

УДК 620.186.5

Влияние термической обработки на структуру и микротвердость стали 35 после обработки методом деформирующего резания

Варламова С.Б., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Материаловедение»*

Дегтярева А.Г., соискатель

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Материаловедение»*

Попцов В.В., аспирант

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Инструментальная техника и технологии»*

*Научные руководители: В. Н. Симонов, д.т.н., профессор,
С. Г. Васильев, к.т.н.к, доцент*

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauman@bmstu.ru*

Деформирующее резание

Процесс деформирующего резания заключается в подрезании материала поверхностного слоя детали и последующей деформации подрезанного слоя рабочими поверхностями режущего инструмента. При деформирующем резании подрезанный слой полностью не отделяется от заготовки и в виде ребра остается на ней. Наличие жесткой связи подрезанного слоя с основой заготовки позволяет целенаправленно производить его пластическую деформацию рабочими поверхностями режущего инструмента. По сути, образующиеся ребра - это неотделившаяся от заготовки стружка. Варьируя режимы резания и геометрические параметры рабочего клина, возможно получение различных типов структур с закалочными зонами на сталях. Закалочные структуры образующиеся при деформирующем резании имеют высокую твердость и невосприимчивы к травлению, тем самым их можно причислить к особым закалочным структурам, называемыми по формальным признакам белыми слоями, широко известными в технике. Метод деформирующего резания реализуется инструментом типа проходного резца на стандартном металлорежущем оборудовании. В результате на поверхности заготовки получается регулярная структура с вертикальными или наклонными слоями. Идея

создания макрорельефа на наружной поверхности детали для формирования макроструктур повышенной твердости изложена в патенте РФ № 2044606.^[1] На рисунке 1 представлена схема процесса деформирующего резания.

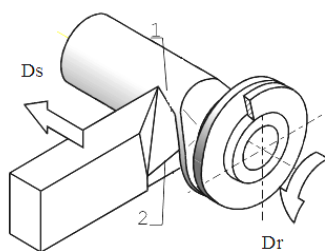


Рис. 1. Обработка методом деформирующего резания

1 - заготовка, 2 - инструмент.

Варьируя параметры резания, возможно получение различных типов структур на сталях (рис. 2).

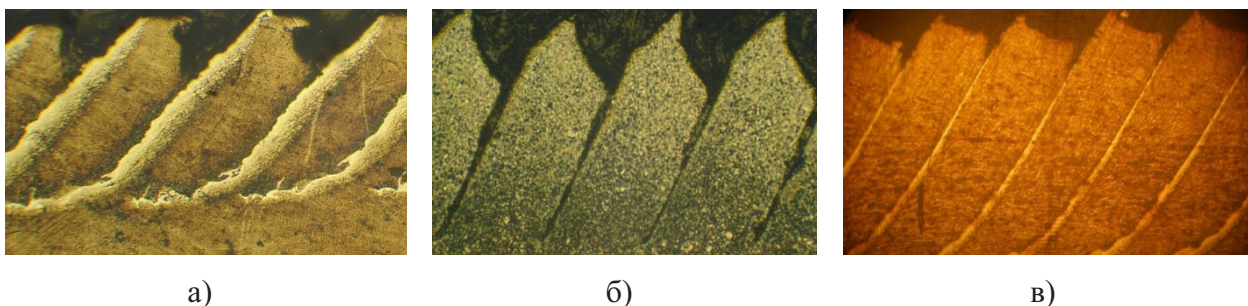


Рис. 2. Варианты оребренных структур: а) сталь ШХ15; б) сталь 16Х3НВФМШ; в) сталь 38Х2МЮА.

