

## **ВНУТРЕННИЕ И ВНЕШНИЕ ДЕФЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ СВАРКЕ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ**

*Сундетов Марат Хабденович, старший преподаватель,  
кафедры материаловедения и технологии сварки  
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»*

*Россия, г. Астрахань*

*Айт.мухамедов Амир Сабитович, студент 3-го курса  
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,*

*Россия, г. Астрахань*

*Курпибаев Закир Узахбаевич, студент 3-го курса  
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,*

*Россия, г. Астрахань*

В настоящее время сварка трением с перемешиванием стремительно развивается в таких сферах как судостроение, вагоностроении, автомобильной промышленности, а также при изготовлении авиационной и космической техники.

Данный метод сварки основан на доведении металла до пластического состояния, в результате перемешивания под действием сил трения в объеме ограниченным рабочим инструментом и подкладкой (рис. 1).



**Рисунок 1. Принципиальная схема СТП**

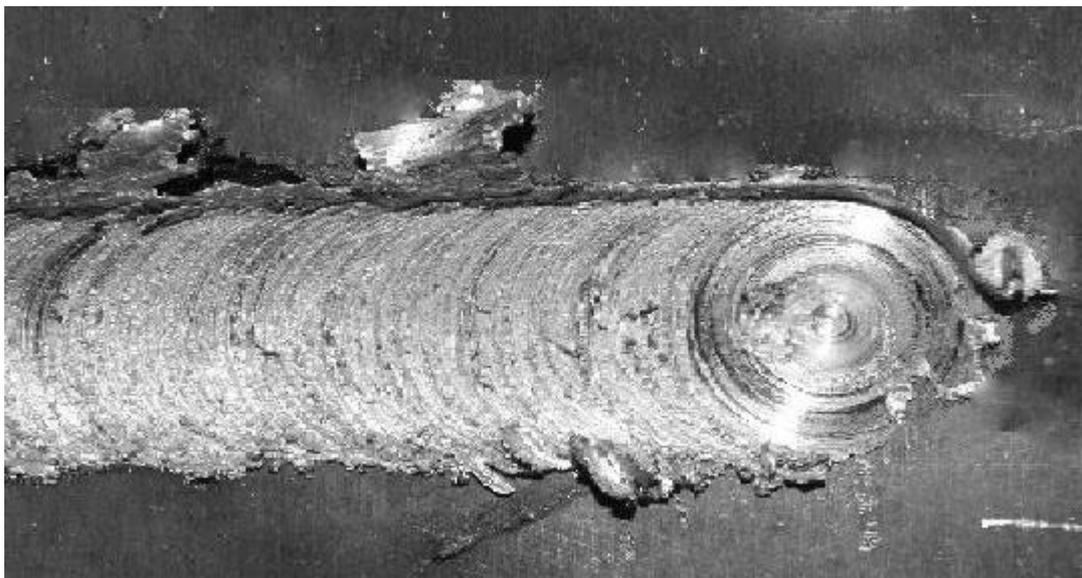
Как и в других способах сварки получить бездефектные сварные соединения при СТП удастся лишь при определенных режимах процесса.

Целью настоящего обзора является описание существующих внутренних и внешних дефектов возникающих при СТП.

На качество формирования шва при СТП влияют такие факторы как размер и конфигурация рабочих поверхностей бурта и наконечника инструмента, усилия прижатия инструмента к поверхностям листов и глубины его погружения в свариваемый металл, частоты вращения инструмента и скорости сварки [3].

