

УДК 621.7.014.2

Розенберг О.А., Студенец С.Ф., Мельниченко В.В., Кирица И.Ю.

ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ МЕТАЛЛА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВНУТРЕННИХ ШЛИЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ГЛУХИХ ОТВЕРСТИЯХ МЕТОДОМ ХОЛОДНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

Сообщение 1

Основной задачей технологии металлообрабатывающего производства является изготовление деталей с наименьшими трудозатратами, с наибольшей производительностью и коэффициентом использования металла, причем их качество должно удовлетворять условиям эксплуатации.

Несмотря на развитие безотходных технологий, в частности, методов обработки металлов давлением, все еще остается большим объемом заготовок, получаемых обработкой резанием.

Для образования в заготовках шлицевых поверхностей в отверстиях принято использовать технологические процессы протягивания, долбления и горячей штамповки выдавливанием [1 – 5].

Холодная штамповка методом выдавливания является одним из наиболее передовых и прогрессивных процессов изготовления деталей, который обеспечивает резкое повышение производительности труда, значительное сокращение технологических отходов металла, снижение трудоемкости процессов и себестоимости выпускаемой продукции.

Возможности холодной штамповки выдавливанием весьма широки и разнообразны. Этим методом можно изготовить полуфабрикаты и готовые детали самой различной формы, в том числе и внутренние шлицевые профили, из малоуглеродистых, среднеуглеродистых и малолегированных сталей, а также из подавляющего большинства цветных металлов и сплавов.

Примером такой технологии может быть технологический процесс формирования внутреннего шлицевого соединения в трубных заготовках методом их обжатия матрицами на профильных оправках [6].

Учитывая необходимость в получении новых экономически выгодных технологий в Институте сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля АН Украины в отделе № 20 под руководством О. А. Розенберга был разработан технологический процесс формирования внутренних шлицевых поверхностей в глухих отверстиях методом холодного пластического деформирования.

Суть процесса заключается в том, что заготовка из стали 20Х (рис. 1) вместе с размещенной внутри профильной (шлицевой) оправкой деформируется (проходит) через специальное приспособление для многоступенчатого редуцирования внутренних шлицевых поверхностей в глухих отверстиях. Направляющая часть, внутренний толкатель и шлицевая оправка спроектированы таким образом, чтобы после завершения процесса деформирования автоматически происходил сброс изделия с профильной оправки.



Рис. 1 – Заготовка

Формирование внутренних шлицевых поверхностей в глухих отверстиях методом холодного пластического деформирования обеспечивает качество готовых изделий, используемых в гидротрансмиссии тихоходных машин (рис. 2). Под качеством изделий понимается благоприятное технологическое наследие, а именно: упрочнение металла, остаточные напряжения, микроструктура, а также остаточная пластичность.

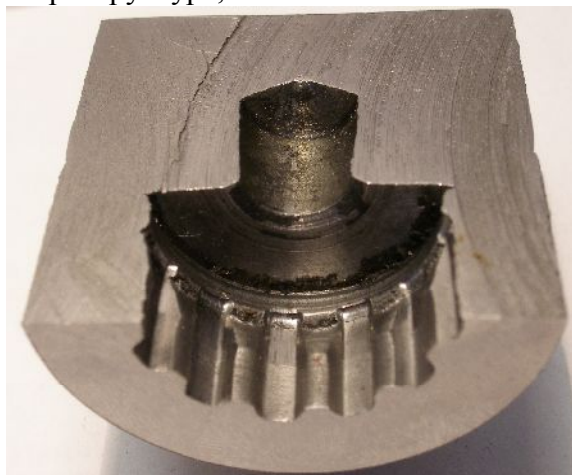


Рис. 2 – Деталь с внутренней шлицевой поверхностью в глухом отверстии

Формирование заготовок происходило по различным схемам нагружения (приложения усилия):

- схема № 1 – несвободная оправка – усилие прилагается к хвостовику шлицевой оправки (заг. № 1.1.);
- схема № 2 – комбинированная (заг. № 1.2.);
- схема № 3 – свободная оправка – усилие прилагается к толкателю, давящему на торец заготовки (заг. № 2.1., 2.2., 2.3.).

