II МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР
КРАСНОЯРСК
30 июля 2021

ADVANCES in Materials Science

ДНИТ Красноярский ДОМ НАУКИ И ТЕХНИКИ

«AMS-II 2021: Достижения в материаловедении»

«Получение полиметаллических градиентных изделий на основе меди и никеля методом проволочной электронно-лучевой аддитивной технологии»

Гусарова А.В., Чумаевский А.В., Гурьянов .Д.А. и др.

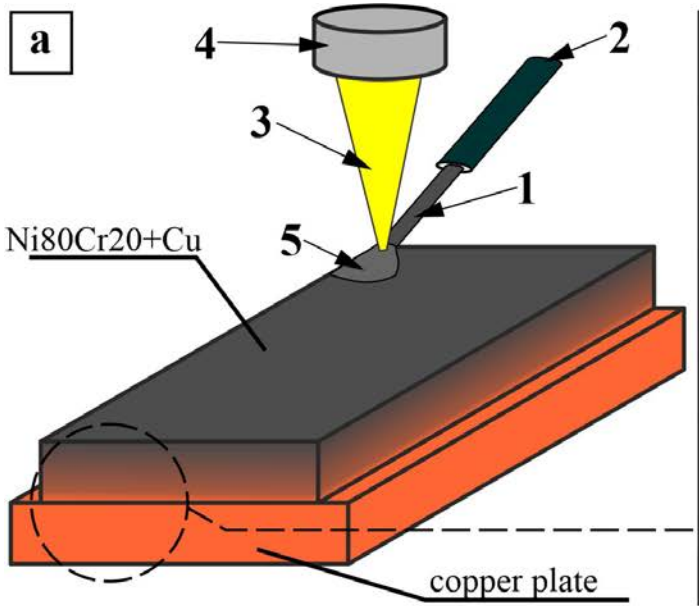
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

