

Введение Ультразвуковая сварка (УЗС) – метод получения твердофазных соединений металлов, который осуществляется путем приложения высокочастотных сдвиговых колебаний к соединяемым листам при одновременном воздействии сжимающего усилия. Состояние поверхностей свариваемых заготовок влияет на условия трения, разогрев в области контакта, а, следовательно, и на качество соединений. Например, с увеличением параметра шероховатости поверхностей уменьшается площадь физического контакта между ними, что препятствует образованию соединения при УЗС. С другой стороны, с увеличением параметра шероховатости увеличивается коэффициент трения, температура на поверхности контакта, ускоряется развитие диффузионных процессов, что сокращает время формирования соединения и способствует повышению его качества.

Цель работы - оценить влияние шероховатости поверхности и присутствия естественной оксидной пленки на качество соединений листов меди, полученных УЗС.

Лист меди М1 (99,90% Cu) толщиной 0,8 мм.
Средний размер зерен 10 ± 2 мкм (P=95%)
HV=850±60 МПа

Материал и методики исследований

Из листов вырезали пластины размерами 50 мм×20 мм×0,8 мм.
Поверхность пластин обрабатывали тремя способами:

Состояние	Вид обработки		Ra, мкм
I	Без шлифовки	Промывка спиртом и ацетоном	0,2
II	Тонкая шлифовка (P 1200)		0,2
III	Грубая шлифовка (P 240)		0,4

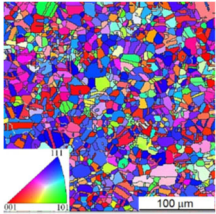
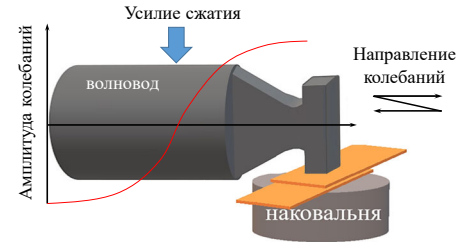
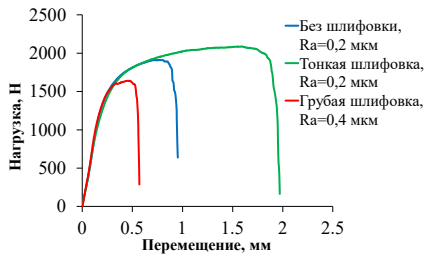


Схема и режимы УЗС

Частота 20 кГц, амплитуда 17-20 мкм
Усилие сжатия – 2,5 кН, время сварки - 2 с

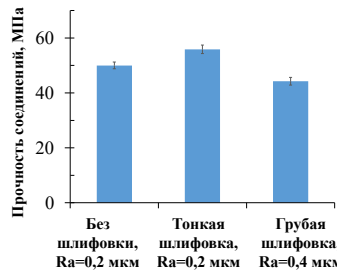


Типичные кривые “нагрузка – перемещение”