Содержание работы

Целью данного исследования являлось изучение структуры и микротвердости сталей в зоне воздействия скоростной деформации резанием. В качестве исследуемого материала была выбрана сталь 35, химический состав представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав стали 35

Химический Элемент	Fe	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
Содержание, %	осн.	0,32- 0,4	0,17- 0,37	0,5- 0,8	до 0,25	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,25	до 0,08

Из цилиндрического вала стали 35, состояние поставки – нормализация, были вырезаны образцы в количестве 7 штук. Для данных образцов была проведена закалка по стандартной технологии – нагрев до 860 °С, выдержка 15 минут с последующим

охлаждением в воде. Затем вал в состоянии поставки был обработан способом деформирующего резания, после чего, также были вырезаны образцы в количестве 7 штук. По одному образцу из каждой партии оставили в их исходном состоянии, для остальных образцов был проведен отпуск при температурах от 200 °С до 700 °С, с интервалом в 100 °С. На рисунке 3 схематично показана оребрѐнная структура с закалочными зонами

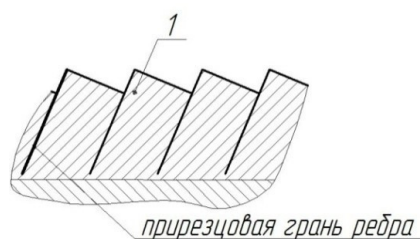


Рис. 3. Схема оребрѐнной структуры.

Следующим этапом исследования была подготовка микрошлифов. Полученные образцы были запрессованы в смолу на оборудовании STRUERS CitoPress-10/-20. Шлифование запрессованных образцов осуществляется на установке фирмы STUERS LaboPol – 35. Травление проводилось 4% раствором HNO_3 в спирте. Исследование микроструктуры проходило на металлографическом микроскопе OLYMPUS GX-51 при увеличении до 1000 крат. На рисунке 4 представлена микроструктура стали 35 после обработки деформирующим резанием.

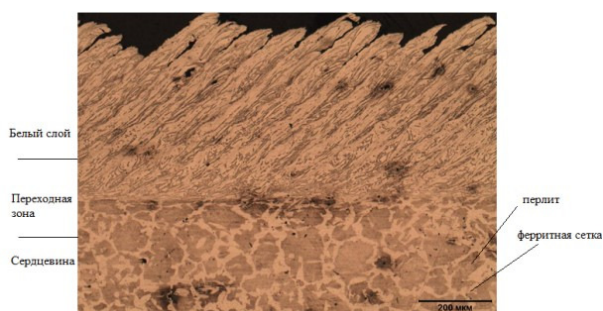


Рис. 4. Микроструктура стали 35 после обработки ДР, $\times 100$.

Измерение микротвердости «белого слоя» осуществлялось на оборудовании DuroScan по следующей методике: на каждом образце произвольно были выбраны 3 ребра, начальная точка измерений располагалась на расстоянии 50 мкм от переходной зоны, расстоянии между точками по оси абсцисс составляло 100 мкм, по оси ординат – варьировалось. Количество измерений на одном ребре составило 6. Схема представлена на рисунке 5.

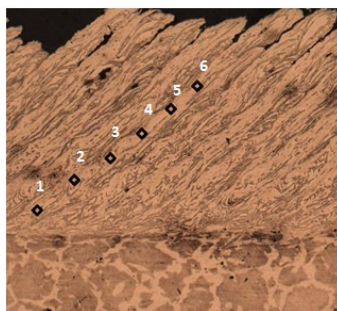


Рис. 5. Схема измерения микротвердости «белого слоя».

Измерение микротвердости переходной зоны осуществлялось по 20 точкам, сердцевины – произвольно по трем на каждом из образцов. График микротвердости представлен на рисунке 6.

