

тальной отработке таких систем. На основе разработанных алгоритмов могут быть получены новые методы исследования подобных систем.

Данная работа состоит из четырех частей:

1. Разработка методов и вычислительных алгоритмов определения температурных зависимостей теплофизических свойств разрушаемых и неразрушаемых композиционных материалов. Разработка прикладного программного обеспечения для определения теплофизических свойств композиционных материалов. Основное внимание уделялось вычислительной эффективности разрабатываемых алгоритмов.

2. Оценка возможностей имеющихся технических средств для проведения теплофизических исследований композиционных материалов. Модернизация технических средств экспериментальных установок.

3. Разработка методик проведения теплофизических экспериментов и организация информационного обмена между системами первичной и вторичной обработки информации.

4. Проведение экспериментальных исследований по определению теплофизических свойств композиционных материалов. Эксперименты проводятся с целью практической апробации разработанного метрологического комплекса при практическом исследовании композиционных материалов. Анализ результатов экспериментально-расчетных исследований теплофизических свойств композиционных материалов и разработка рекомендаций по практическому использованию методов в различных областях техники. На основании полученных результатов анализировались достоверность и вычислительная эффективность предлагаемой методологии.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

Кириллов Ю.А., Славин А.М., Шишигина Т.Н.
*Вологодский государственный
технический университет,
Вологда*

В данный момент в мировом сообществе все больше и больше поднимается вопрос, связанный с важнейшими социально-экологическими опасностями, обусловленными развитием и урбанизацией городов. Одной из проблем, требующих решения является переработка, хранение и утилизация твердых отходов: бытовых и промышленных.

Наиболее распространенными методами утилизации и переработки твердых бытовых отходов (ТБО) являются сжигание, захоронение и компостирование. Существующие способы переработки ТБО перестали удовлетворять многие промышленно развитые страны. И правительство этих стран занялось поиском новых путей утилизации ТБО. В качестве успешного решения проблемы обработки ТБО можно использовать опыт таких стран, как Германия и Япония, где наблюдается снижение количества ТБО на человека. Новый метод переработки ТБО – рециклинг открыл новую эру в утилизации отходов, как в экономическом, так и экологическом смысле. Переработка сы-

рья, полученного в процессе сортировки, не требует применения особых технологий. Например, металлолом и стекло идут в переплавку для получения новых деталей и изделий; бумага используется как сырье для получения целлюлозы; пищевые отходы служат сырьем для получения органического удобрения. Этот способ дает также возможность получения достаточно высокой прибыли.

Занимаясь проблемой утилизации твердых бытовых отходов можно отметить, что главная трудность в переработке твердых бытовых отходов является извлечение из них ценных компонентов – бумаги, металла, древесины, стекла и др. Известно, что за час тую на полигон и свалки (санкционированные и не-санкционированные) в огромном количестве эти компоненты поступают от различных предприятий. Так, в городе Вологде и Вологодском районе находится более десятка свалок, на которые поступает в год до 1 млн. м³ мусора и отходов различного происхождения, из которых 60%-отходы предприятий.

К сожалению, наше природопользование имеет низкую экономическую эффективность. В России для выпуска единицы бумажной продукции и картона требуется срубить в 5-6 раз больше леса, чем требуется по современным технологиям. На единицу конечного продукта мы тратим в 3 раза больше энергии, чем в Японии и Германии, и в 2 раза больше, чем в США. Иначе говоря, наше производство очень природоемко. Необходимо расширять сферу применения вторичных ресурсов, эффективность использования которых очевидна. К примеру, использование макулатуры позволяет сократить рубку леса. Вторичное использование металлов способствует большей экономии сырья и энергии: добыча алюминия из отходов требует в 20 раз меньше энергии, чем добыча этого металла из руды.

Вторичное использование отходов решает целый комплекс защиты окружающей среды – сокращается потребность в первичном сырье, уменьшается загрязнение окружающей среды. Истощение первичного сырья потребовало перевода технологий уже многих стран на использование вторичного сырья. Разрабатываются новые направления использования вторсырья.

Таким образом, утилизация муниципальных отходов с извлечением ценных компонентов дает возможность увеличения сырьевых вторичных ресурсов, которые по своему качеству не уступают первичным. Иногда в технических процессах образуются отходы, обладающие новыми характеристиками, а значит, являются новые направления их использования.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГИХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНОГО УГЛЕПЛАСТИКА «ГРАПАН»

Козлова Н.В., Суслина С.В.
*Марийский государственный
технический университет*

В данной работе представлены результаты испытаний на растяжение плоских образцов из многослойного углепластика. Образцы изготовлены методом

прессования, и представляют собой 12 перекрестно армированных однонаправленных слоев, симметрично уложенных относительно срединной плоскости.

Испытания проводились на испытательной машине FP-10. Для измерения продольных деформаций использовались тензодатчики 5П1-5-100-Б-12 с базой 5 мм. Нагрузка прикладывалась статически с шагом 1 кН. Максимальные значения нагрузки не превышали половины разрушающей, соответствующей нарушению монолитности материала.