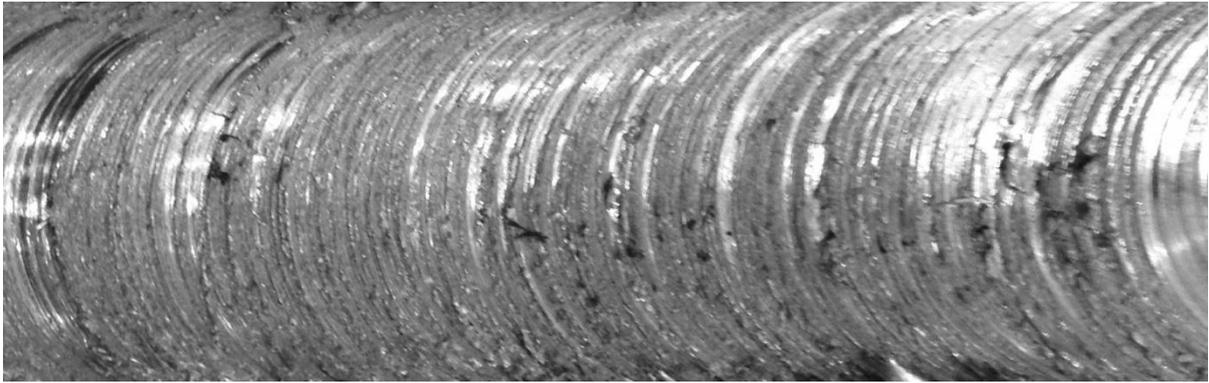
При нарушении требований к сборке и подготовке поверхности, выбору инструмента, а также режимов сварки и технологии возникают следующие дефекты сварных соединений [1].

Дефект в виде *грата* при СТП возникает в результате отклонения от прямолинейности на свариваемых металлических пластинах (рис. 2).



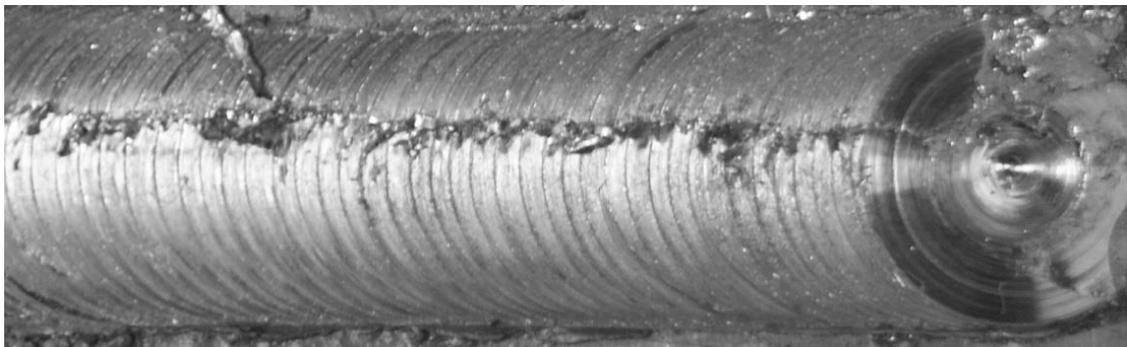
**Рисунок 2. Дефект типа «гат»**

Дефект типа *надрыв* на лицевой поверхности шва возникает в результате чрезмерного заглублиения инструмента, что приводит к перегреву металла (рис. 3).



***Рисунок 3. Дефект «надрыв»***

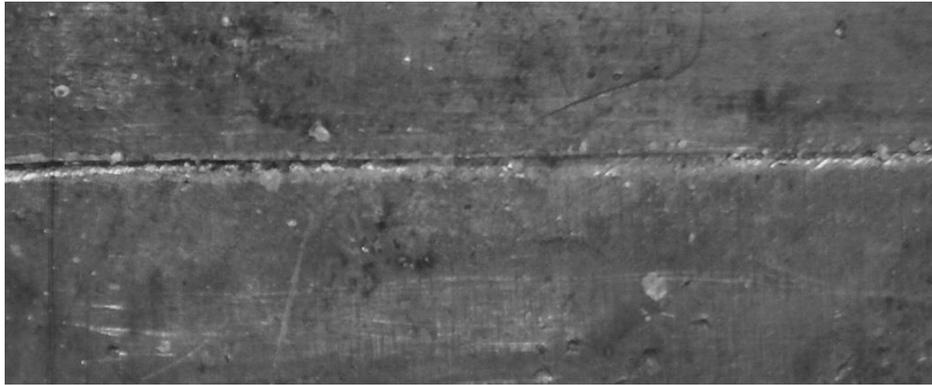
Дефект – *несплавление*, возникает в результате смещения оси инструмента от стыка кромок соединяемых металлов (рис. 4).



