростью 120 град/ч. Тепловую обработку проводили на специальной установке, включающей муфельную печь и систему автоматики. Для позиционного регулирования нагрева и охлаждения по заданной программе использовали автоматической программное регулирующее устройство модели РУ5-01М в комплекте с автоматическим измерительным прибором типа ПСР-08М.

После упрочняющей тепловой обработки установлено, что отжиг при 660 °С не приводил к заметным изменениям в чугуне рабочего слоя валков по сравнению с литым состоянием. Подъем температуры до 710 °С развязывал процесс сфероидизации. Дальнейшее увеличение температуры отжига до 760 °С в исследуемых чугунах не только увеличивало степень сфероидизации цементита, но и приводило к развязыванию процесса графитизации. Появлялись небольшие графитные включения. В результате этого повышалось количество феррита в структуре чугуна.

В структуру матрицы чугуна шеек валков отжиг при 660 °С в течение 4 ч не вносил существенных изменений. С увеличением времени выдержки до 8 ч в структуре появлялись перлитные колонии, в которых было заметно дробление цементитных пластин и их частичная сфероидизация. В то же время перлит, окружавший фосфидную эвтектику, оставался не сфероидизированным, сохраняя исходное тонкое строение.

Повышение температуры отжига до 710 °С способствовало развитию сфероидизации и графитизации перлитного цементита в исследуемом чугуне. При температуре 760 °С и продолжительности выдержки при отжиге 4 ч в исследуемом чугуне начиналась аустенитизация. Аустенит сначала появлялся в периферийных участках эвтектических зерен на границах перлитных колоний. Из-за

исходной микроликвации кремния и его перераспределения при отжиге между аустенитом, ферритом и в перлитной матрице появлялась ажурная аустенито-феррито-цементитная структура. При охлаждении аустенит превращался в темнотравящийся сорбитообразный перлит. Увеличение времени выдержки до 8 ч способствовало большему развитию сфероидизации перлитного цементита и аустенитизации матрицы. Таким образом, в результате такого отжига получали многофазную структуру матрицы – пластинчатый перлит с микротвердостью $H_{\mu}=3383$ МПа, зернистый перлит с $H_{\mu}=2844$ МПа, сорбитообразный перлит с $H_{\mu}=2805$ МПа и феррит с микротвердостью $H_{\mu}=1863$ МПа. Микротвердость перлита после исследованной тепловой обработки по сравнению с исходным литым состоянием ($H_{\mu}=3400$ МПа) снижалась. В результате количество феррита увеличивалось.

Травление образцов из чугунов от шеек валков пикратом натрия позволило выявить микронеоднородность матрицы по кремнию: кремнием были обогащены дендриты бывшего аустенита – они окрашены в темный цвет, а периферийные участки эвтектических колоний остались светлыми, в них содержание кремния низкое. Таким образом, в условиях не очень длительного пребывания при температурах упрочняющего отжига перераспределения кремния не происходило.

В результате проведенного эксперимента для условий вальцелитейного производства выбран оптимальный режим упрочняющей термической обработки валков из высокопрочных чугунов с шаровидным или вермикулярным графитом – нагрев до 710 °С с выдержкой в течение 6...8 ч, который приводил к увеличению прочностных свойств чугуна рабочего слоя и шеек в 1,5...2 раза.

При скорости нагрева 25 град/ч определение продолжительности выдержки при упрочняющей низкотемпературной тепловой обработке валков из ЧШГ можно производить по следующей формуле

$$\tau_{\text{ЧШГ}} = 8,0306 + 4,4674 d; R^2 = 0,9902,$$

где d-диаметр валков, м.

Учитывая, что ЧВГ обладает большей на 30...60% теплопроводностью, чем ЧШГ в вышеприведенную формулу ввели поправочный коэффициент. При этом формула будет иметь следующий вид $\tau_{\text{ЧВГ}} = 5,6073 + 3,1414d; R^2 = 0,991$,

Скорость охлаждения во избежание образования вторичных напряжений должна быть 25 град/ч.