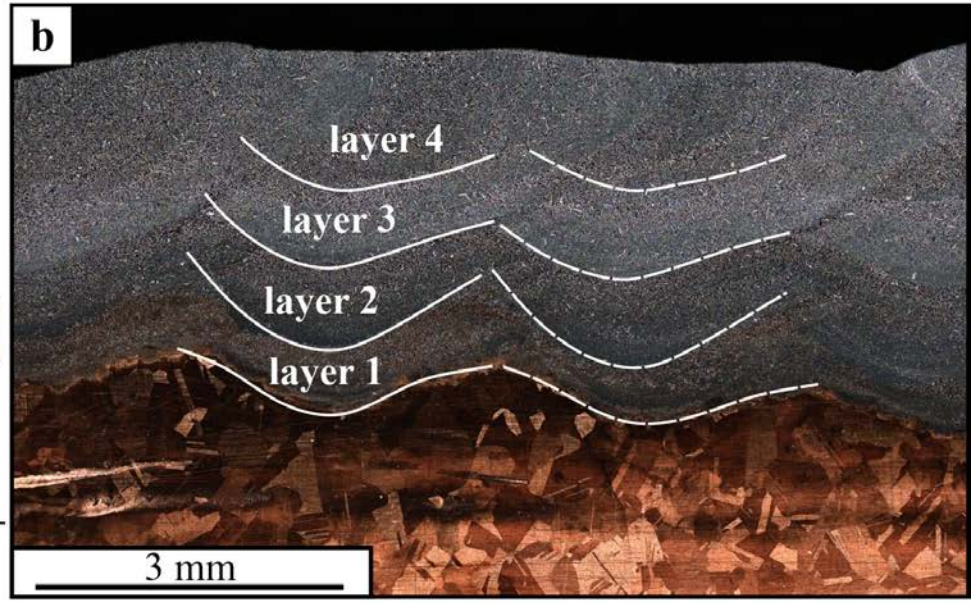
Введение

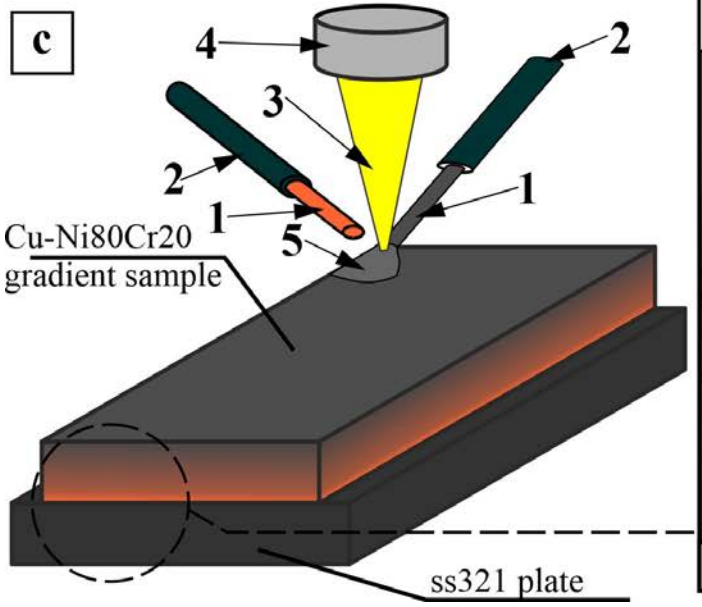
Актуальность

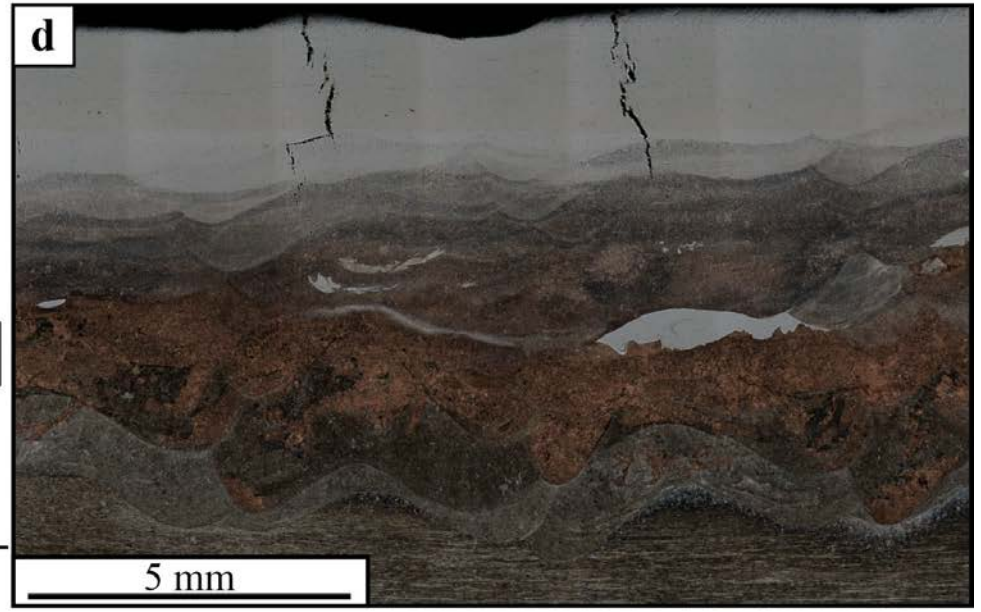
- **Для получения изделий ракетно-космического назначения на настоящее время широко применяются жаропрочные никелевые сплавы, способные работать в условиях высоких температур длительное время, а также различные вкладыши из меди, обладающие высокой теплопроводностью и способные быстро отводить тепло из рабочей зоны.**
- **Совмещение в одном изделии свойств меди и никелевого сплава имеет перспективы повышения эксплуатационных свойств различных двигателей за счет снижения массы и повышения эффективности работы деталей рабочей зоны.**
- **В частности, такие детали могут применяться для изготовления различный деталей реактивного двигателя (например, сопла), путем печати целого изделия, в то время как современное изготовление таких деталей направлено на получение по отдельности жаропрочных никелевых деталей и медных вкладышей.**
- **Для получения деталей такого типа необходимо применение методов аддитивного производства, позволяющих формировать градиентный плавный переход от меди - к никелевому сплаву, с сохранением высокой прочности градиентной зоны.**
- **Исходя из вышеперечисленного, настоящая работа направлена на исследования по формированию градиентного переходного слоя из меди и никелевого сплава Ni80Cr20 методом аддитивной электронно-лучевой проволочной технологии.**