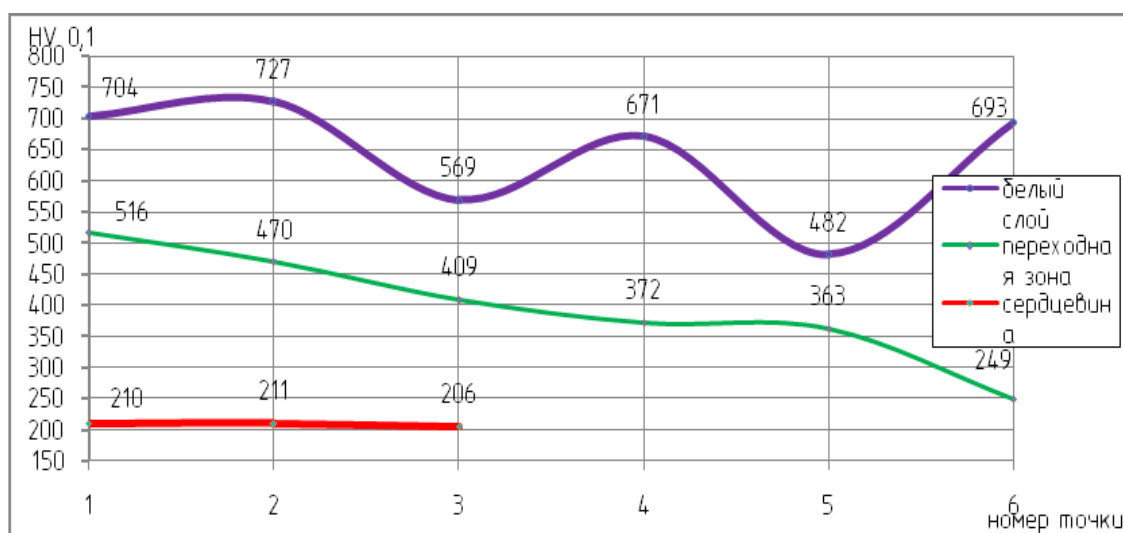


Рис. 6. Микротвердость стали 35 после обработки ДР

Среднее значение микротвердости для «белого слоя» после обработки ДР составило 653 HV. С повышением температуры отпуска наблюдалось снижение микротвердости, за исключением температуры отпуска 200 °С, где значения микротвердости превышали их средние значения для измерений без ТО и составили порядка 720 HV. Такое повышение твердости можно объяснить выделением на данном этапе термической обработки дисперсных частиц, когерентных матрице ϵ -карбидов. Далее, с повышением температуры отпуска снижение твердости шло равномерно. Исходя из этого, можно сделать вывод, что изначальная структура «белого слоя» была сформирована закалкой с температурой выше критической точки A_{c1} и, возможно, выше A_{c3} .

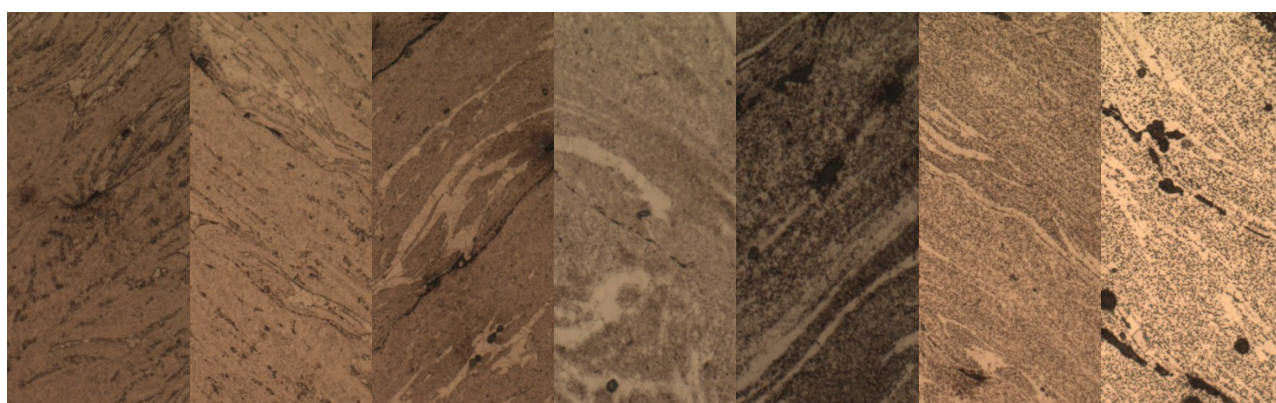
В ходе исследования, в «белом слое» были выделены особые светлые зоны, состоящие из мелких субзерен, микротвердость которых была значительно ниже микротвердости темной части «белого слоя». В таблице 2 представлены результаты измерений темных и светлых зон «белого слоя» при различных температурах отпуска. Можно предположить, что эти светлые зоны являются зонами рекристаллизации.

