

ИЗМЕНЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ПОПЕРЕЧНО-ВИНТОВОМ РЕДУЦИРОВАНИИ ТРУБНЫХ ЗАГОТОВОК

Клубович В.В.¹, Томило В.А.², Левкович В.В.¹

- 1) Физико-технический институт НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь
2) Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь

Технологические процессы обработки металлов давлением используют для придания заготовке необходимой формы и размеров, а также для влияния на механические и другие свойства металлов. Значительное влияние на геометрию полученных заготовок оказывает неравномерность деформации, т.е. непостоянство коэффициентов деформации в различных направлениях обрабатываемого

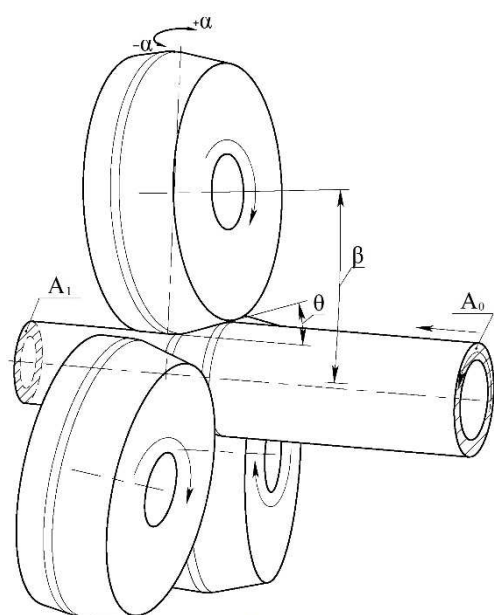


Рисунок 1 – Схема ПВР

тела. Оценивать неравномерность деформации возможно по величине накопленной деформации [1]. В данной статье рассмотрена интенсивность пластической деформации при поперечно-винтовом редуцировании (ПВР) трубных заготовок. Схема ПВР приведена на рисунке 1.

Трубная заготовка подается к вращающимся валкам, где за счет отличного от нуля угла подачи α производится ее захват и осевое перемещение при редуцировании. Параметры ПВР: угол подачи $\alpha=5-10^\circ$, угол раскатки $\beta=6^\circ$, угол уклона входного конуса вала $\theta=18,78^\circ$, вытяжка (A_0/A_1) 1,24, диаметр валков в точке пережима 300 мм, температура нагрева заготовки 1180-1200 °С, скорость вращения валков 10-30 об/мин.

В числе факторов, оказывающих влияние на неравномерность деформации, стоит упомянуть наличие контактного трения на контактной поверхности и напряженно-деформированное состояние. Зависимость неравномерности деформации от данных факторов объясняется их влиянием на сопротивление деформации.

В области контакта валков с металлом образуются зоны повышенного сопротивления деформации, которые распространяются вглубь металла на некоторую величину. В этих зонах схема напряженного состояния со всесторонним сжатием выражена наиболее ярко [2], что и приводит к повышению сопротивления деформации. С увеличением контактных сил трения объем данных зон возрастает и, следовательно, возрастает неравномерность деформации. В проведенных исследованиях распределения интенсивности пластической деформации в поперечном сечении редуцированной заготовки скорость редуцирования принимала значения 10, 20, 30 об/мин, соответственно подачи 5, 8, 10 град.

Значения интенсивности пластической деформации по толщине стенки редуцированной заготовки при различных режимах представлены на рисунке 2.

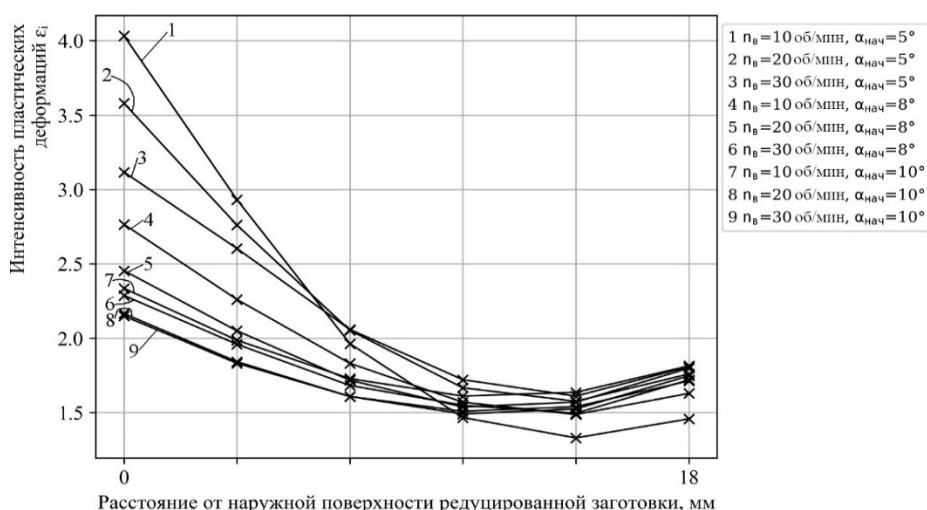


Рисунок 2 – Изменение интенсивности пластической деформации по сечению стенки трубной заготовки

Из рисунка 2 видно, что у внутренней поверхности трубной заготовки интенсивность пластической деформации незначительно зависит от скорости редуцирования и угла подачи. На наружной поверхности трубной заготовки интенсивность пластической деформации падает с 4,0 до 2,1 с ростом скорости редуцирования и углов подачи.

