

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Сунь Лиина

на тему «**Закономерности структурообразования и особенности мартенситного превращения в сплавах систем Мп-Си и Fe-Мп**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 17.11.2021 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 16.09.2021 г., протокол № 31.

Диссертация выполнена на кафедре металловедения цветных металлов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»), Министерство образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Головин Игорь Станиславович, работает на кафедре металловедения цветных металлов НИТУ «МИСиС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 31 от 16.09.2021 г.) в составе:

1. Ховайло Владимир Васильевич – доцент, д.ф.-м.н., профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС» – председатель комиссии;
2. Прокошкин Сергей Дмитриевич - д.ф.-м.н., профессор кафедры обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС»;
3. Еремеева Жанна Владимировна - д.т.н., профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий НИТУ «МИСиС»;
4. Коллеров Михаил Юрьевич - д.т.н., профессор кафедры материаловедения и технологии обработки материалов Национального исследовательского университета «Московский авиационный институт»;
5. Блантер Михаил Соломонович - д.ф.-м.н., профессор кафедры нанoeлектроники Российского технологического университета «МИРЭА».

В качестве ведущей организации утвержден АО «Композит».

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- установлены закономерности распада пересыщенного твердого раствора в сплавах на основе системы Мп-Си и их влияние на протекание термоупругого мартенситного превращения в состаренных сплавах, а также особенности обратимого мартенситного превращения в сплавах на основе системы Fe-Мп при их термоциклировании через интервал мартенситного превращения;

- старение закаленных Mn-Cu сплавов с ~87 ат.% Mn при 400 - 520°C в течение 1 - 120 ч. приводит к спинодальному расслоению однородного твердого раствора с ГЦК решеткой и образованию обогащенной марганцем матрицы и обогащенных медью кластеров;
- установлено, что частичное замещение атомов Cu на атомы Cr в составе Mn-13Cu замедляет спинодальный распад ГЦК-аустенита при старении и приводит к увеличению степени тетрагональности ГЦТ-мартенсита;
- В *in situ* режиме измерений дифракционных профилей рассеяния нейтронов установлено, что искажения решетки в сплавах Mn-Cu при прямом и обратном сдвиговом фазовом превращении имеют незначительные величины, что обуславливает хорошую когерентность решеток между ГЦК-аустенитом и ГЦТ-мартенситом и незначительный объемный эффект (~0,1%) при сдвиговом превращении.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- установлено, что в сплавах на основе Mn-Cu магнитный и структурный переходы происходят одновременно, т.е. речь идет о связанном магнитоструктурном переходе;
- определена последовательность фазовых превращений в сплаве Fe-15Mn с α' и ϵ мартенситом;
- показано, что термоциклирование приводит к быстрому накоплению дислокаций в аустенитной и мартенситной фазах, средняя плотность которых была оценена равной $\sim 2 \times 10^{15} \text{ м}^{-2}$.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- установлены закономерности протекания спинодального распада аустенита в сплавах на основе системы Mn-Cu, описана формирующаяся кластерная структура и механизм влияния легирования хромом, что позволяет прогнозировать влияние старения на получаемые структуры и критические температуры фазовых превращений;
- выявлена структура в сплавах системы Fe-Mn с содержанием Mn от 15 до 26 мас.%, в том числе дополнительно легированных кремнием (содержанием Si около 3 мас.%), подвергнутых многократному термоциклированию через температуру мартенситного превращения. Показано, что термоциклирование приводит к быстрому увеличению плотности дислокаций и микродеформации из-за значительного объемного эффекта бездиффузионных переходов в сплавах на основе системы Fe-Mn;
- проведено детальное исследование особенностей мартенситного превращения в сплавах систем Mn-Cu и Fe-Mn, которое является базой для получения новых сплавов с требуемым сочетанием функциональных и механических свойств.

Достоверность научных результатов подтверждается использованием современных методик исследования, аттестованных измерительных установок и приборов, согласованностью результатов, полученных различными методами, публикациями в высокорейтинговых рецензируемых журналах.

Личный вклад соискателя состоит в том, что результаты, составившие основу диссертации, получены лично автором или при его непосредственном участии. Автор лично проводил эксперименты и занимался обработкой результатов большинства экспериментов.

Материалы диссертации Сунь Лиина опубликованы в 6 печатных работах в изданиях, входящих в рекомендуемый перечень ВАК РФ.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ «МИСиС» соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Сунь Лиина соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней на основании выполненных автором исследований с использованием измерений дифракционных профилей рассеяния нейтронов в режиме *in situ* установлены закономерности распада пересыщенного твердого раствора в сплавах на основе системы Mn-Cu и их влияние на протекание термоупругого мартенситного превращения в состаренных сплавах, а также механизмы влияния частичного замещения атомов Cu на атомы Cr в составе Mn-13Cu на особенности спинодального распада ГЦК-аустенита и степени тетрагональности ГЦТ-мартенсита при старении этих сплавов. Результаты, полученные в данной работе, имеют большое научное значение и перспективны при решении практических задач.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Сунь Лиину ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 5, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии



В.В. Ховайло

17.11.2021г.