• Схема процесса печати и макроструктура полученных образцов







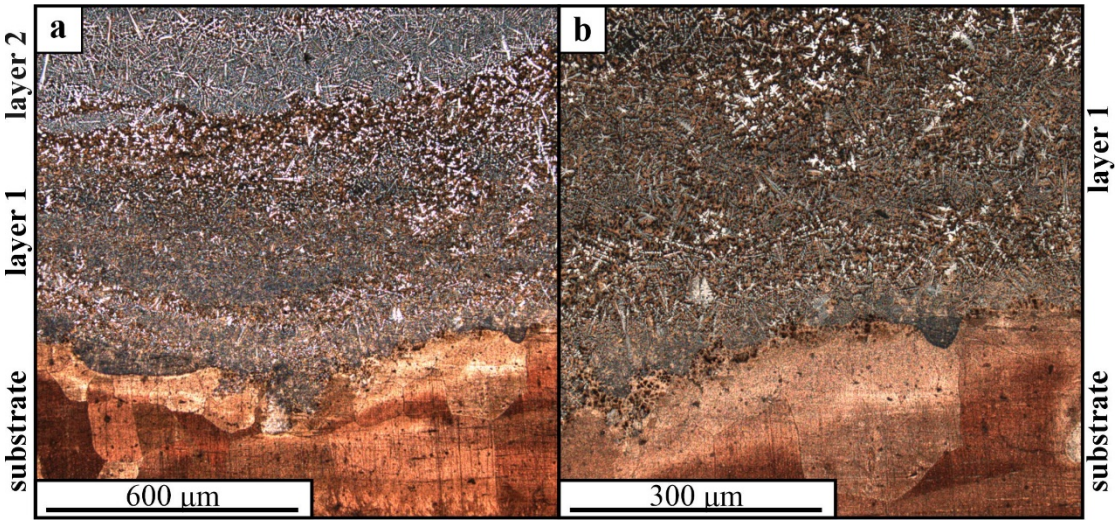


Образцы первого типа получали методом электронно-лучевой аддитивной технологии по схеме, представленной рисунке. Филамент 1, подаваемый в зону печати через сопло 2, расплавлялся электронным пучком 3 от источника 4 с образованием ванны расплава 5. Печать осуществляли таким образом, чтобы в процессе оплавления подложки и расплавления филамента происходило образование градиентного слоя на поверхности меди, представленного смесью никелевого сплава с медью. Наносили на поверхность от 4 до 5 слоёв никелевого филамента.

