ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/40

**ПРОИСХОЖДЕНИЕ МНОГОУРОВНЕВЫХ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ
СТРУКТУР В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ**

¹Хон Ю.А., ²Zapolsky Н., ¹Каминский П.П.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

²*Rouen university, Rouen, France*

Структурные изменения в твердых телах при пластической деформации проявляются на различных масштабах наблюдения и определяют функциональные свойства материалов. Этот экспериментальный факт привел к формированию представлений о материалах как многоуровневых системах с иерархически организованной структурой. Тип образующихся структур и характерные масштабы их формирования зависят от степени и скорости деформации, температуры, исходного состояния материала. Происхождение многоуровневых структур до сих пор остается загадочным. Чаще всего, дело ограничивается либо словесными моделями, либо моделями, основанными на рассмотрении движения известных носителей пластической деформации и пр. Кстати, на вопрос о зарождении самих носителей пластической деформации до сих пор удовлетворительного физически обоснованного ответа не получено.

В докладе рассматриваются физические причины имеющихся трудностей, предложены модели и механизмы формирования многоуровневых структур. Показано, что основной причиной имеющихся трудностей при построении моделей формирования многоуровневых систем является неявное использование адиабатического приближения. Это приближение и основанные на нем методы расчета и анализа структурных изменений в твердых телах применимы, строго говоря, для изолированных систем. Обращено внимание на то, что система ядер и электронов при деформации является открытой системой, и динамика атомов в таких системах является неадиабатической. В открытой системе при достижении пороговых значений управляющих параметров (величина деформации, разность температур и пр.) имеется еще неустойчивость – динамическая неустойчивость, определяемая изменениями в электронной подсистеме. Развитие динамической неустойчивости инициирует неустойчивость, определяемую возбуждением неустойчивой фононной моды с медленно меняющейся в пространстве и времени амплитудой. Масштабы структурных изменений в среде определяются волновыми векторами неустойчивых фононных мод. Развитие неустойчивостей в открытой системе является механизмом формирования крупномасштабных локализованных структур, отражающих структурные изменения в твердом теле при пластической деформации.

Получена система уравнений, описывающая медленную динамику неустойчивых фононных мод и моды, определяемую динамическими смещениями атомов в открытой системе. Параметры полученных уравнений определяются структурным состоянием среды, сформировавшимся на предыдущей стадии деформации и условиями деформации. На основе анализа уравнений показано, что в зависимости от исходного состояния деформируемой среды развитие неустойчивостей в твердом теле может проявляться *in situ* в виде распространения одного либо нескольких фронтов локализованной пластической деформации, неподвижных полос локализованной деформации, одной полосы локализованной деформации. Движущиеся фронты наблюдаются экспериментально на стадиях легкого и линейного упрочнения, неподвижные полосы локализованной деформации на стадии параболического упрочнения. В двумерном случае при деформации формируются структуры в виде спиралей. Обсужден вопрос о зарождении дислокаций и микротрещин в кристаллах при реальном уровне приложенных напряжений. Рассмотрено влияние температуры и скорости деформации на особенности структурных превращений в твердых телах при деформации.