

ние вязкости разрушения конструкций. Получены экспериментальные данные о напряженно-деформированном состоянии и прочности фиброжелезобетонных элементов круглого сечения в условиях поперечного изгиба и совместного действия продольных и поперечных сил, с помощью оригинальной установки, обеспечившей получение новых научных результатов, удовлетворительно согласующиеся с теоретическими положениями. Также отмечено, что добавление продольных сжимающих сил увеличивает несущую способность железобетонных и фиброжелезобетонных элементов по наклонному сечению при действии поперечных сил.

### **EXPERIMENTALLY, THE THEORETICAL STUDY OF BEAMS CIRCULAR UNDER THE JOINT ACTION OF THE LONGITUDINAL AND TRANSVERSE COMPRESSIVE FORCES**

**Morozov V.I., Khegay M.O.**

Saint-Petersburg State University of architecture and civil engineering, Saint-Petersburg, Russia  
(190005, Saint-Petersburg, street 2-Krasnoarmeyskaya, 4)

Circular design are becoming increasingly used in construction. This paper presents an experimental study of fibro - reinforced concrete and concrete elements of circular cross-section under the joint action of the longitudinal axis, compressive and shear forces. Experimentally confirmed the effectiveness of fiber reinforcement as a warning of avalanche damage, increased fracture toughness designs. Experimental data on the stress-strain state and strength of fibro - concrete elements of circular cross-section in lateral bending and the joint action of the longitudinal and transverse forces, using the original installation, to provide the new scientific results are in satisfactory agreement with theoretical considerations. Also noted the addition of longitudinal compressive force increases the carrying capacity of concrete and fiber - reinforced concrete elements of an oblique section under the action of shear forces.

### **МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПСЕВДОСПЛАВА СТАЛЬ-МЕДЬ, ПОДВЕРГНУТОГО ЛАЗЕРНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ**

**Морозов Е.А.<sup>1</sup>, Русин Е.С.<sup>2</sup>, Абляз Т.Р.<sup>1</sup>**

1 ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский университет»,  
614990, Пермский край, г. Пермь - ГСП, Комсомольский проспект, д. 29, x-lab@pstu.ru  
2 ЗАО «Новомет-Пермь», 614065, г. Пермь, ш. Космонавтов, 395, evgenirusin@yandex.ru

В статье приведены результаты механической обработки поверхностного слоя цилиндрических выступов на дисках из порошкового псевдосплава сталь-медь после проведения лазерной термической обработки волоконным лазером мощностью 1 кВт. Для исследования выбраны образцы, имитирующие поверхности подшипников скольжения, уменьшение износа которых является актуальной задачей. Проанализированы аналогичные работы по лазерному упрочнению других материалов, на их основе выбраны режимы термообработки псевдосплава сталь-медь, лазерная термообработка которого ранее не изучалась. Определены оптимальные режимы обработки упрочненных поверхностей, результаты обработки и износ инструмента. Результаты работы показывают, что обработка традиционным лезвийным инструментом малоэффективна из-за высокой твердости термообработанного слоя материала, приведены рекомендации по выбору обрабатывающего инструмента

### **MACHINING SURFACES OF IRON-COPPER PSEUDO-ALLOYS, SUBJECTED TO LASER HEAT TREATMENT**

**Morozov E.A.<sup>1</sup>, Rusin E.S.<sup>2</sup>, Ablyaz T.R.<sup>1</sup>**

1 Federal State Budgeted Education Institution for Higher Professional Education Perm National Research Polytechnic University, 614990 Perm, Komsomolsky Ave. 29, x-lab@pstu.ru  
2 JSC NOVOMET 395, Shosse Kosmonavtov, Perm, Russia, evgenirusin@yandex.ru

The results of the machining of the surface layer of cylindrical protrusions on the disks of powdered iron-copper pseudo-alloy after laser thermal processing by fiber laser power of 1 kW. To study selected samples that mimic the surface of bearings, reducing wear and tear which is the actual problem. A similar operation in laser hardening of other materials was analyzed and optimal mode modes of heat treatment of iron-copper pseudoalloy was selected. Laser heat treatment of such alloy was not previously been studied. The optimal mode of hardened surfaces, results processing and tool wear. The results evidence that the processing of a traditional blade tool is ineffective because of the high hardness of the heat-treated material layer.

