

Несмотря на большой разброс, можно отметить некоторые закономерности в изменении параметров АЭ:

- Общее количество сигналов АЭ после ультразвуковой обработки уменьшается.

- В области действия максимальных напряжений (в середине образца) наблюдается перераспределение энергии в спектрах сигналов в низкочастотную область, тогда как энергия сигналов примерно одинакова по всей длине образца, причем энергии сигналов в зависимости от места индентирования могут отличаться более чем на порядок.

Можно также отметить, что сопоставление полученных данных с результатами работы [1] позволяет выявить общие закономерности: общее уменьшение количества сигналов после УЗО и смещение спектров в низкочастотную область в местах максимального ультразвукового воздействия на металл, что в свою очередь позволяет сделать вывод о возможности контроля изменения физико-механических свойств материала подвергнутого ультразвуковому воздействию с помощью методов акустической эмиссии.

Список литературы

1. Волков А.Е., Черняева Е.В., Вьюненко Ю.Н., Клубович В.В., Рубаник В.В., Рубаник В.В. мл. Изменение параметров акустической эмиссии в стали 20 после мощного ультразвукового воздействия // стр. 151-153 в настоящем сборнике

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ МАТЕРИАЛА С ЭПФ

Вьюненко Ю.Н.

СПбГУ Санкт-Петербург, Россия
vjunenko@smel.math.spbu.ru

Эксплуатация силовых элементов из металла с ЭПФ в технологических процессах показала необходимость в прогнозировании как деформационных эффектов, так и силовых характеристик «металлических мышц». Технологические эксперименты на установке Шер [1] при получении специального наката на трикотаж показали, что уровень развиваемых усилий варьируется в пределах от 400 до 600 Н. Для указанного производственного процесса такой разброс силовых характеристик допустим. Однако для новых техно-

логических операций может потребоваться более точное предсказание уровня развиваемых усилий. Решить эту задачу можно с помощью установок, работающих по схеме, примененных в устройстве «ЛИНД» (рис.1).

Между двумя неподвижными пластинами 1 расположены подвижные пластины 2. Пружина 3 соприкасается с подвижными пластинами. Изменяя расстояние между подвижными пластинами, регулируем степень сжатия пружины. Таким образом изменяются условия страгивания верхней подвижной пластины в результате срабатывания эффекта памяти формы в кольцевой силовом пучковом элементе (КСПЭ) 4 [2], преобразованном предварительной пластической деформацией в «эллипс». Для сохра-

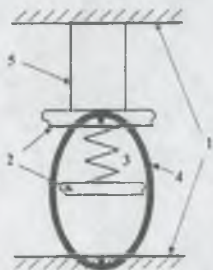


Рис.1. Принципиальная схема устройства «ЛИНД»

нения формы «эллипса» при изменении степени сжатия пружины использован стопорный цилиндр 5.

С помощью устройства «ЛИНД» была исследована пара КСПЭ, отработавшая на установке Шер 362 технологических цикла. Температура Ак материала силового элемента находится вблизи 35 °С. Измеряли изменение расстояния между верхней подвижной и нижней неподвижной пластинами в процессе прогрева КСПЭ, который проводили в изотермических условиях, помещая ЛИНД в разогретый до 138 °С термостат.

На рис.2 приведены кривые роста смещений подвижной пластины со временем в зависимости от начальной силы противодействия деформационных процессов ЭПФ. Предварительно КСПЭ были продеформированы от диаметра 63 мм до 85 мм. Каждый из двух силовых элементов состоял из 5 витков проволоки диаметром 2 мм. При минимальной силе противодействия порядка 490 Н (кривая 1) и 637 Н (кривая 2) деформационные процессы начинались через 1 и 1,5 мин, соответственно. Возрастание противодействующей силы до 784 Н продлило временную задержку деформационного процесса до двух минут, а при 931 Н данный временной интервал достиг 4 мин. Такое изменение времени старта ЭПФ вполне согласуется с результатами исследования сплава TiNi, приведенными в [3]. Так как для преодоления дополнительных сил сопротивления требуется некоторый перегрев материала. Эта задержка деформационного эффекта может носить негативный характер в технологических процессах. Ее регулирование может производиться за счет изменения химического состава с целью получения нужного интервала температур фазового перехода $A_c - A_k$ [4].

