

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ ПО ОБЪЕМУ ОБРАЗЦОВ

М. А. Зверович, В. В. Ханеня

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель С. Б. Сарело

В результате пластической деформации металлов в холодном состоянии происходит изменение их механических, физических и химических свойств. Различные металлы отличаются в широких пределах друг от друга уровнем, до которого их свойства могут быть изменены при деформации. Совокупность явлений, связанных с изменением свойств металлов при обработке давлением в холодном состоянии, характеризуется упрочнением (наклепом) металла. О степени упрочнения довольно точно можно судить по величине микротвердости металлов, которая растет с увеличением степени деформации.

Изменение микротвердости проводилось в осевом сечении образца на приборе ПМТ-3 при нагрузке на индикатор, равной во всех случаях 1 Н. Распределение микротвердости изучалось, в основном, на образцах из стали 20, осаженных с различными скоростями деформации V_0 до различных степеней. Подготовка образцов была такой же, как и для исследования микроструктуры.

На рис. 1 представлен график распределения микротвердости в образце после осаживания его на гидропрессе. $V_0 = 0,0025$ м/с. По оси абсцисс отложена безразмерная величина $\frac{D-d}{D}$ (D – диаметр измеряемого сечения; d – диаметр, на котором расположена измеряемая точка), а по оси ординат величина средней микротвердости на изучаемом сечении (каждое значение микротвердости – результат пяти замеров). Кривые 1 и 6 показывают распределение микротвердости в сечениях, отдаленных от торцов на расстояние 0,25 мм, 2 и 5 – на расстоянии 1,3 мм, 3 и 4 на расстоянии 2,35 мм (сечение, расположенное на половине высоты осаженного образца). Ход кривых свидетельствует, что максимальную микротвердость имеют объемы металла в центре образца и у торцов (вблизи боковой поверхности), минимальную – в осевом слое (вблизи торцов). Это говорит о том, что наибольшее упрочнение получает центральная часть образца, что вполне согласуется с характером течения металла (центральная часть образца получает максимальную степень деформации).

На рис. 2 и 3 приведены кривые распределения микротвердости в образцах, осаженных с начальными скоростями $V_0 = 100$ и 320 м/с. Цифрой 1 обозначено сечение, удаленное от ударяемого торца на расстояние 0,3 мм; 2 – на расстояние 1,35 мм; 3 – на расстояние 2,4 мм; 4 – на расстояние 3,45 мм; 5 – на расстояние 4,5 мм; 6 – на расстояние 5,5 мм. Из рис. 2 и 3 видно, что с увеличением скорости деформирования микротвердость вблизи ударяемого торца возрастает. Но, если при скорости деформирования $V_0 = 100$ м/с микротвердость у торцевых поверхностей меньше, чем в центре образца, то при осаживании с $V_0 = 320$ м/с микротвердость вблизи ударяемого торца

максимальная, и по мере удаления от ударяемого торца к неподвижному вдоль оси образца все время уменьшается. Роста микротвердости у неподвижного торца при больших степенях осадки (свыше 60 %) не происходит. Это объясняется тем, что вершина параболоида доходит до неподвижного торца, а изменение структуры вблизи вершины параболоида почти не происходит. При скорости осаждения $V_0 = 150$ м/с распределение микротвердости аналогично распределению микротвердости в образце, осажденном при $V_0 = 100$ м/с, а при осаждении с $V_0 = 200$ м/с распределение микротвердости в образце близко к распределению микротвердости при осаждении с $V_0 = 320$ м/с.