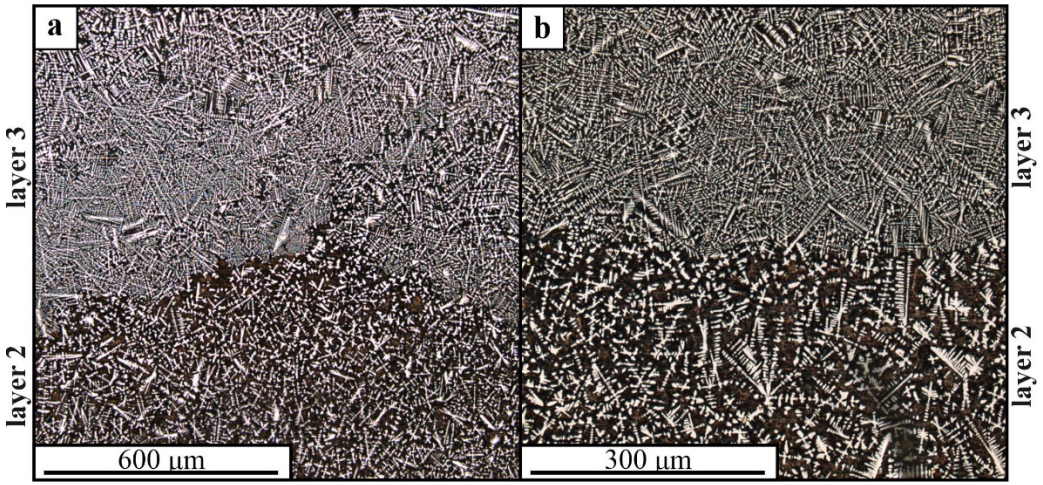
Образцы второго типа получали по схеме, представленной на рисунке 1,с. В данном случае в процессе печати на стальной подложке изначально наносили до 5 слоев чистой меди, а в дальнейшем до 10 слоёв с постепенным увеличением содержания никелевого сплава от второго податчика. Ближе к поверхности образцов наносились слои чисто никелевого филамента.