В технологических процессах необходимо не только обеспечивать высокий уровень интенсивности пластической деформации, необходимый для формирования мелкозернистой структуры, но и равномерное распределение этого параметра по сечению заготовки [1]. При выборе в качестве критерия равномерности распределения эффективной деформации по сечению редуцированной заготовки оптимальными параметрами являются угол подачи $\alpha=10^\circ$, скорость редуцирования $n_b=30$ об/мин.

Снижение интенсивности пластической деформации в наружных слоях трубной заготовки при увеличении угла подачи и скорости редуцирования объясняется возросшей осевой скоростью движения заготовки. При ПВР обрабатываемый металл движется по спиралевидной траектории, с увеличением осевой скорости шаг спирали возрастает, что приводит к тому, что металл покидает очаг деформации, подвергнувшись меньшему количеству элементарных обжатий, при которых происходит увеличение интенсивности пластической деформации.

Разница в значениях интенсивности пластической деформации в наружных и внутренних слоях редуцированной заготовки выражается в различии в размерах зерна по сечению заготовки. На рисунке 3 представлена микроструктура наружной поверхности редуцированной заготовки в поперечном и продольном сечениях, а на рисунке 4 – микроструктура внутренней поверхности редуцированной заготовки в поперечном и продольном сечениях. Исследование микроструктуры проводилось на образцах, вырезанных из цилиндрической части заготовки после ПВР при $n_b=20$ об/мин, $\alpha=5^\circ$.

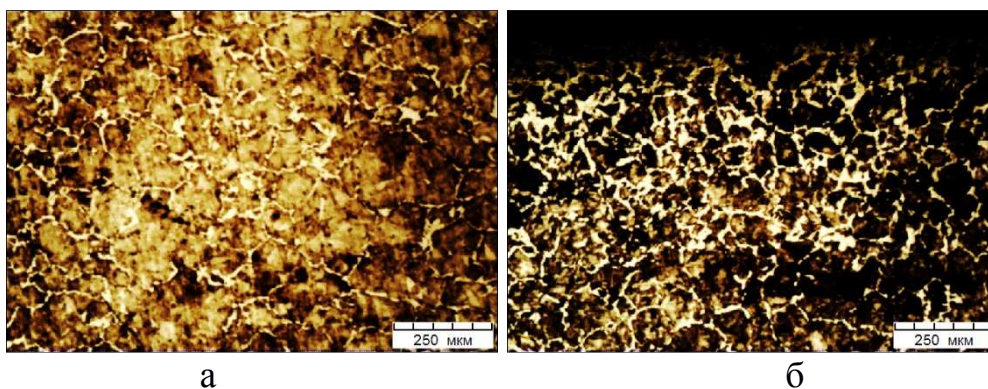


Рисунок 3 – Микроструктура наружной поверхности редуцированной заготовки из стали 40X в поперечном (а) и продольном (б) сечениях ($\times 100$)

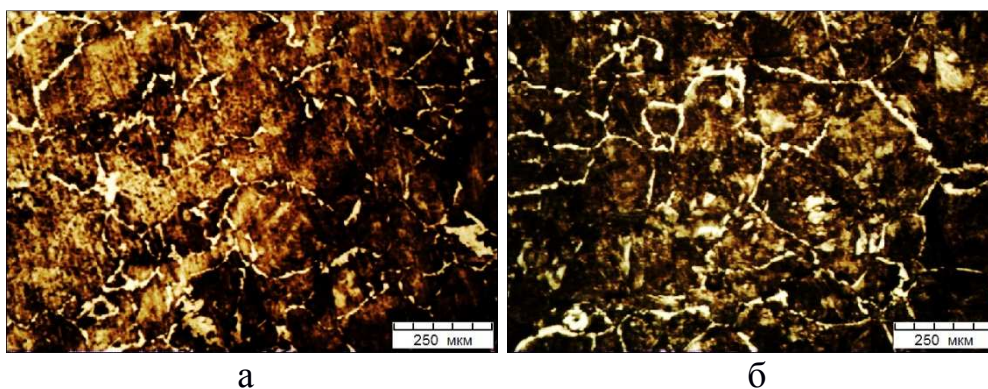


Рисунок 4 – Микроструктура внутренней поверхности редуцированной заготовки из стали 40X в поперечном (а) и продольном (б) сечениях ($\times 100$)

Размер зерна на рисунке 3 соответствует 4-5 баллу, на рисунке 4 – 1-2 баллу. Размер зерна исходной заготовки (бесшовной трубы) соответствует 2-3 баллу (ГОСТ 5639-82).

С увеличением осевой скорости возрастает объем металла, подвергающийся деформации в единицу времени, следовательно, увеличивается усилие F . Увеличение скорости редуцирования n_b с 10 до 30 об/мин и угла подачи α с 5 до 10° приводит к увеличению усилия F с 80 до 100 кН (увеличение на 25 %).

Результаты исследований были использованы при разработке технологии и оборудования для получения заготовок оси моста и цапфы балансира сельскохозяйственной техники.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бурко, В.А. Критерии оценки неравномерности деформации профилированных заготовок в ресурсосберегающих технологиях штамповки / В.А. Бурко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2012. – № 47 (953). – С. 9–14.
2. Томило, В.А. Напряженно-деформированное состояние при валковом обжиме участков труб / В.А. Томило, В.В. Левкович // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз-тэхн. навук. – 2014. – № 4. – С. 24–30.