

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения  
Российской академии наук

# **МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

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

**21 - 25 сентября 2015 г.**

**Томск, Россия**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

transformed into the base metal (BM) with the distance away from the joint. All three zone differ one from another by the microstructure pattern, phase composition and microhardness level. The microstructure of stir zones of both samples is characterized by equiaxed small recrystallized grains and secondary particles of very different sizes and shapes. All particles found in the SZ may be related to three groups. The first group contains large irregular shape particles which have not been dissolved during FSW. Chemical composition of these particles has been determined using an EDX attachment to SEM as Al-Cu-Mn-Fe-Si. Smaller rounded ones are soluble S-phase ( $\text{Al}_2\text{CuMg}$ ) particles, and finally the smallest particles are the  $\text{Al}_2\text{CuMg}$  S'(S')-phases. Thermomechanically affected zone (TMAZ) is characterized by non-recrystallized grains elongated in the direction of metal flow in the SZ. It is obvious that the pin-driven metal flow produces pressure on the neighboring initial structure grains so that they rotate at some angle with respect of their horizontal axis. In the vicinity of SZ/TMAZ the strain is high enough to provide grain subdivision, equiaxed grain formation and precipitation network structures almost the same as those found in SZ. For sample 1 no equiaxed grains and precipitation network are visible on the TMAZ side of the SZ/TMAZ boundary. Heat affected zone shows the hot-rolled grain structure the same as that found in the base metal. Nevertheless, it was subject to heating although not so high as for TMAZ. Therefore structural changes are negligible here as compared to the base metal and mainly are marked by more heavy etching. The volume contents of both medium size and small particles are almost the same level for both samples while the mean particles sizes differ almost by a factor of two. As shown, higher values of specific welding rate resulted in lower microhardness of the weld joint metal including that of stir zone, thermomechanically affected zone and heat affected zone. FSW joint obtained using low specific welding rate and therefore higher welding temperatures shows higher hardness. All particles visible using SEM method have been classified into three particle size groups and volume content corresponding to each of these groups has been calculated together with the mean particle size. It was found that microhardness level does not correlate with the volume content of the particles visible.

### **ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ НАНОТРЕЩИН МЕТОДОМ ТРИБОСПЕКТРОСКОПИИ**

Еремина Г.М., Смолин А.Ю.

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия,  
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия  
anikeeva@ispms.tsc.ru*

В последнее время особый интерес представляют наноструктурные покрытия, особые механические свойства которых сильно зависят от наличия в них дефектов и повреждений, в том числе наноразмерного

масштаба. В связи с этим, актуальным является развитие методов диагностики таких дефектов. По расположению все дефекты делятся на поверхностные и внутренние (подповерхностные и глубинные). Для их обнаружения наибольшее распространение получили методы неразрушающего контроля, основанные на исследовании изменений условий распространения различного рода проникающих излучений (электромагнитных и упругих волн). В настоящее время для идентификации наноразмерных дефектов разрабатывается новый метод неразрушающего контроля, – метод трибоспектрооскопии, – основанный на спектральном анализе непрерывной регистрации силы трения при движении малого контртела по поверхности покрытия. С помощью данного метода можно определять дефектную структуру поверхности материала: размеры дефектов, плотность их распределения, глубину залегания, ориентацию и т.д.

Целью данной работы является изучение возможностей трибоспектрального метода на основе компьютерного моделирования. Для этого методом подвижных клеточных автоматов проведено трехмерное моделирование процессов, характерных для идентификации наноскопических дефектов в упрочняющем покрытии. Исследовались модельные образцы со сквозными и закрытыми нанотрещинами, ориентированными под различными углами к поверхности покрытия. Варьировались такие параметры, как глубина расположения нанотрещин, расстояние между ними и размер дефектов. Изучено влияние размеров нанотрещин, их пространственного расположения и ориентации на амплитуду и положение характерных пиков на спектре мощности регистрации силы трения.

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FRICTION STIR WELDED ALUMINUM-MAGNESIUM ALLOY JOINT GRAIN STRUCTURE**

Zaikina A.A., Sizova O.V., Novitskaya O.S.

*Institute of Strength Physics and Materials Science of SB RAS, Tomsk, Russia*

*zaikina@ispms.ru, ovs@ispms.ru, nos@ispms.ru*

Developed in the early 1990s a friction stir welding technique drew significant interest because of a whole range of advantages over more conventional techniques. This new technique makes it possible to weld together two plates without melting of the metal in the weld zone – that is welding is performed in the solid phase. The process is relatively simple: a cylindrical or cone shaped tool is rotated between two plates that are to be welded together. The frictional heat generated by the tool and surrounding material causes the material softening and transferring along the joining line leaving a solid-phase bond between two workpieces.