

состояла из двух стальных оболочек, в зазоре между которыми размещались диски-образцы. Для регистрации остаточной деформации на торцевых поверхностях дисков наносили резанием круговые диски и запрессовывали медные проволочные датчики. Отклонение расчетных данных от экспериментальных составило: абсолютное $\Delta\epsilon = 0..4\%$, относительное $\Delta\epsilon/\epsilon_{100} = 0..8\%$. Потеря устойчивости трубы оценивалась отклонением от круглости круговых рисков, что дало относительную погрешность в расчетах деформации (3..8%). Таким образом, данная методика расчета параметров v_r , $\dot{\epsilon}$, ϵ может быть принята для оценки процесса деформирования труб при сварке и упрочнении взрывом.

Из условия сплошности материала до и после деформирования формула (1) примет вид

$$\epsilon_{\text{обобщ}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \ln \frac{R_{i0}}{\sqrt{R_{i0}^2 - R_{20}^2 + R_2^2}}$$

Из данной зависимости следует, что деформация по толщине трубы переменна, следовательно, переменны и механические свойства материала. Для оценки работоспособности материала в этом случае целесообразно ввести параметр — среднюю степень деформации материала трубы

$$\bar{\epsilon} = \frac{\int_{R_1}^{R_2} \ln \frac{R_0}{R} dR}{R_1 - R_2}$$

На рис. 2 показаны зависимости механических характеристик сталей 03ЖР (0,011% С), 20 и 45 от $\bar{\epsilon}$. Трубы деформировали зарядом из аммонита №6ЖВ. Интенсивное изменение характеристик происходит при степенях деформации $\bar{\epsilon} = 1..5\%$. Упрочняется ферритная матрица материала. Плотность дислокаций возрастает до 10^{11} см^{-2} . С увеличением $\bar{\epsilon}$ в ферритных зернах появляются двойники и зерна вытягиваются в радиальном направлении, образуя ферритные и перлитные радиальные и окружные строки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Радзивончик В.Ф. Скоростное пластическое деформирование металлов. — Харьков, 1967.

УДК 621.7.044.2

В.И. БЕЛЯЕВ, д-р техн. наук, И.О. БАРЧУК,
В.Б. КРАВЦОВ, И.Н. ГОРБАЧ (БПИ)

СВАРКА МЕТАЛЛОВ В ХОЛОДНОМ СОСТОЯНИИ

Одним из новых технологических направлений машиностроения является холодная сдвиговая сварка. Теоретически обосновано и экспериментально доказано, что образование сварного соединения в твердофазном состоянии про-

исходит в результате химических реакций между контактируемыми поверхностями. При этом образуются участки с очень прочной связью независимо от того, какие материалы свариваются – однородные или разнородные. Разрушение происходит не по зоне соединения, а по менее прочным участкам.

Существующие методы сварки сталей в твердофазном состоянии основаны либо на частичном оплавлении контактирующей поверхности, либо на большой степени деформации свариваемых участков. Оплавление, а также деформирование сопровождаются изменением формы и размеров заготовок. Кроме того, при нагреве части заготовки до температур 1000...1200 °С с последующим их охлаждением происходит изменение структуры и свойств материалов, а следовательно, потеря равнопрочности. При сталях с содержанием углерода 0,35 % (по массе) и более возможно образование трещин и коробление. Закалка отдельных участков детали затрудняет последующую механическую обработку инструментом из быстрорежущих сталей.

Сварка металлов в холодном состоянии возможна при получении высокого давления между двумя коническими поверхностями, превышающего предел текучести материалов. Деформация от высоких давлений неравномерно распределяется по образующим конуса. Кроме того, высокие давления и пластическая деформация тонких слоев вызывают остаточные напряжения I рода, равные σ_T материала, что отрицательно сказывается на прочностных характеристиках детали. С помощью локального нагрева после сварки достигается релаксация напряжений и увеличение прочности сварного соединения.

