

**Важнейшие научные результаты  
Лаборатории «Современные методы сварки»**

**1. Твердофазная сварка жаропрочных сплавов и интерметаллидов на основе никеля**

- 1) На различных жаропрочных никелевых сплавах показана возможность получения качественных соединений посредством твердофазной сварки с использованием сверхпластической деформации.
- 2) Установлено, что для формирования твердофазного соединения достаточно, чтобы хотя бы в одном из соединяемых материалов был реализован эффект сверхпластичности.
- 3) В результате термической обработки происходит упрочнение зоны твердофазного соединения, что приводит к повышению предела ее прочности до уровня менее прочного из соединяемых материалов.

***Преимущества твердофазной сварки с использованием сверхпластической деформации:***

Однородность структуры в зоне твердофазного соединения.

Отсутствие температурных градиентов.

Высокие механические свойства соединения (на уровне свойств основного материала).

**2. Влияние химического и фазового состава на микроструктуру и свойства твердофазных соединений из сплавов и интерметаллидов на основе никеля**

- 1) Показано, что качественное соединение, разрушение которого происходит вне зоны соединения, достигается при сварке сплавов, имеющих идентичный фазовый состав. При сварке сплавов с разным фазовым составом возникают сложности в подстройке кристаллических соединяемых материалов, что приводит к разрушению по зоне твердофазного соединения.

ЭП741НП ( $\gamma + \gamma$ )

//

ВКНА-25 ( $\gamma + \gamma$ )

ЭК79 ( $\gamma + \gamma$ )

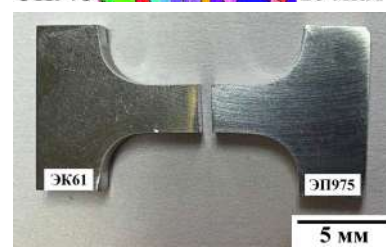
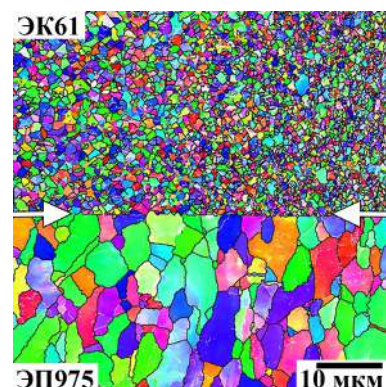
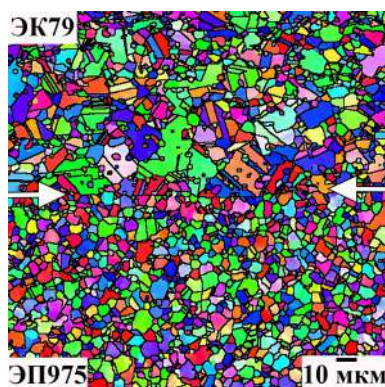
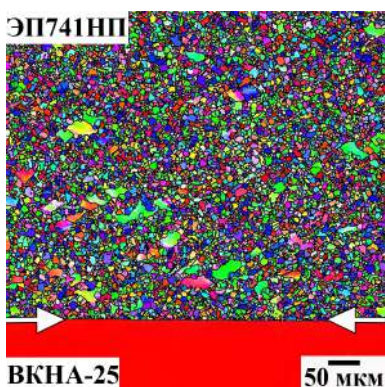
//

ЭП975 ( $\gamma + \gamma$ )

ЭК61 ( $\gamma + \delta$ )

//

ЭП975 ( $\gamma + \gamma$ )