ADVANCES in Materials Science

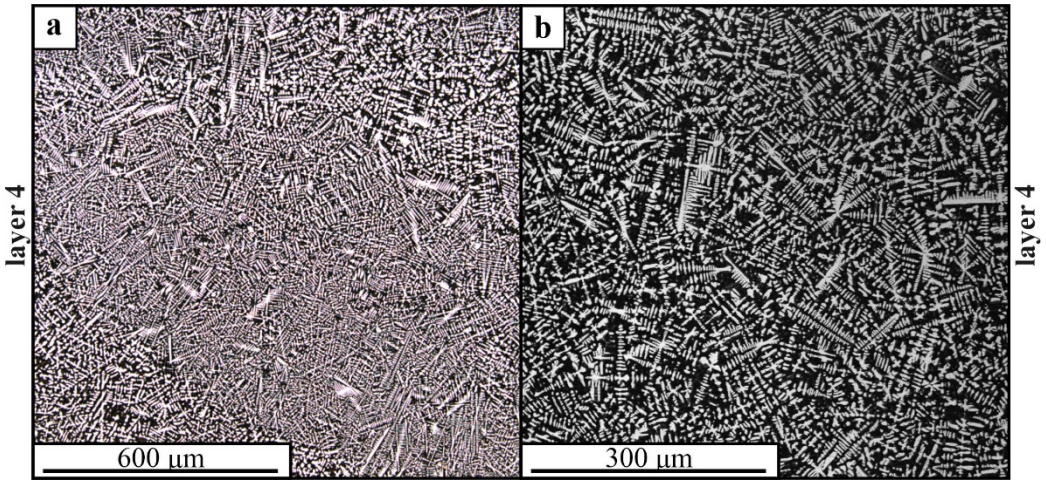
- Структура образцов первого типа



Структура на границе подложки и нанесенных слоёв

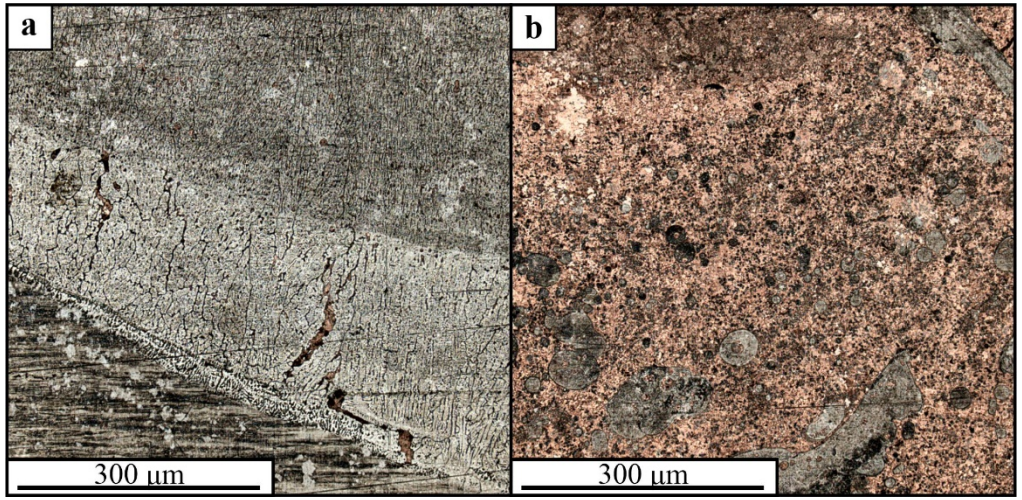


Структура в центральной части образца

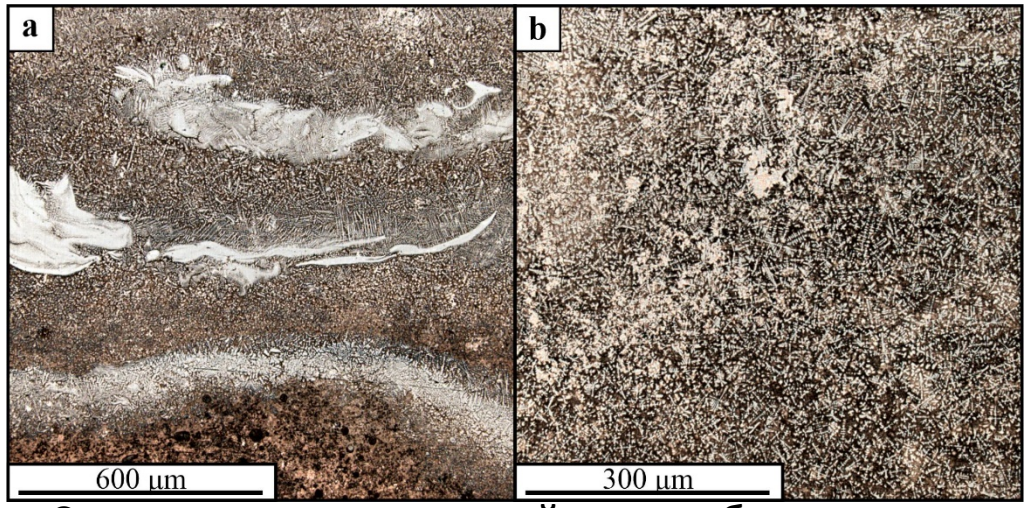


