

## Отзыв

на автореферат диссертации Миронова Сергея Юрьевича  
«МЕХАНИЗМЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ЭВОЛЮЦИЯ  
МИКРОСТРУКТУРЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ ТРЕНИЕМ С  
ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ», представленной на соискание  
ученой степени доктора физико-математических наук по специальности  
01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Диссертационная работа Миронова С.Ю. посвящена изучению физических закономерностей эволюции структуры и пластического течения металлических материалов, отличающихся кристаллическим строением (ГЦК, ОЦК и ГПУ), энергией дефекта упаковки и фазовым составом, в экстремальных условиях процесса обработки трением с перемешиванием (ОТП). Указанный процесс, включающий в себя большие пластические деформации, реализуемые при высоких температурах и скоростях деформации, остается до сих пор мало изученным, в особенности относительно углубленного исследования закономерностей формирования микроструктуры и текстуры с привлечением современных информативных методов анализа. Поэтому направленная на решение указанных задач тема диссертационной работы Миронова С.Ю. остро **актуальна** и имеет несомненную практическую значимость, учитывая наблюдаемое в последние годы бурное развитие и активное использование в промышленности технологий сварки трением с перемешиванием (СТП) и обработки трением с перемешиванием, по международной терминологии Friction Stir Welding (FSW) и Friction Stir Processing (FSP).

В работе на основе углубленного структурного и текстурного анализа с использованием методики автоматического анализа картин дифракции обратно-рассеянных электронов (EBSD) получены важные **новые научные результаты**, связанные с установлением основных закономерностей пластического течения, структурообразования и формирования кристаллографической текстуры различных металлических материалов (металлов, сплавов, поликристаллов, монокристаллов) в ходе ОТП в зависимости от кристаллического строения и энергии дефекта упаковки материалов, а также температуры процесса ОТП. В частности, следует выделить установленные корреляции между процессами формирования зеренной структуры и кристаллографической текстуры при ОТП, особенности мартенситного превращения в сталях в ходе ОТП, механизмы фазового превращения в титановом сплаве ВТ6, особенности ориентационных соотношений между высоко- и низкотемпературными фазами в указанных материалах, а также выявленные зависимости аномального роста зерен в материалах, подвергнутых ОТП, от макроскопической неоднородности структуры, формирующейся в ходе обработки.

**Практическая значимость** работы заключается в возможности использования результатов исследования при оптимизации процессов ОТП и СТП в промышленности применительно к широкому классу конструкционных металлических материалов.



### Замечания по автореферату:

1. Из текста автореферата не вполне ясно, применительно к какому технологическому процессу проводились основные исследования: к обработке трением с перемешиванием (ОТП) монолитных материалов или к сварке трением с перемешиванием (СТП) двух свариваемых деталей, как схематично показано на рис. 1 автореферата?

2. При описании Главы 2 диссертации в автореферате целесообразно было бы привести химический состав исследованных сплавов, обозначенных с использованием международной маркировки.

3. В работе сделан вывод, что при обработке трением с перемешиванием ГЦК-металлов с относительно низкой ЭДУ основным механизмом эволюции микроструктуры является прерывистая рекристаллизация. Однако не обсуждается возможность развития в ОЦК-сплавах железа при ОТП непрерывной динамической рекристаллизации, которая является характерным механизмом формирования новых зерен в материалах с высокой ЭДУ.

4. В автореферате совсем не рассмотрена роль ротационного механизма пластической деформации в процессах структурообразования при ОТП.

Отмеченные отдельные замечания не изменяют безусловно положительной оценки диссертационной работы. Диссертационная работа Миронова С.Ю. представляет собой законченное научное исследование, выполненное на самом современном международном уровне. Материалы диссертационной работы достаточно полно опубликованы, в том числе в высокорейтинговых международных научных журналах, и доложены на научно-технических конференциях. Работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Миронов Сергей Юрьевич заслуживает присвоения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Заведующий отделом материаловедения и лабораторией механических свойств  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук,  
доктор технических наук

Макаров  
Алексей Викторович

620137, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д. 18  
Телефон (343) 378-36-40 e-mail: avm@imp.uran.ru



Макарова	
Ученый специалист общего отдела	М.Н. Кудряшова
« 30 »	05 20 16 г.