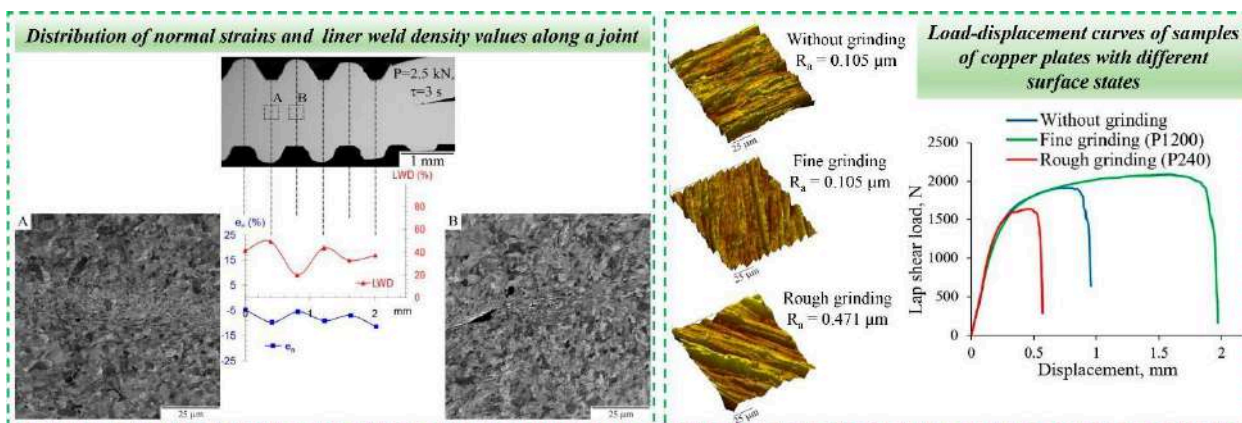


### Результаты отражены в публикациях

1. Galieva E.V., Klassman E.Yu., Valitov V.A., Gabbasov R.R., Tagirova A.A., Stepukhov E.M. Microstructure and strength of solid-state joints of dissimilar nickel-based alloys // Letters on Materials. – 2024. – Vol. 14, № 4. – P. 453–459. <https://doi.org/10.48612/letters/2024-4-453-459>.
2. Gabbasov R.R., Tagirova A.A., Galieva E.V., Valitov V.A. Formation of solid-state joints of dissimilar alloys based on Ni and Ni<sub>3</sub>Al // Letters on Materials. 2024. Vol. 14, № 4. P. 475–481. <https://doi.org/10.48612/letters/2024-4-475-481>.
3. Gabbasov R.R., Galieva E.V., Klassman E.Yu., Valitov V.A. Effect of pressure welding temperature on the microstructure and mechanical properties of solid-state joints of wrought nickel-based EK79 and EP975 superalloys // Letters on materials. 2024. T.14. №2. C.155-160. <https://doi.org/10.48612/letters/2024-2-155-160>.

### 3. Ультразвуковая сварка меди (УЗС)

- 1) Установлена корреляция между распределением линейной плотности соединений и нормальной деформации образцов, вызванных внедрением инструмента в ходе УЗС пластин меди. Обоснована необходимость разработки принципов выбора условий УЗС и рельефа поверхности сварочного инструмента для соединения пластин разной толщины, что позволит обеспечить более равномерное распределение деформаций в зоне соединения.
- 2) Обнаружено, что состояние поверхности медных листов существенно влияет на температуру в зоне соединения, площадь очагов схватывания, образующихся в процессе УЗС, и их способность сопротивляться разрушению.



Работы выполняются с коллегами из других подразделений ИПСМ РАН (д.ф.-м.н. Назаров А.А., к.т.н. Мурзинова М.А., к.ф.-м.н. Мухаметгалина А.А.)

### Результаты отражены в публикациях

1. Murzinova M.A., Shayakhmetova E.R., Mukhametgalina A.A., Sarkeeva A.A., Nazarov A.A. Local plastic deformation and Quality of Cu-Cu joints obtained by ultrasonic welding. Metals. 2023. V.13. 1661. <https://doi.org/10.3390/met13101661>
2. Mukhametgalina A.A., Shayakhmetova E.R., Murzinova M.A., Nazarov A.A., Sarkeeva A.A. Effect of surface state on the quality of copper joints produced by ultrasonic welding. Letters on Materials. 2024. 14(3), P.190-197. <https://doi.org/10.48612/letters/2024-3-190-197>