

УДК 621.791.14

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ
СВАРКИ ТРЕНИЕМ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ

А.В. Дикарев (ВГАУ имени им. Петра I)

Восстановление рабочих органов сельскохозяйственных и лесных машин (в частности, дисков борон) требует внедрения новых технологий восстановления изношенной части и геометрических параметров в целом. Из существующего множества сварочных технологий, применяемых при восстановлении геометрических параметров рабочих органов, одним из перспективных направлений является приварка режущей части сваркой трением, в частности процесс сварки трением тонкостенных деталей, к которым относятся диски.

Сварка трением является разновидностью сварки давлением, при которой неразъемное соединение образуется в твердой фазе в результате совместной пластической деформации свариваемых металлов. От других видов сварки давлением она отличается только источником нагрева.

Первые публикации по сварке трением дали толчок к началу успешных работ этого направления в ряде стран Западной Европы и США. Тем не менее, ВНИИЭСО (вместе со своим «наследником» – Институтом сварки России) остался автором и ведущей организацией по сварке металлов трением [1].

Суть процесса сводится к тому, что поджатые усилием торцы двух свариваемых деталей приводятся в относительное движение. В результате работы сил трения в тонких приповерхностных слоях деталей генерируется тепло, количества которого достаточно для нагрева металла до пластического состояния. После прекращения относительного движения под действием приложенного усилия происходит образование сварного соединения при совместной пластической деформации приконтактных объемов металла.

При подготовке к сварке трением, состояние контактных поверхностей свариваемых заготовок влияет на качество сварных соединений в значительно меньшей степени, чем при других способах сварки давлением.

Поверхности могут быть получены резкой ножницами, дисковой пилой и даже газопламенной резкой. Влияние неровностей можно уменьшить притиркой или дополнительным временем нагрева. Непараллельность контактных поверхностей может достигать 5 ... 7° без заметного влияния на качество. Не-

большие очаги коррозии, грязь, масло, краска и другие загрязнения на контактных поверхностях в процессе сварки трением удаляются на стадии нагрева. Исключение составляют ржавчина, а также окалина, образованная при прокатке, ковке или горячей объемной штамповке.

В простейшем случае трением сваривают по торцу круглые детали сплошного и трубчатого сечения. В процессе сварки их вращают относительно друг друга и сжимают осевой силой.

Для сварки трением деталей некруглого сечения может быть использована орбитальная сварка, при которой две свариваемые детали, поджатые осевым усилием, синхронно вращаются в одну сторону, а оси вращения деталей смещены на величину эксцентриситета. При этом каждая точка контакта описывает окружность с радиусом, равным эксцентриситету. Процесс нагрева прекращается совмещением осей вращения деталей.

Технологические исследования, проведенные ВНИИЭСО, показали, что сварка трением однородных металлов одинакового сечения не требует применения специальных технологических приемов и позволяет получать соединения, не отличающиеся по своим характеристикам от основного металла. Выбор скорости относительного вращения определяется диаметром детали и материалом. Для большинства металлов оптимальная линейная скорость вращения составляет примерно 1,5 ... 0,8 м/с, давление нагрева – от 2 до 5 кгс/мм² [2], а давление проковки для малоуглеродистых, низколегированных сталей и также для цветных металлов вдвое превышает давление нагрева.

При сварке трением достигается относительно равномерный нагрев. Этому способствуют два фактора: выравнивание температуры за счёт теплоотдачи в плоскости нагреваемых торцов и, что, по-видимому, имеет главное значение, выравнивание интенсивности источника тепла в результате саморегулирования процесса тепловыделения при трении.

Саморегулирование связано с уменьшением коэффициента трения при увеличении скорости скольжения и температуры, во всяком случае, выше некоторой.

Высокие значения коэффициента трения соответствуют режиму трения с глубинным вырыванием, а низкие – режиму полирования. Последнее указывает на вероятность достижения в отдельных точках на трущихся поверхностях температуры плавления металла и перехода к полужидкому трению.

Для того чтобы процесс саморегулирования нагрева при трении шёл с практически необходимой быстротой, следует применять достаточно большое удельное давление. На рисунке 1 показано изменение в процессе нагрева труб из стали 45 размером 160×20 мм, отношения минимальной температуры к максимальной для двух точек, расположенных на наружной и внутренней поверхностях не вращающейся трубы, на расстоянии 2 мм от её торца. В начальный момент, $T_{min} = T_{max} \approx 20^\circ \text{C}$ и $T_{min}/T_{max} = 1$.

