

2. Мурзов А.И. Прокатка заготовок с повышенными об-
ратностями. Производство полуфабрикатов из алюминиевых сплавов. Фи-
лиал ВИАМ, 1963.

3. Полухин П.И., Тетерин П.К., Шамя-
син М.Н., Воронцов В.К. Распределение удельного дав-
ления по длине очага деформации при прокатке колец. Известие выс-
ших учебных заведений. "Черная металлургия", 1970.

4. Мурзов А.И., Архипова Н.А., Конд-
ратьева Е.И. Исследование влияние неравномерного истече-
ния в очаге деформации на образование расслоений в листах. Алю-
миниевые и специальные сплавы, вып. 4. Филиал ВИАМ, 1968.

5. Мурзов А.И., Сергеев И.А. О распределении
рабочих напряжений в очаге деформации при прокатке. "Алюминиевые
и специальные сплавы", вып. 9. Филиал ВИАМ, 1975.

УДК 669. 018 = 28

Р.Заббаров, В.С.Уварова,
П.С.Ланцман, Н.Е.Дудов,
Р.Г.Ибатулина

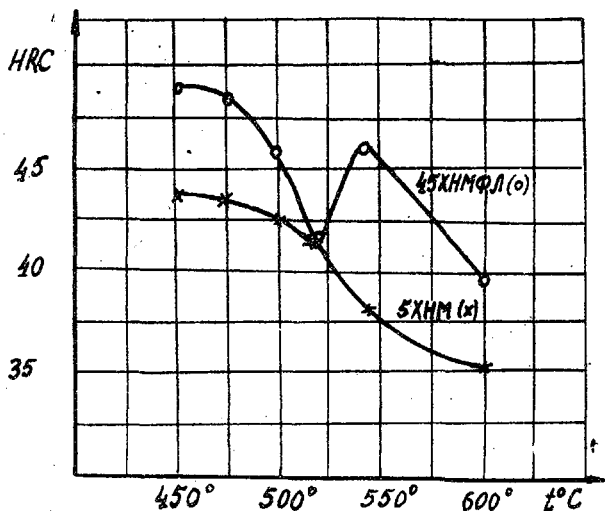
О ВТОРИЧНОМ ТВЕРДЕНИИ СТАЛИ 45ХНМФЛ

Известно, что некоторые легирующие элементы затрудняют рас-
пад мартенсита и коагуляцию карбидов и таким образом смещают
температурную границу разупрочнения при отпуске от 200 до 600°C.
В сталях, легированных такими элементами, как *V*, *Mo*, *Ti*, *W*
с увеличением температуры отпуска после обычного разупрочнения,
вызванного распадом мартенсита и коагуляцией цементита, наблюда-
ется повышение твердости. Это явление, обнаруженное в интервале
температур 500-600°C, принято называть вторичным твердением.

При разработке новой литейной штамповой стали для горячего
деформирования нами изучались ее физико-механические и эксплуата-
ционные характеристики. Для этой группы сталей важной характерис-
тикой является теплостойкость, характеризующая природу упрочнения,
вызываемую термической обработкой и определяющей условия эксплуа-
тации инструмента.

Поэтому исследовалось влияние температуры отпуска на твер-
дость стали. Испытанию подвергались образцы литой стали марки

45ХНМФЛ и для сравнения - образцы кованной стали марки 5ХНМ. После закалки образцы отпускались при температурах 450, 475, 500, 520, 540 и 600°C. Зависимость твердости исследованных сталей от температуры отпуска показана на рис. 1.



Р и с. 1. Влияние температуры отпуска на твердость литой (45ХНМФЛ) и кованной (5ХНМ) сталей

Анализ полученных результатов позволяет заключить, что во всем исследованном интервале температур отпуска твердость литой стали выше кованной. В интервале температур отпуска 520-540°C наблюдается эффект вторичного твердения литой стали марки 45ХНМФЛ.

С целью установления причин возникновения явления вторичного твердения были проведены электронно-микроскопические, рентгеноструктурные и спектральные исследования.

Объектами электронно-микроскопических исследований, проведенных с помощью электронного микроскопа ЭМ5, были экстрагирующие угольно-серебряные реплики с включениями дисперсных фаз. Травление образцов проводилось по Шрадеру в растворе следующего состава:

пикриновая кислота - 0,3 г;

азотная кислота (плотность 1,4 г/см³) - 0,2 мл;

спирт этиловый - 100 мл.

Анализ полученных структур позволяет предположить, что при температуре отпуска 540°C происходит выделение карбидов ванадия в литой стали.

В целях более детального установления природы вторичного твердения образцы из стали 45ХНМФЛ, отпущенные при 540°C, подвергались рентгеноструктурному и спектральному анализам осадков, полученных анодно-химическим разделением фаз.

Результаты анализа осадков приведены в табл. 1,2.

Т а б л и ц а 1

Результаты рентгеноструктурного анализа

Карбиды	Сталь 45ХНМФЛ		Сталь 5ХНМ	
	без обработки осадка	после со- ляно-кис- лотной обработки	без обработки осадка	после соляно- кислотной об- работки
$Fe_3 C$	+	-	+	-
$Cr_{23} C_6$	+	-	-	-
$Cr_3 C_8$	-	-	+	-
V	-	-	-	-

Т а б л и ц а 2

Результаты спектрального анализа

Определяе- мый элемент	Сталь 45ХНМФЛ		Сталь 5ХНМ	
	без обра- ботки осадка	после об- работки осадка	без обра- ботки осадка	после обра- ботки осад- ка
Mo	+	следы	не опреде- лялось	+
Cr	+	-	" - "	-
V	+	+	" - "	-
Fe	+	-	" - "	+

П р и м е ч а н и е: + выявлено, - не выявлено

Ввиду высокой дисперсности карбидов ванадия и их малого количества ни электронная микроскопия, ни рентгеноструктурный анализ не позволяют с достаточной достоверностью установить определяющую роль их выделений в явлении вторичного твердения. Однако анализ результатов спектральных исследований (табл. 2) свидетельствует о том, что вторичное твердение стали 45ХНМФД в интервале температур отпуска 520–540⁰С объясняется выделением мелкодисперсных карбидов ванадия.

Таким образом, причина вторичного твердения заключается в замене растворяющихся грубых цементных частиц существенно более дисперсными выделениями специального карбида ванадия. Частицы этих карбидов предпочтительно выделяются на дислокациях и, таким образом, упрочняют отпущенную сталь [1].

Л и т е р а т у р а

И. Н о в и к о в И.И. Теория термической обработки металлов. М., "Металлургия", 1974, с. 400.

УДК 621.992.7

В.А.Лындин

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ РЕЕК ПРИ ХОЛОДНОМ НАКАТЫВАНИИ ЗУБЬЕВ МЕЛКОМОДУЛЬНЫХ КОЛЕС

Холодное накатывание зубьев мелко модульных колес производят плоскими рейками [1]. В процессе накатывания течение металла в зоне деформации затруднено, и на рабочих поверхностях инструмента возникают большие нагрузки. Тяжелые условия, при которых работает инструмент, усугубляются еще и тем, что материал заготовки получает упрочнение (наклеп). При этом удельные давления на боковых поверхностях зубьев плоских реек достигают 170–200 кгс/мм².

Существующие конструкции плоских реек [1] не обеспечивают достаточной их стойкости, что в значительной степени снижает экономический эффект прогрессивного метода изготовления зубьев накатыванием.

Основной причиной выхода из строя плоских реек является выкрашивание зубьев под действием касательных напряжений. С целью уменьшения касательных напряжений используются клиновые рейки [2]