



Рисунок 3 – Общий вид электродов, полученных с использованием технологии СИП

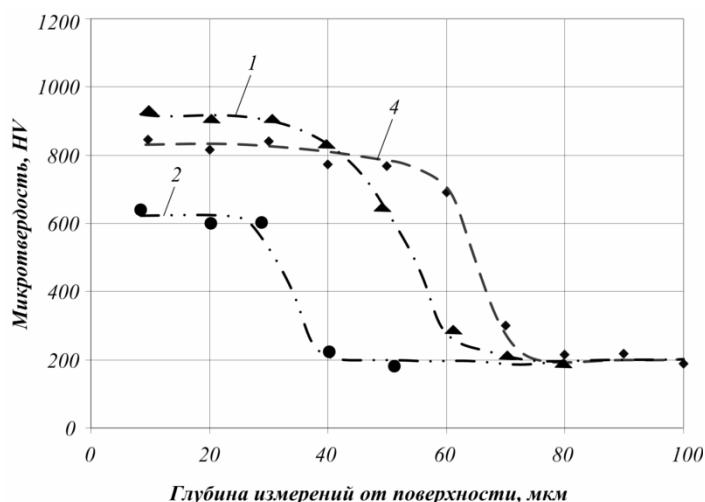


Рисунок 4 – Микротвердость КП, полученных ЭИЛ ( $W=2$  Дж)

**Выводы.** В результате проведенных исследовательских и конструкторских работ были получены результаты: 1. разработана схема получения электродов цилиндрической и трубчатой формы; 2. разработана технология получения электродов из порошковых материалов; 3. проведены исследования свойств сформированных КП методом ЭИЛ. Разработанные ЭМ могут быть использованы при нанесении композиционных износостойких покрытий.

#### Литература

1. Богинский Л.С., Реут О.П., Саранцев В.В., Букато Н.Ю. Совершенствование технологии сухого изостатического прессования / Сборник материалов 7-й международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике» г. Минск 26 мая 2009 г. В 3т. Т.1. Минск: БНТУ, 2009. – 458 с. С.216.
2. Устройство для прессования изделий из порошков: заявка №а20090863 Респ. Беларусь, МПК В 22 F 3/00 / Л.С. Богинский, О.П.Реут, В.В. Саранцев, Н.Ю.Букато; заявитель БНТУ заявл. 12.06.09.

УДК 621.762

#### Моделирование испытаний композиционных материалов методом конечных элементов в программной среде ANSYS

Студент гр. 104615 Василевский С.В.  
 Научный руководитель – Голубцова Е.С.  
 Белорусский национальный технический университет

Целью настоящей работы является оптимизация прочностных характеристик фрикционных композиционных материалов в программной среде ANSYS.

Фрикционные материалы широко используются как в технике, так и в быту. Основной сферой применения frictionных материалов является передача движения от одного объекта к другому объекту с использованием такого физического процесса как трение. Кроме того, frictionные материалы широко используются в системах торможения: тормозные системы в автомобилях, поездах, самолетах, различных станках и т.п. То есть, от их долговечности, прочности, износостойкости и других механических свойств зависит безопасность работы транспортных средств, и другого оборудования.

В настоящее время современные frictionные материалы представляют собой многослойные композиционные материалы. В процессе функционирования, в результате контактов рабочих поверхностей frictionные материалы подвергаются различным нагрузкам. К поверхности раздела материалов прилагаются как нормальные (направленные перпендикулярно к поверхности), так и сдвиговые (направленные вдоль поверхности раздела) нагрузки. Поверхности двух контактирующих материалов могут испытывать скольжение друг относительно друга. Это может приводить к существенному повышению их температуры в поверхностном слое. Что ведет к появлению термонапряжений во frictionных материалах. Большинство новых frictionных материалов являются композиционными материалами обладают неоднородные механические свойства по образцу. При эксплуатации таких материалов в глубине материалов могут возникать сильно неоднородности в температурных полях и полях напряжений. Которые могут приводить к ослаблению механических свойств материалов, и, что самое печальное к их разрушению, в самый неподходящий период. Поэтому при разработке новых frictionных материалов и натурных образцов должно проводится всесторонне их испытание. Одним из наиболее современных способов испытаний материалов является компьютерное моделирование образцов для реальных условий их эксплуатации. Адекватное моделирование работы frictionных материалов требует решения контактной задачи.

Контактные задачи по своей природе являются нелинейными и требуют для расчета значительных вычислительных ресурсов. Для успешного решения задач контактного взаимодействия необходимо иметь четкое представление о физической природе этого явления. Кроме того, такая задача должна решаться поэтапно.

Для контактных задач характерны две проблемы. Первая состоит в том, что зона контакта до решения задачи неизвестна. В зависимости от внешних нагрузок, граничных условий, свойств материалов и других факторов поверхности могут входить в контакт друг с другом и выходить из него поэтапно и непредсказуемо. Вторая проблема связана с необходимостью учета трения при моделировании взаимодействия тел. Для этого разработаны специальные модели, которые также являются нелинейными.

В дополнении к указанным проблемам имеются определенные сложности при моделировании контактных взаимодействий в многодисциплинарных задачах, а именно: теплопроводность при высокой температуре и электрические потоки в контактных зонах.

Наиболее важным фактором, влияющим на конечные результаты контактного моделирования, является правильный выбор контактного алгоритма, который зависит от природы контактной задачи, типа используемых контактных элементов и пр. Для решения этих задач разработаны комплексы прикладных программ, в которых учтены основные физические процессы, влияющие на поведение материалов. Для этих комплексов разработаны и реализованы наиболее оптимальные алгоритмы решения соответствующих математических задач. Одним из таких комплексов является программный комплекс ANSYS в его различных модификациях.

Программный комплекс ANSYS 11.0 предоставляет пользователю ряд контактных алгоритмов, при помощи которых можно оптимально настроить «физику» рассматриваемой проблемы, совокупности с другими параметрами, такими как нормальная контактная жесткость (FKN), область поиска контакта (Pinball Region, PINB), допуск на проникание (FTOLN), автоматическая регулировка контакта (Automatic Contact Adjustment), в итоге получить реальную физическую картину контактного взаимодействия.

Все контактные алгоритмы ANSYS доступны через диалоговую панель Contact Wizard в разделе Contact Properties.

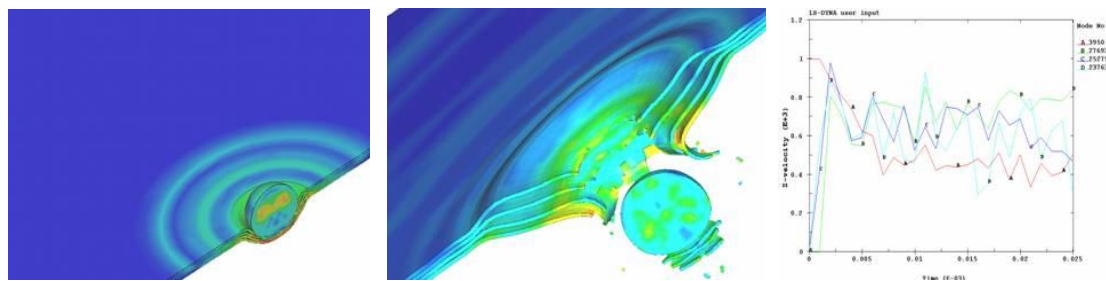


Рисунок 1 – Моделирование испытания многослойной пластины на пробой с регистрацией прочностных характеристик каждого взаимосвязанного слоя композита, состоящего из различных сплавов.