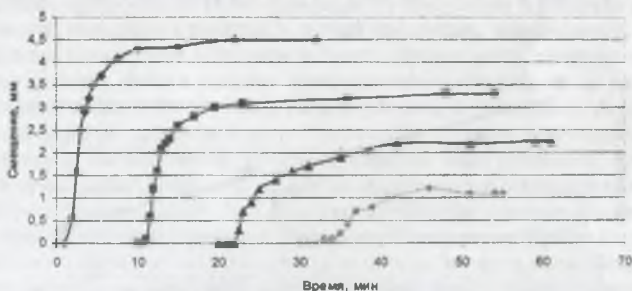


Рис. 2. Изменение расстояния между подвижными пластинами от времени при постоянной форме КСПЭ.

Вторым способом решения данной проблемы может быть воздействие на КСПЭ совместно с температурой мощным ультразвуком [5], электрическим током или их сочетанием. Но в этом случае значительно усложнится конструкция устройства, использующего КСПЭ. Иногда решением данной технической проблемы может быть повышение степени предварительной пластической деформации КСПЭ. На рис.3. показано, как работают силовые элементы при противодействии постоянной силы 637 Н. Кривая 1 показывает, как растёт смещение со временем при доведении диаметра силового элемента с 63 до 99 мм. Срабатывание ЭПФ фиксируется сразу же после помещения ЛИНДа в термостат. На кривой 2 фиксируется задержка старта на 1,5 мин. В этом случае силовой элемент вытягивался до 85 мм. На кривой 3 время задержки деформационного процесса превышает 3 мин. Диаметр КСПЭ изменялся до 82,5 мм. Одним из возможных объяснений подобной эволюции срабатываний ЭПФ может быть влияние пластической деформации на фазовые превращения. В ряде работ (например [6]) замечено, что небольшие необратимые деформации (до 5 %) могут понижать температуры интервала обратного мартенситного превращения. Следствием этого будет сокращение времени прогрева материала силовых элементов

до начала формовосстановительной деформации. В рассмотренных ситуациях это время фактически сведено к нулю (кривая 1).

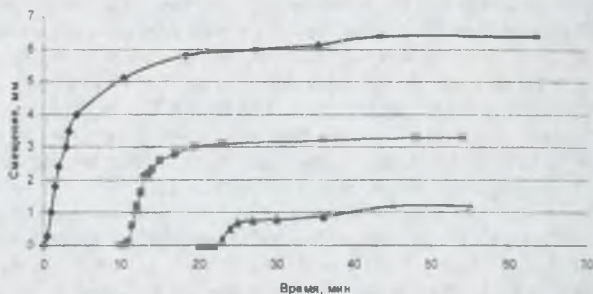


Рис.3. Изменение расстояния между подвижными пластинами от времени при постоянном уровне начального противодействия контртела.

Обращает на себя внимание тот факт, что степень формовосстановления влияет на уровень генерируемых напряжений. На рис. 4 показано, что с ростом деформации ЭПФ снижается конечный уровень генерируемых напряжений, т.е. деформационный процесс ЭПФ является фактором, способствующим частичной релаксации реактивных напряжений.

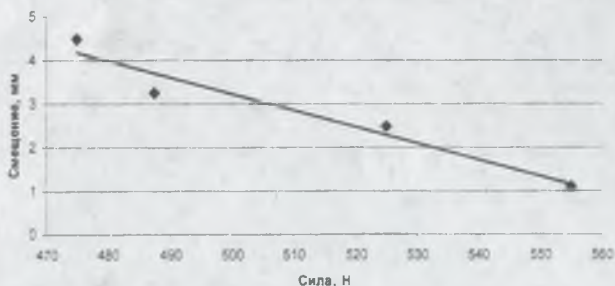


Рис. 4. Взаимозависимость деформационного эффекта и генерируемых усилий в результате развития ЭПФ в КСПЭ

Полученные результаты показали, что у силовых элементов в сочетании с контртелом достаточно широкие возможности. Величина смещения варьируется от 0 до 7 мм, а усилия, генерируемые КСПЭ данной конструкции, могут регулироваться от 0 до 640 Н.