Таблица 2

Микротвердость различных зон «белого слоя»

	Температура отпуска, °C					
	Без термической обработки	200	300	400	500	600
Микротвердость темной зоны, HV	674	700	669	542	446	305
Микротвердость светлой зоны, HV	556	582	476	390	380	254

На рисунке 7 представлена фотография, показывающая структурные изменения «белого слоя» в стали 35 по мере увеличения температуры отпуска.



а) без б) 200 °C в) 300 °C г) 400 °C д) 500 °C е) 600 °C ж) 700 °C
отпуска

Рис. 7. Структура «белого слоя» в зависимости от температуры отпуска, x500.

Также было проведено сравнение микротвердости полученного «белого слоя» с твердостью стали 35 после стандартной закалки и отпуска при различных температурах.

На рисунке 8 представлены графики зависимости микротвердости от температуры термической обработки. Как можно видеть из графика, микротвердость «белого слоя» превышает микротвердость мартенсита после стандартной термической обработки.

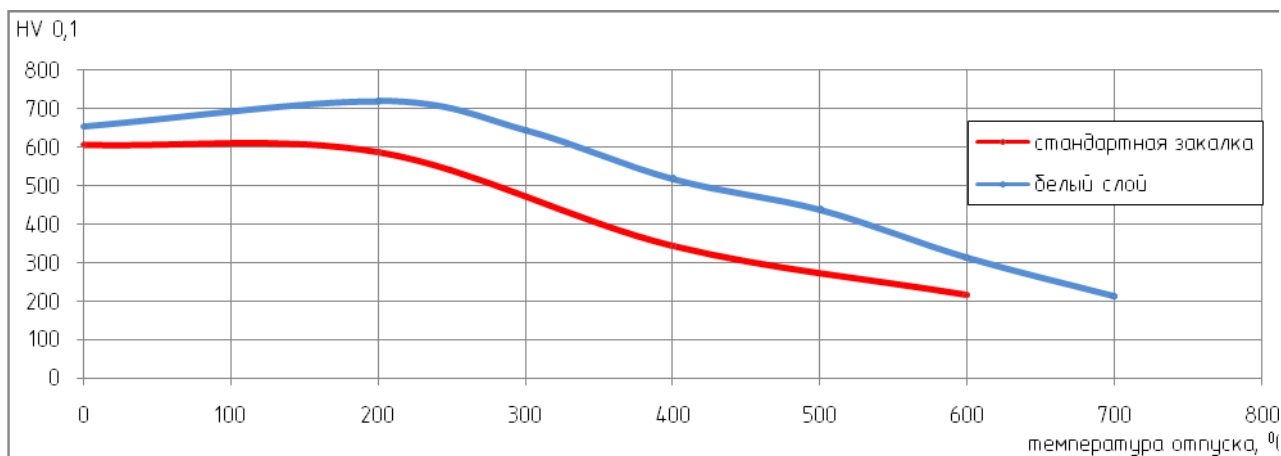


Рис. 8. Сравнительное влияния температуры отпуска на твердость белого слоя и твердость мартенсита после закалки и последующего отпуска стали 35.

Выводы:

1. Изначальная структура «белого слоя» была сформирована закалкой с температурой выше критической точки A_{c1} и, возможно, выше A_{c3} .
2. Так как в структуре «белого слоя» присутствует цветовая дефрагментация и микротвердость зон «белого слоя» значительно отличается, то можно сказать о том, что структура «белого слоя» является двухфазной.
3. Микротвердость «белого слоя» превышает микротвердость мартенсита после стандартной термической обработки.

Список литературы

1. Зубков Н.Н., Овчинников А.И. Способ получения поверхностей с чередующимися выступами и впадинами и инструмент для его реализации: пат.2044606 РФ.- Оpubл.13.06.94 г. Бюл. N 27, 1994.
2. Зубков Николай Николаевич, Овчинников Александр Иванович, Васильев Сергей Геннадьевич, Симонов Виктор Николаевич, Хасянов Мансур Абудякирович Способ упрочнения поверхности детали: пат. 2015202 РФ. Оpubл. 30.06.1994.
3. Васильев С.Г., Попцов В.В. Повышение твёрдости поверхности детали термическим воздействием с использованием деформирующего резания / жур. Извумаш №12 2011.