

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Хайруллина Айнура Хатиновича на тему «Особенности диффузии никеля и железа в меди», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния», и состоявшейся в НИТУ МИСИС 27 мая 2025 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом МИСИС 10.03.2025, протокол № 27.

Диссертация выполнена на кафедре физической химии НИТУ МИСИС. Научный руководитель – Родин Алексей Олегович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физической химии МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом МИСИС (протокол № 27 от 10.03.2025) в следующем составе:

- 1) Кудря Александр Викторович - д.т.н., профессор кафедры металловедения и физики прочности НИТУ МИСИС - председатель комиссии;
- 2) Ховайло Владимир Васильевич - д.ф.-м.н., профессор кафедры функциональных нано-систем и высокотемпературных материалов НИТУ МИСИС;
- 3) Дубинский Сергей Михайлович - д.ф.-м.н., доцент кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС;
- 4) Шефтель Елена Наумовна - д.т.н., главный научный сотрудник лаборатории конструкционных сталей и сплавов им. Академика Н.Т. Гудцова федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук;
- 5) Панфилов Юрий Васильевич - д.т.н., заведующий кафедрой «Электронные технологии в машиностроении» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)».

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипяна РАН.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- экспериментально установлено, что при диффузии железа в чистой меди и в меди, предварительно легированной железом и серой, не наблюдается опережающая зернограничная диффузия;

- экспериментально установлено, что зернограничная диффузия никеля в концентрированных растворах системы Ni-Cu существенно медленнее, чем диффузия в разбавленных растворах;

- показано, что уравнение Уиппла для описания зернограничной диффузии не может применяться для систем с полной растворимостью;

- экспериментально показано, что при низких температурах, характерных для изучения зернограничной диффузии может формироваться пересыщенный твердый раствор диффундирующего элемента в матрице;

Теоретическая значимость работы заключается в следующем:

- на примере диффузии железа и никеля в меди экспериментально показано, что в системах с отрицательной адсорбцией на границах зерен при значительных концентрациях диффузанта, зернограничная диффузия протекает существенно медленнее, чем при малых концентрациях, а в некоторых случаях опережающая зернограничная диффузия не наблюдается вообще;

- экспериментально показано, что наличие железа на границах зерен не меняет кинетических характеристик границ зерен меди;

- предложено модифицированное уравнение Уиппла, которое позволяет корректно обрабатывать профили зернограницной диффузии в системах с полной растворимостью;

Практическая значимость заключается в повышении точности предсказания массопереноса в поликристаллических материалах, в частности, в сталях, бронзах, никелевых сплавах с высоким содержанием легирующих элементов, что существенно при проведении их термической обработке, прогнозе степени деградации структуры в процессе эксплуатации.

Оценка достоверности результатов выявила, что определение параметров зернограницной и объемной диффузии проведено с достаточной точностью, чтобы подтвердить сформулированные выводы. Полученные результаты не противоречат друг другу и существующим в научно-технической литературе представлениям по данному вопросу.

Личный вклад соискателя состоит в:

в выборе объекта исследования, непосредственном участии в проведении исследований и расчетов. Полученные результаты исследований оформлял в виде научных публикаций и докладов. Совместно с научным руководителем участвовал в формулировании научной новизны и практической значимости, а также выводов диссертационной работы.

Автор представил 4 печатные работы, из которых 3 работы в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ.

Пункт 2.6 Положения о присуждении ученой степени кандидата наук не нарушен.

Диссертация Хайруллина Айнура Хатиповича полностью соответствует критериям п.2 положения о присуждении ученых степеней НИТУ МИСИС. Она является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основе экспериментального изучения и расчетов выявлены закономерности диффузионных процессов в системах с отрицательной адсорбцией на примере диффузии никеля и железа в меди при больших концентрациях диффузанта, что может быть использовано при назначении технологических режимов производства высоколегированных сплавов и прогнозе их остаточного ресурса (по деградации структуры).

Содержание диссертационной работы соответствует положению о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС и квалификационным требованиям пункта 1 паспорта специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния»: Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы и свойств неорганических и органических соединений как в кристаллическом (моно- и поликристаллы), так и в аморфном состоянии, в том числе композитов и гетероструктур, в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Хайруллину Айнуру Хатиповичу ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в составе 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за – 4 чел.; против - 1 чел.; воздержались - 0 чел.

Председатель Экспертной комиссии



Кудря А.В.

27.05.2025 г.