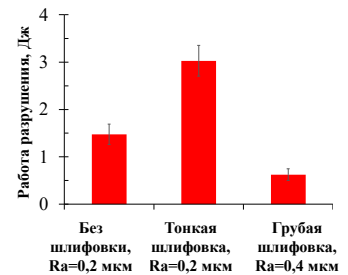


Прочность соединений

Влияние состояния поверхности на прочность соединений



Влияние состояния поверхности на работу разрушения

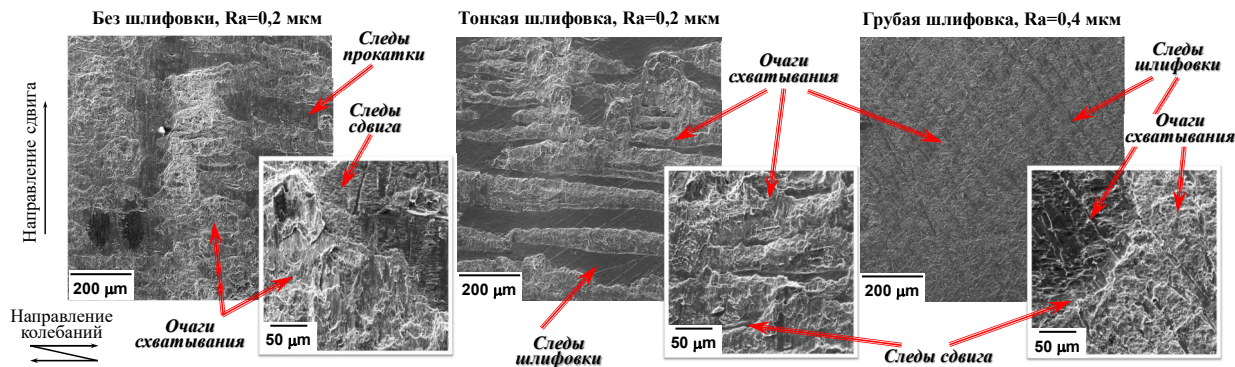


Состояние поверхности листов оказало наиболее значительное влияние на работу разрушения соединений, полученных ультразвуковой сваркой

Результаты фрактографических исследований

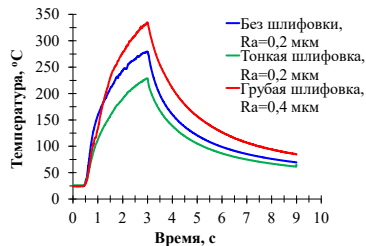
На поверхностях разрушения присутствовали очаги схватывания с развитым ячеистым рельефом, следы сдвига, параллельные направлению колебаний, и следы шлифовки или прокатки.

Наибольшую долю площади, до 79%, очаги схватывания занимали на поверхностях разрушения образцов с шероховатостью поверхности Ra=0,4 мкм. Площадь очагов схватывания слабо зависела от присутствия оксидного слоя, и для образцов с шероховатостью поверхности Ra=0,2 мкм ее доля составляла около 55 и 58%.



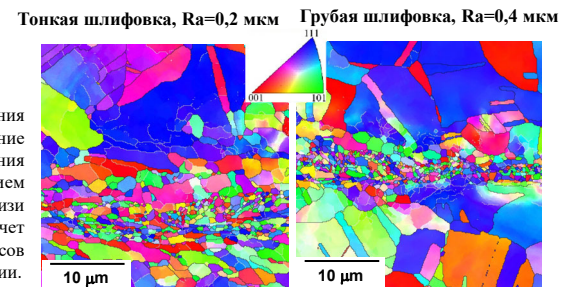
Температура в центре сварной точки

Наиболее высокая температура, 280°C, зафиксирована при УЗС грубо отшлифованных пластин, наиболее низкая – 190°C – при сварке пластин после тонкой шлифовки, что обусловлено линейным ростом коэффициента трения с увеличением шероховатости поверхности. Присутствие оксидного слоя на поверхности пластин привело к повышению температуры в зоне сварки со 190 до 240°C.



Независимо от состояния поверхности, формирование сварного соединения сопровождалось измельчением микроструктуры вблизи поверхности соединения за счет развития процессов динамической рекристаллизации.

Микроструктура соединений



Заключение

Результаты выполненного исследования показали, что состояние поверхности листов меди оказывает влияние на температуру в зоне соединения, на расположение и площадь очагов схватывания, образующихся в процессе УЗС, и на их способность сопротивляться разрушению.

- При одном и том же значении шероховатости поверхностей листов меди Ra=0,2 мкм, наличие оксидной пленки снижало прочность соединений на ~10% и работу разрушения – в 2 раза. Увеличение параметра Ra от 0,2 (тонкая шлифовка) до 0,4 мкм (грубая шлифовка) приводило к снижению прочности соединений листов меди на 20% и работы разрушения – в 5 раз.
- С увеличением параметра Ra от 0,2 (тонкая шлифовка) до 0,4 мкм (грубая шлифовка) температура в зоне соединения повышалась от 190 до 280°C.
- Обнаруженное изменение температуры не оказало значимого влияния на микроструктуру в зоне соединения листов меди.