Структура в верхней части образца

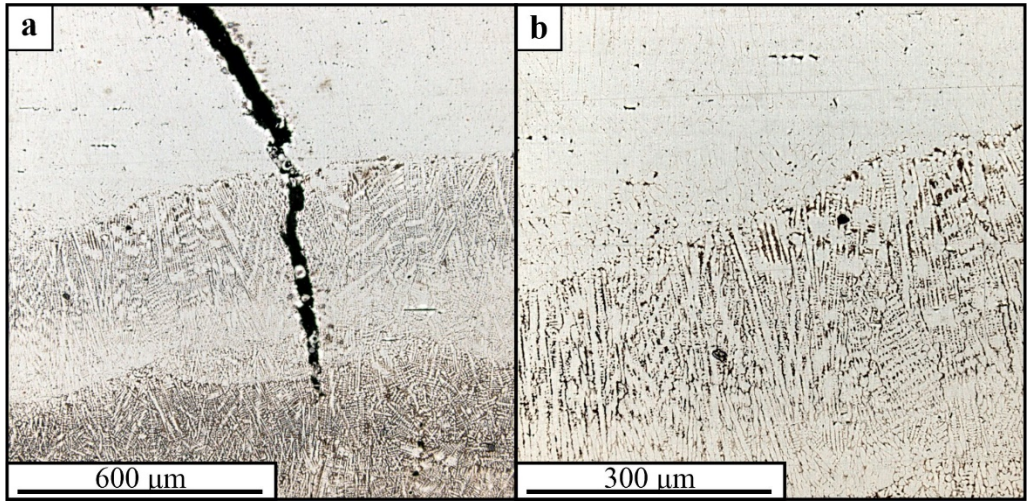
- Структура образцов второго типа



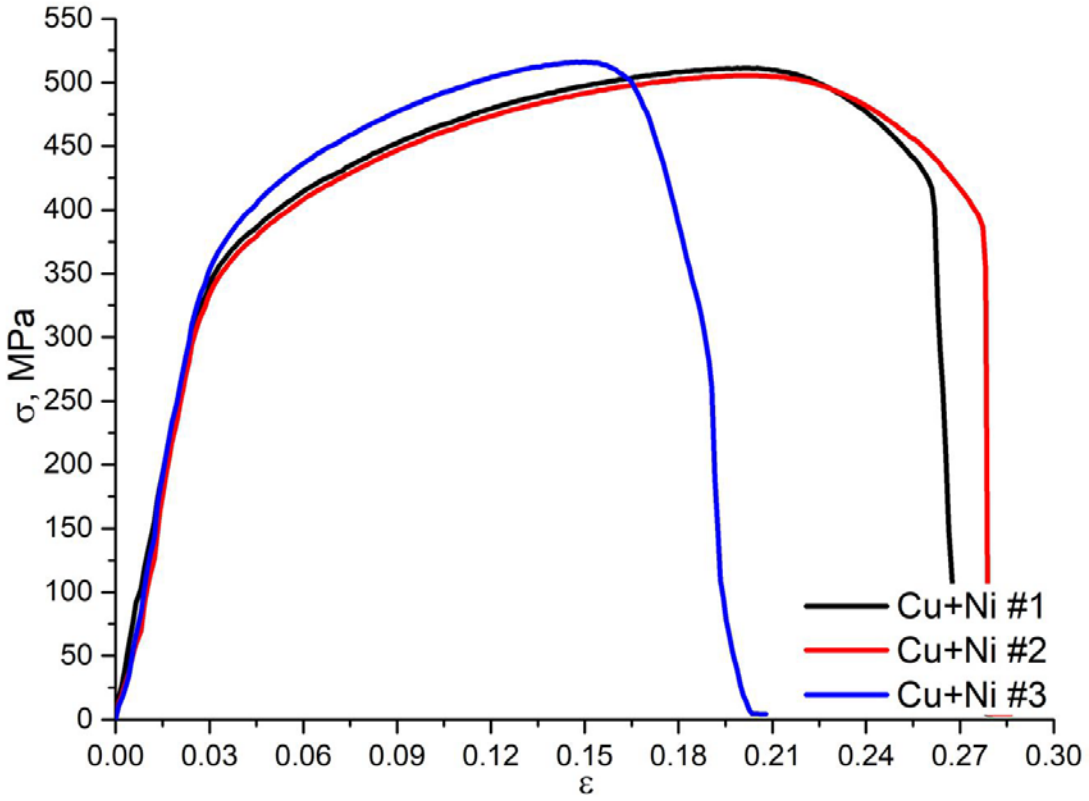
Структура на границе подложки и нанесенных слоёв меди



Структура в центральной части образца, зоне градиента от меди – к никелевому сплаву