В данном процессе существует проблема, которая связана с тем, что высота зуба шлица не достигает 10 – 15% необходимого заполнения. Кроме того, остается неясным вопрос обеспечения качества шлицевой поверхности с точки зрения несущей способности, а также ресурса пластичности в процессе формирования шлицов.

Поэтому, для усовершенствования данного процесса формирования внутренних шлицевых поверхностей в глухих отверстиях методом холодного пластического деформирования, необходимо разработать рекомендации позволяющие управлять параметрами процесса, обеспечивающими качество изделий.

С целью выяснения возможности использования холодного пластического деформирования без разрушения заготовки в процессе формирования внутренних шлицевых поверхностей исследовали напряженно–деформированное состояние металла. При этом

привлечен метод измерения твердости, предусматривающий построение градуировочных графиков: твердость, интенсивность напряжений, интенсивность деформаций (рис. 3). Метод твердости позволил учесть упрочнение металла, что дает возможность оценивать напряжение текучести в расчетах НДС.

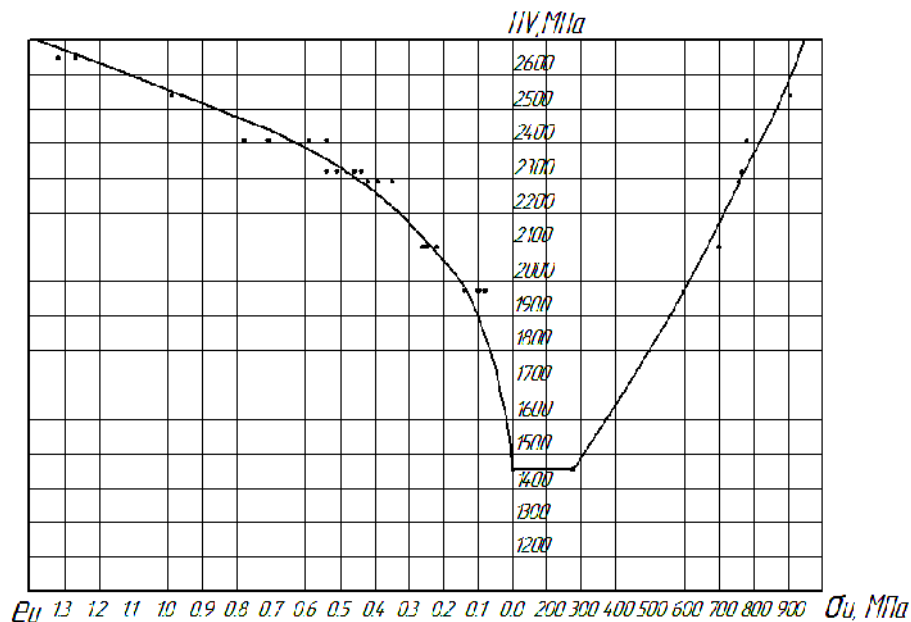


Рис. 3 – Градуировочный график стали 20X
(• - эксперимент, — - аппроксимация)

Для изучения распределения твердости, при различных схемах нагружения, вырезанные образцы из цилиндрических шлицевых изделий заливали в специальной обойме эпоксидным клеем, затем по меридиональной плоскости их шлифовали, полировали и измеряли твердость по Виккерсу HV на приборе ТП – 7Р – 1 под нагрузкой 50 Н, выдержкой 12,5 с. как показано на рис. 4 (а, б, в, г, д).

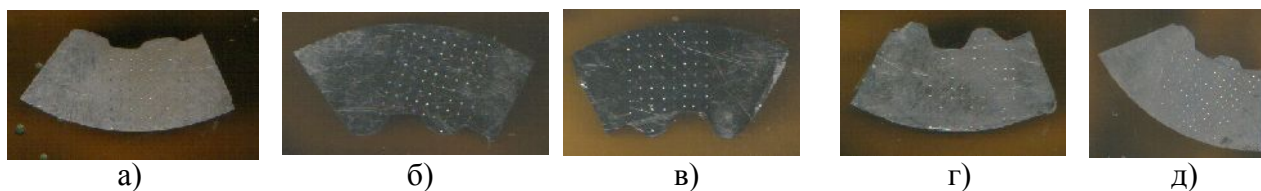


Рис. 4 – Измерение твердости на образцах шлицевого профиля при различных схемах нагружения
а) заг. № 1.1., б) заг. № 1.2., в) заг. № 2.1., г) заг. № 2.2., д) заг. № 2.3.