Соответствующий выбор конструкции КСПЭ и контртела может обеспечить точный режим воздействия на обрабатываемые материалы, детали, узлы.

Список литературы

- 1 Вьюненко Ю.Н. Применение ЭПФ в производстве слоистых материалов/ Сб. статей Междунар. научного симпозиума «Перспективные материалы и технологии», Витебск, 2011 – С.182-184
2. Вьюненко Ю.Н. Математическое моделирование деформационных процессов и опыт технологического применения ЭПФ ФПСМ, 2010, № 3. – С.28-31

3. Пушин В.Г., Прокошкин С.Д., Валиев Р.З. и др. Сплавы никелида титана с памятью формы. – ч.1. Структура, фазовые превращения и свойства. Под. ред. Пушина В.Г., 2006 г.
4. Корнилов И. И., Качур Е. В., Белоусов О. К. Дилатометрическое исследование превращения в соединении TiNi // Физ. мет. и металловед. 1971. Т. 32, № 2. С. 420-422.
5. Рубаник В.В., Клубович В.В., Рубаник В.В. мл. Тепловизионные исследования обратного мартенситного превращения под действием ультразвуковых колебаний в TiNi // Механизмы деформации и разрушения перспективных материалов.- сб. мат. 35 семинара «Актуальные проблемы прочности».- Псков, 1999. – С.561-564.
6. М.А.Хусаинов, О.Ю. Волнянская. Влияние режима предварительного термоциклирования на деформационно-силовые параметры сплава с памятью формы. // Науч. труды V междунар. семинара «Современные проблемы прочности» им. В.А.Лихачева. – В.Новгород, 2001, т. 2 – С.123-127.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕУПОРНЫХ СУХИХ СМЕСЕЙ

Самолётов В.Г

*Институт технической акустики НАН Беларуси, г. Витебск,
ita@vitebsk.by*

В настоящее время собственного производства огнеупоров в Беларуси нет. Необходимость отраслей народного хозяйства в данной продукции, основными потребителями которой являются металлургия и промышленность строительных материалов, удовлетворяется за счет импорта. Работа является продолжением исследований по разработке импортозамещающей технологии производства огнеупорных строительных смесей с использованием отечественной сырьевой базы [1–3]. Качество готовой продукции существенно зависит не только от состава смесей, но и от параметров таких процессов, как сухое перемешивание и прессование. Особенно это актуально при использовании таких микродобавок как карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) и пластификаторы, которые должны быть равномерно распределены по объему смеси. Положительное влияние КМЦ состоит в том, что каждая молекула полимера может удерживать до 20 тыс. молекул воды. Фактически вода в растворе заменяется гомогенным желеобразным раствором метилцеллюлозы, в котором взвешены частички вяжущего компонента и заполнителя. Высокая водоудерживающая способность такой системы препятствует преждевременному обезвоживанию поверхности покрытия и способствует раствору набирать необходимую прочность даже при тонкослойном нанесении. Применение пластификаторов придает раствору хорошую подвижность и прессуемость, а также снижает количество используемой воды, что повышает прочность изделия на сжатие, а также уменьшает капиллярную пористость затвердевшего раствора. Необходимые для положительного эффекта концентрации КМЦ и пластификаторов составляют 0,3 + 0,7% [4-7].

Сегодня, в производстве сухих строительных смесей наиболее широкое распространение получили циклические смесители с горизонтальным валом. Именно этот тип смесительного оборудования наиболее часто используется на отечественных предприятиях.

Для классификации смесителей по реализуемому ими режиму смешивания обычно используется безразмерный критерий Фруда [4]:

$$Fr = R\omega^2/g, \quad (1)$$

где R – максимальный радиус рабочего органа (м); ω – угловая скорость вращения (рад/с); g – ускорение свободного падения (м/с²).