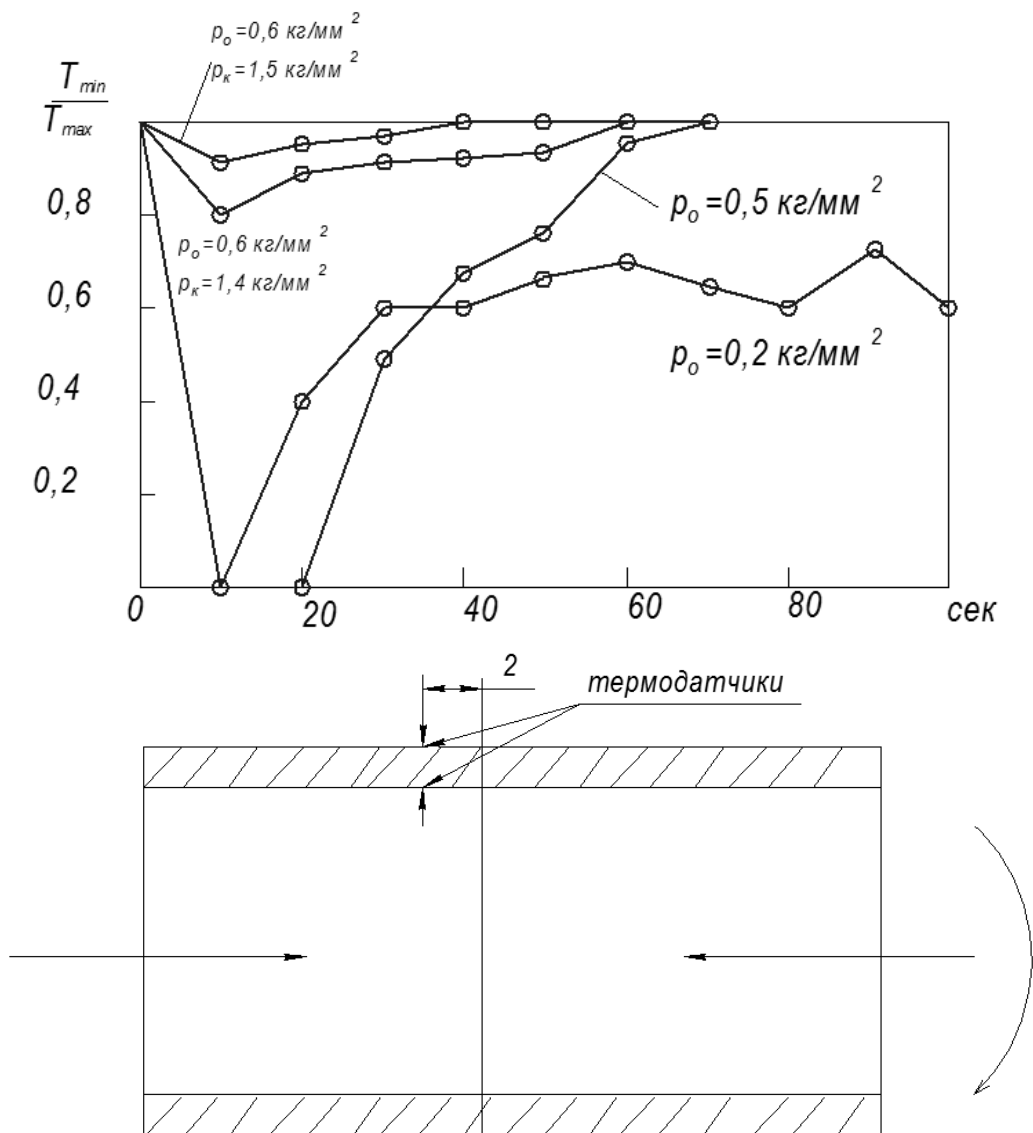


Рисунок 1 – Изменение отношения T_{min}/T_{max} в процессе нагрева трением труб из стали 45 размером 160×20 мм [3] на их наружной и внутренней поверхностях

В силу неизбежной не параллельности торцов и непостоянной интенсивности источников тепла в начальной стадии процесса появляется значительная

неравномерность нагрева, тем большая и тем более длительная, чем меньше удельное давление.

Так, при $p_o = 0,2$ кг/мм² даже через 100 сек не достигается выравнивания температуры. Однако при переменном давлении ($p_o = 0,6$ кг/мм²; $p_k = 1,4 \dots 2,4$ кг/мм²) уже через 40 ... 50 сек температура практически полностью выравнивается ($T_{min}/T_{max} = 1$). Явно выраженное влияние удельного давления на условия выравнивания температуры подтверждает большую роль саморегулирования при сварке трением. Если бы главное значение имела теплоотдача по торцу, то характер кривой $T_{min}/T_{max} = f(t)$ не зависел бы от удельного давления.

Анализируя выше изложенные данные, есть основание рассматривать нагрев при сварке трением тонкостенных деталей как линейный процесс распространения тепла плоского источника одинаковой интенсивности по всему сечению. Это даёт основание рекомендовать использование сварки трением для приварки рабочей части дисковых рабочих органов сельскохозяйственных и лесных машин при восстановлении их геометрических параметров в процессе ремонта.

Библиографический список

- 1 Виль, В. И. Сварка металлов трением / В. И. Виль – Л. : Машиностроение, 1970. – 175 с.
- 2 Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х томах / Редкол. : Г. А. Николаев (пред.) и др. М. : Машиностроение, 1978. – 504 с.
- 3 Гельман, А.С. Основы сварки давлением / А.С. Гельман М. : «Машиностроение» 1970. – 312 с.