После построения графиков распределения твердости строили изолинии (изосклеры) равных твердостей при различных схемах нагружения формирования шлицевого профиля изделия.

Согласно градуировочного графика в каждой точке деформированной области определяли интенсивность напряжений и интенсивность деформаций.

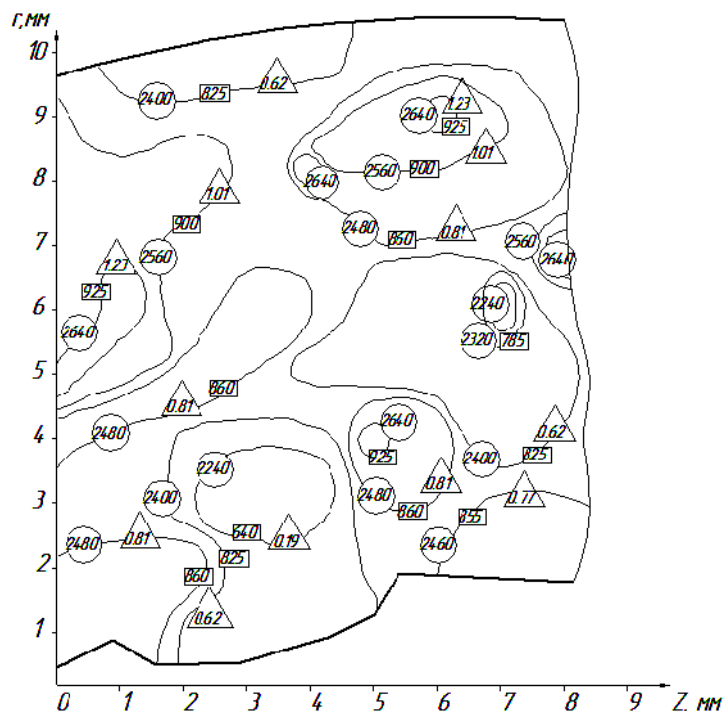


Рис. 5 – Изолинии (изосклеры) твердости HV (МПа), интенсивность напряжений – σ_u (МПа), интенсивность деформаций – ϵ_u в меридиональном сечении заготовки № 1.1. с внутренней шлицевой поверхностью

На рис. 5 показано распределение HV , σ_u , ϵ_u в меридиональном сечении заготовки № 1.1. Как следует из рис. 5 наибольшее значение твердости ($\text{HV} = 2640$ МПа), а следовательно σ_u и ϵ_u , наблюдается вблизи центральной части впадины шлицевой поверхности. Наименьшее значение твердости ($\text{HV} = 2240$ МПа) – вблизи зуба шлицевой поверхности. В дальнейшем полученные результаты используем для расчета НДС.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрен перспективный процесс изготовления внутренних шлицевых поверхностей в глухих отверстиях методом ХПД.
2. Показана целесообразность изучения механики процесса формирования внутренних шлицевых поверхностей в глухих отверстиях.
3. Предложены различные схемы формирования внутренних шлицевых поверхностей в глухих отверстиях с целью определения наиболее благоприятной с точки зрения деформирования заготовки без разрушения.
4. Получены исходные данные для расчета НДС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кацев П.Г. *Обработка протягиванием: Справочник*. – М.: Машиностроение, 1986. – 272 с.: ил. – (Серия справочников для рабочих).
2. Кацев П.Г. *Протяжные работы: Учеб. пособие для обучения рабочих на пр-ве*. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 191 с., ил. – (Профтехобразование).
3. Пронкин Н.Ф. *Протягивание труднообрабатываемых материалов*. М., “Машиностроение”, 1978. 119 с. с ил.
4. Олифиренко М.И. *Прогрессивные процессы зубодолбления*. – К.: Тэхника, 1988. – 190 с.
5. Атрошенко А.П., Федоров В.И. *Горячая штамповка труднодеформируемых материалов*. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1979. – 287 с., ил.
6. Розенберг О.А., Траченко Б.П. *Формообразования шлицевых отверстий в трубных заготовках методом холодного пластического деформирования // Технология и организация производства*. – 1991. – № 2. С. 20 – 23.