***Рисунок 4. Дефект типа «несплавление»***

Дефект – *непровар* корня шва при СТП может возникнуть по нескольким причинам (рис. 7):

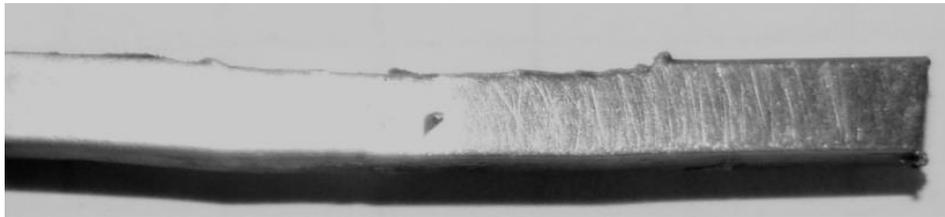
- высокая скорость перемещения электрода;
- недостаточный сварочный ток;
- перекося свариваемых кромок;
- малый зазор между кромками;
- попадание шлака в зазоры между кромками;
- отклонение от прямолинейности свариваемых кромок [1].



***Рисунок 7. Дефект «непровар корня шва»***

Последняя причина достаточно серьезно влияет на качество сварного шва: из-за неровности свариваемых поверхностей в зоне термомеханического влияния имеет место быть недостаточное механическое перемешивание, которое, в свою очередь, ведет к несплошности материала [1].

Дефект типа – *полость* и *несплошность* возникает в результате недостаточной пластификации требуемого объема металла и нарушения непрерывности потока, перемешивающихся металлов (рис. 5).



***Рисунок 5. Дефект типа «полость»***

Дефект – *инородные включения* при СТП наблюдаются, во-первых, вследствие включения металла изношенного инструмента, когда на поверхности инструмента образуется трибологический слой в результате диффузионного взаимодействия свариваемого материала и материала инструмента. Во-вторых, за счет включения вольфрамовых частиц, образованные при дополнительном фиксировании свариваемых пластин аргонодуговой сваркой. И в третьих в результате включения металла подложки, которые образуются при непосредственном контакте СТП инструмента и металла подложки [2] (рис. 6).



***Рисунок 6. Инородные включения от подложки в корне шва при СТП  
разнородных металлов***

В настоящее время СТП является технологически сложным процессом, требующим оптимального сочетания множества параметров и соблюдения условий к сборке перед сваркой. В результате проведенных исследований, специалистами разных стран, достигнуто понимание зависимости влияния технологических параметров на качественное формирование соединений, разработаны различные конструкции инструмента, сформулированы требования к сборке деталей. Соблюдение всего этого позволяет получить бездефектное соединение.

#### **Список литературы:**

1. Анализ дефектов, возникающих при сварке трением с перемешиванием / Е.В. Кривонос, И.К. Черных, Е.Н. Матузко, Е.В. Васильев // Омский научный вестник. – 2017. – № 2. – С. 24-27.
2. Анализ инородных включений при сварке трением с перемешиванием [Электронный ресурс] = Analysis of foreign inclusions in friction stir welds / В. Е. Рубцов, С. Ю. Тарасов, Е. А. Колубаев // Современные проблемы науки и образования: научный журнал. – 2014. – № 5. – [6 с.]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/pdf/2014/5/720.pdf>
3. Влияние параметров процесса сварки трением с перемешиванием на формирование швов соединений алюминиевых сплавов толщиной 1,8...2,5 мм / А.Г. Покляцкий, А.Я. Ищенко, С.В. Подъяельников // Автоматическая сварка. – 2008. – № 10 (666). – С. 27-30.