Многочисленные микроструктурные исследования показывают, что глубина реакционной зоны (толщина деформируемого слоя) сравнительно невелика и находится в пределах 0,005 ... 0,15 мм. Увеличение толщины слоя за счет диффузионных процессов не вызывает повышения прочности соединения. Толщину слоя можно регулировать изменением угла конуса α (рис. 1, а, б), так как принципиальная схема сварки представляет запрессов-

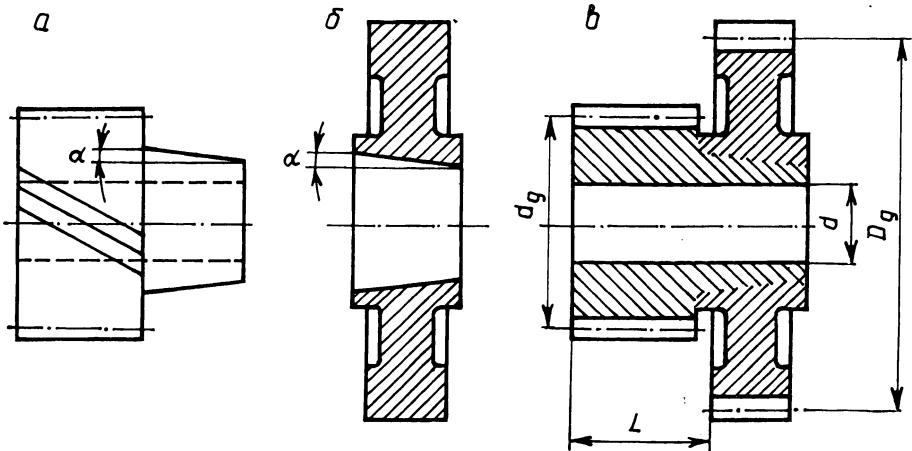


Рис. 1. Схема получения блока шестерен методом холодной сварки:

а – косозубая шестерня; б – заготовка прямозубой шестерни; в – соединение косозубой шестерни с заготовкой способом холодной сварки и последующая нарезка зубьев прямозубой шестерни

ку конической заготовки в коническое отверстие другой заготовки. Значения углов находятся в пределах $0,5...10^\circ$. С увеличением угла конуса возрастает толщина деформируемого слоя. Угол конуса выбирается в зависимости от формы детали и размеров образующей конуса.

Холодная сварка металлов и сплавов является одним из перспективных направлений при изготовлении сложных по форме деталей и конструкций из простых элементов (на рис. 1, а, б). Преимущество этого направления заключается в том, что предварительно обработанные элементы соединяются холодной сваркой без изменения формы и размеров заготовок (на рис.1, в - d, d_d, D_d и L).

Так как деформированию подвергаются тонкие контактирующие слои, холодная сварка позволяет экономить металл за счет изготовления отдельных элементов из заготовок различного диаметра, увеличивать производительность работ путем уменьшения объема снимаемого металла, повышать качество деталей за счет применения различных материалов с учетом условий нагружения отдельных участков. Сварка в холодном состоянии обеспечивает ремонтоспособность деталей, так как позволяет изменять площадь свариваемых участков и способствует увеличению точности изготовления сложных деталей введением окончательной обработки при постоянной базовой поверхности (рис. 1) диаметром d (для случаев, когда каждый элемент обрабатывается на различных станках, а при соединении погрешности двух деталей выходят за пределы допуска).

При холодной сварке не требуется специального оборудования, реализуется возможность механизации и автоматизации операций, не предъявляются высокие требования к шероховатости поверхности (достаточно чистой обработки резцом) и точности изготовления заготовок. Снижение остаточных напряжений и повышение точности соединения достигаются за счет применения специальной кондукторной оснастки.

Сварка сталей в холодном состоянии, основанная на химической реакции контактирующих поверхностей, позволяет получать соединения обработанных заготовок за счет деформирования тонких контактирующих слоев и может применяться в сочетании с традиционной обработкой резанием в различных отраслях машино- и приборостроения.

УДК 621.771.2

Л.А. БАРКОВ, д-р техн. наук,
С.А. МЫРИН, канд. техн. наук (ЧПИ)

ТЕХНОЛОГИЯ И СТАНЫ ДЛЯ ПРОКАТКИ ПРУТКОВ И КАТАНКИ ИЗ МАЛОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одним из новых эффективных способов получения прутков, катанки и фасонных профилей из малопластичных металлов и сплавов, например, на основе вольфрама, молибдена, хрома, никеля и других металлов, является способ прокатки четырехсторонним обжатием (ПЧО).