

## Отзыв

на автореферат диссертации Хайруллина Айнура Хагиповича  
«Особенности диффузия никеля и железа в меди»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 1.3.8 «Физика конденсированного состояния».

Работа А. Х. Хайруллина посвящена исследованию и сравнению зернограницной и объемной диффузии железа и никеля в меди. Взаимная диффузия этих элементов, помимо научного, имеет большое прикладное значение. Это связано с большим количеством пар трения бронзовые подшипники скольжения – стальной вал. Основным повреждением является задира с последующей интенсивной взаимной диффузией, приводящей к межкристаллитному разрушению трущихся тел.

Границы зерен, это, как правило, пути быстрого массопереноса в твердых поликристаллических телах. Кроме того, благодаря специфическим свойствам, присущим поверхностям раздела, границы зерен играют важную роль в формировании свойств поликристаллов. Это связано с такими явлениями как адсорбция, смачивание, ускоренное фазообразование. Считается, что зернограницная диффузия при невысоких температурах должны существенно опережать объемную диффузию. Однако, как это часто бывает, в практически важных, и относительно простых системах, неожиданно обнаруживаются аномалии в поведении.

В работе А. Х. Хайруллина показано, что в чистой меди и в меди, предварительно легированной железом и серой, не наблюдается опережающая зернограницная диффузия железа. Показано, что зернограницная диффузия никеля в концентрированных растворах системы Ni-Cu существенно медленнее, чем диффузия в разбавленных растворах;

По автореферату имеется несколько замечаний и вопросов:

В автореферате содержится много грамматических ошибок. Создается впечатление, что его не считывали после написания. В частности, на стр. 26 не приведены выходные данные журнала Materials.

Стр. 13. Под табл. 3 ссылка на концентрационные профили на рис. 7. По-видимому ссылка должна быть на рис. 8.

Стр. 15. Почему автор считает, что образуется пересыщенный твердый раствор, может быть избыток железа входит в состав эвтектоида ?

Учитывает ли автор изменение границ зерен меди при температурах выдержки ?

Приведенные замечания и вопросы не влияют на качество работы. Считаю, что, Хайруллин Айнур Хагипович заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - «Физика конденсированного состояния».

Главный научный сотрудник АО «Научно-исследовательский институт  
железнодорожного транспорта»,  
доктор технических наук

Гершман Иосиф Сергеевич



23.08.2025