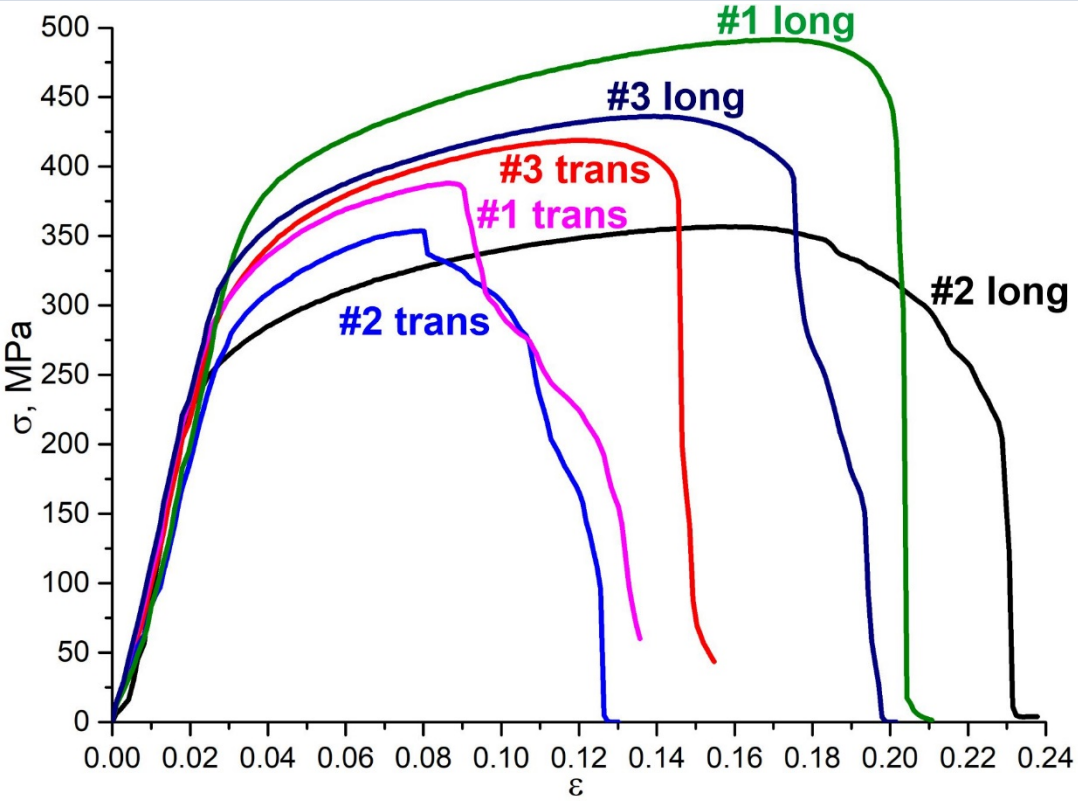


Структура в верхней части образца с преимущественно никелевой структурой



- Механические свойства образцов первого типа вдоль направления печати

- Механические свойства образцов второго типа вдоль и поперек направления печати



Выводы

- При формировании плавного перехода в образцах первого типа не наблюдается образования отслоений или растрескиваний в материале после печати, а формируемая структура представляется с достаточно высокими механическими свойствами в испытании на растяжение со средними значениями временного сопротивления более 510 МПа.
- В образцах второго типа механические свойства градиентной зоны только в максимальных значениях составляют до 491 МПа и демонстрируют тенденцию как к существенному разбросу значений, так и к различиям в прочности при испытании вдоль и поперек образца.
- Структура зоны никелевого сплава в данном случае демонстрирует тенденцию к образованию трещин различного структурно-масштабного уровня, обусловленных, предположительно, формируемыми напряжениями при остывании вследствие различных значений коэффициента линейного расширения меди, стали и никелевого сплава.
- Предположительно, более плавное строение зоны структурного градиента может обеспечить лучшие показатели по печатаемости биметаллических деталей такого типа и формирование бездефектной структуры в объеме изделий в целом.

Контакты

Гусарова А.В., Чумаевский А.В., Гурьянов Д.А. и др.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

E-mail: tch7av@gmail.com

II МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР
КРАСНОЯРСК
30 июля 2021

«AMS-II 2021: Достижения в материаловедении»