### **СТАТИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ СТЕКЛОТАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Морозова Е.В.<sup>1</sup>, Редько С.Г.<sup>2</sup>**

1 ФГБОУ ВПО Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Камышин, Россия (403874, г. Камышин, Волгоградская обл., ул. Ленина, 6а)  
morozova@kti.ru

2 ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет,  
Санкт-Петербург, Россия

Для повышения качества работ по разработке и эксплуатации автоматизированных систем управления сложных стохастических систем целесообразным является применение вероятностного имитационного моде-

лирования. В статье приводятся основные результаты статистических исследований работы базового оборудования стеклотарного производства. Анализ полученных данных показывает, что статистические распределения величин технико-технологических параметров функционирования оборудования могут быть аппроксимированы тремя известными теоретическими законами: нормальным, экспоненциальным и логнормальным. Полученные распределения для основных параметров работы системы и их числовые характеристики были использованы при построении имитационной модели функционирования оборудования стеклотарного производства. Полученные результаты также можно использовать при оценке ряда технико-экономических показателей эффективности работы оборудования стеклотарного производства и при оптимизации его работы.

### **STATISTICAL ASPECTS OF THE IMITATION MODELING COMPLEX SYSTEMS OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT ON THE EXAMPLE OF GLASSWARE PRODUCTION**

**Morozova E.V.<sup>1</sup>, Redko S.G.<sup>2</sup>**

1 Kamyshin Technological Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Kamyshin, Russia  
(403874, Kamyshin, avenue of Lenin, 6a), morozova@kti.ru

2 St. Petersburg State polytechnic university, St. Petersburg, Russia

To improve the quality of works on the development and operation of the automated control systems of complex stochastic systems, it is appropriate to use a probabilistic imitational modeling. The paper presents the main results of statistical studies of the work the basic equipment for glassware production. Analysis of the produced data shows that the statistical distributions of the technical and technological parameters of operation of the equipment can be approximated by three well-known theoretical laws: normal, exponential and log-normal. The distributions obtained for the main parameters of the work system and their numerical characteristics have been used in the construction of a simulation model of the functioning of the equipment for glassware production. The results also can be used in assessing the series of technical and economic performance of the efficiency work of equipment for glassware production and for optimization it's the work.

### **ОСОБЕННОСТИ МИКРОСТРУКТУРЫ СПЛАВА AL-MG, ПОЛУЧЕННОЙ ПРИ СВАРКЕ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ**

**Morhat T.V.<sup>1</sup>, Колубаев Е.А.<sup>1,2</sup>**

1 Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г.Томск, Россия  
(634021, г.Томск, пр.Академический 2/4), e-mail: mtv@ispms.ru

2 Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия  
(634050, г. Томск, проспект Ленина, 30)

Проанализированы особенности микроструктуры неупрочняемого алюминий-магниевого сплава, сформировавшейся при сварке трением с перемешиванием. Рассмотрены особенности строения сварного соединения сплава вблизи границы раздела основного металла со сварным швом. Показано, что в результате сварки трением с перемешиванием формируется градиентная структура с ультрадисперсным зерном в центре сварного соединения. Показано, что формирование структуры шва осуществляется по механизму образования слоистой ультрадисперсной структуры вследствие пластической деформации сдвига и поворота структурных фрагментов. Высказано предположение, что причиной образования слоев является конкуренция процессов деформационного упрочнения и разупрочнения, обусловленного фрикционным нагревом и теплом, вызванным деформированием. Проведена аналогия между микроструктурой шва, сформированной при сварке трением с перемешиванием и микроструктурой, образующейся при трении скольжения.

### **DISTINCTIONS OF STRUCTURE FORMING OF WELDED JOINTS PRODUCED BY FRICTION STIR WELDING**

**Morhat T.V.<sup>1</sup>, Kolubaev E.A.<sup>1,2</sup>**

1 Institute of Strength Physics and Materials Science of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia (634021, Tomsk, pr. Akademicheskii, 2/4), e-mail: mtv@ispms.ru

2 National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia (634050, Tomsk, pr. Lenina, 30)

The features of the microstructure of not hardenable aluminum-magnesium alloy, formed by friction stir welding are discussed. The morphology of the welded joint alloy near the interface of the base metal and weld was discussed. It is shown that as a result of friction stir welding a graded structure with ultrafine grains in the center of the weld joint is formed. It is shown that the formation of the joint structure is carried out on the mechanism of formation of a layered structure of ultrafine plastic deformation due to translation and rotation of structural fragments. It was suggested that the reason for the formation of layers is competition processes of strain hardening and softening due to frictional heating and heat-induced deformation. There is an analogy between the microstructure of the weld formed by friction stir welding and the microstructure formed during sliding friction.