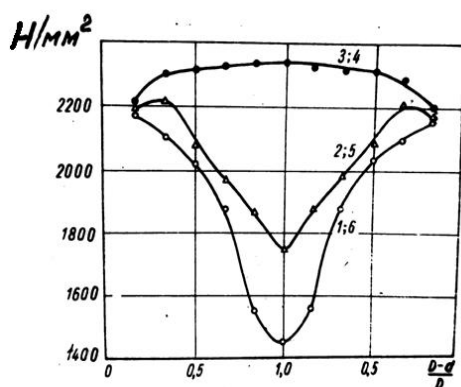


Рис. 1. Распределение микротвердости по объему образца из стали 20 ($V_0 = 0,0025$ м/с; $\varepsilon = 80,7$ %)

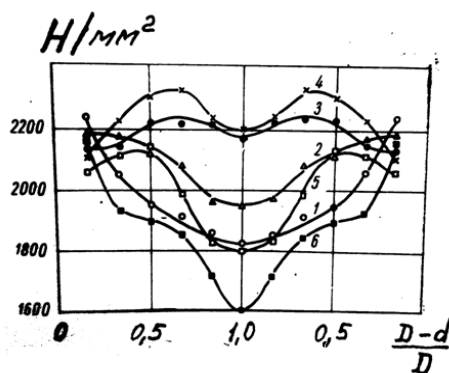


Рис. 2. Распределение микротвердости по объему образца из стали 20 ($V_0 = 100$ м/с; $\varepsilon = 77,8$ %)

Рост микротвердости вблизи ударяемого торца при высоких скоростях осаждения можно объяснить тем, что с увеличением скорости деформирования уменьшаются силы контактного трения и металл получает возможность более свободного перемещения относительно контактной поверхности инструмента, при этом увеличивается степень деформации металла в данной зоне и растет микротвердость.

Наличие максимальных значений микротвердости (рис. 3, верхние точки кривой б) при деформации со скоростью $V_0 = 320$ м/с можно объяснить тем, что эти точ-

ки лежат в области раздела зон деформации, где происходит наиболее интенсивное течение металла (металл получил здесь максимальную степень деформации).

Таким образом, характер распределения микротвердости дополнительно подтверждает, что как при статическом, так и при высокоскоростном осаживании наблюдается значительная неоднородность свойств по объему образца. С увеличением степени осадки микротвердость распределяется более равномерно по объему образца.

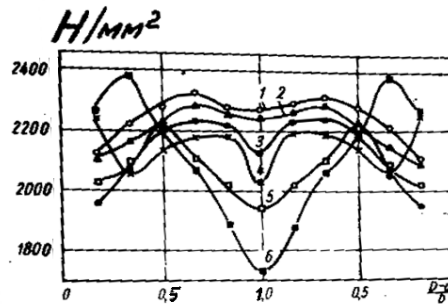


Рис. 3. Распределение микротвердости по объему образца из стали 20 ($V_0 = 320$ м/с; $\varepsilon = 83$ %)

На рис. 4 приведены кривые изменения микротвердости по высоте образцов из армо-железа, деформированных с начальными скоростями 0,0025 м/с (кривая 1), 100 м/с (кривая 2), 200 м/с (кривая 3), 320 м/с (кривая 4), до степеней $\varepsilon = 43-45$ %. Из графиков видно, что максимум упрочнения с ростом скорости деформирования смещается к торцам образца, где происходит локализация деформации.

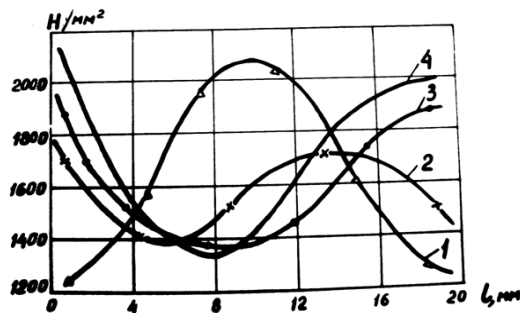


Рис. 4. Распределение микротвердости по высоте образца из армо-железа.
 1 – $V_0 = 0,0025$ м/с; 2 – $V_0 = 100$ м/с; 3 – $V_0 = 200$ м/с; 4 – $V_0 = 320$ м/с

При измерении микротвердости в образцах из различных материалов установлено, что в областях максимальной деформации микротвердость может быть примерно в 2 раза выше микротвердости данного металла в исходном состоянии.