По результатам испытаний серии образцов со схемами армирования $\pm\varphi$ ($\pm 0^\circ$, $\pm 20^\circ$, $\pm 40^\circ$, $\pm 50^\circ$, $\pm 70^\circ$, $\pm 90^\circ$) строились диаграммы деформирования. При обработке результатов измерений использовался метод наименьших квадратов. Модули упругости и коэффициенты Пуассона вычислялись в зависимости от средних значений приращений нагрузки и приращений продольных и поперечных деформаций. На основании данных, полученных путем испытаний серии многослойных образцов с различными схемами армирования, рассчитывались 4 упругие постоянные однонаправленного слоя (монослоя). Для этого использовался метод идентификации с алгоритмом случайного поиска. В свою очередь упругие постоянные монослоя использовались для расчета характеристик упругости образца с отличающейся (новой) схемой армирования $\varphi = \pm 50^\circ$. Результаты расчетов проверялись экспериментально.

Сравнение показало, что результаты расчетов достаточно близки к экспериментально полученным данным, что подтверждает правильность определения упругих постоянных монослоя методом идентификации.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВАЛОВ МАЛОЙ ЖЁСТКОСТИ

Мазур В.К.

Тольятти

Повышение требований к качеству продукции промышленности при одновременном снижении её материалоемкости влечёт всё большее использование деталей малой жёсткости, и в частности деталей типа валов (штоки, оси, шпиндели запорной арматуры и др.).

Основным показателем точности маложёстких валов является прямолинейность. Достижение последней при изготовлении валов с соотношением длины к диаметру выше 30 сопряжено с трудностями из-за необходимости борьбы с технологическими остаточными деформациями (ТОД) изгиба, возникающими в процессе изготовления, имеющими свойство наследования по операциям и занимающими доминирующее положение в балансе точности.

Образование ТОД изгиба связано с изменением напряжённого состояния заготовки вала после удаления вместе с неравномерным припуском части остаточных напряжений (ОН), имевших место в заготовке до обработки, а также формированием непосредственно механической обработкой неравномерных напряжений в поверхностном слое заготовки.

Применение традиционных технологий, заклю-

чающихся в чередовании токарного точения, правки изгибом, термической обработки на снижение уровня ОН и повторении данного цикла несколько раз, не приводит к желаемым результатам, т.к. при проведении правки изгибом формируются дополнительные ОН, а термообработка увеличивает ТОД изгиба. Кроме того, известные технологии являются длительными и энергоёмкими.

Целью исследований явилось обеспечение прямолинейности валов с соотношением длины к диаметру более 50. В результате выявлены последовательность и виды технологических операций, наиболее рационально обеспечивающих поставленную цель.

1. Правка исходных заготовок растяжением. Последняя в отличие от правки изгибом дополнительно не формирует ОН, снижает имеющиеся технологические ОН и деформации изгиба исходной заготовки пропорционально отношению модуля упругости (E) материала к модулю пластичности (E_p) материала. Для большинства сталей $E/E_p > 20$, поэтому снижение исходных деформаций заготовок валов и технологических ОН существенно. Для сталей, имеющих площадку текучести ($E_p = 0$) правка полностью устраняет исходный изгиб и ОН.

Перед проведением правки растяжением необходим выбор заготовки по максимально допустимым исходным деформациям изгиба, рассчитанным по специальной методике. Подобное имеет целью не допустить формирования зон наклёпа сжатием в процессе правки.

Наиболее рационально совмещение правки растяжением с термообработкой заготовок на заданные механические свойства её материала. Это достигается применением специальных несложных устройств, защищённых патентами РФ, использующих разность температурных расширений металлов при нагреве или охлаждении.

2. Применение технологических операций, не основанных на нагреве и снижающих уровень ОН, а также стабилизирующих форму заготовки. Для этого наиболее рациональна вибрационная обработка крутильным моментом на резонансных частотах системы «заготовка – вибратор» (защищена патентом РФ), которая приводит к равномерной силовой проработке заготовки вала по всей длине и в поперечных сечениях, к снижению и стабилизации ОН без образования ТОД изгиба заготовки. Кроме того, она не требует сложного и громоздкого оборудования, большого расхода энергии и времени.

3. Применение при токарной обработке самоцентрирующего люнета и виброгасителя. В комплексе последние обеспечивают точность центрирования заготовки, препятствуют её упругому смещению, повышают виброустойчивость технологической системы. Снижению (в 3-6 раз) ТОД изгиба, формируемых при резании, способствует уменьшение подачи, увеличение скорости резания и глубины, а также уменьшение вспомогательного угла в плане режущего инструмента и увеличение радиуса его вершины. Режимы обработки и геометрия инструмента определяются по специальной методике исходя из фактически имеющихся ТОД изгиба от предыдущих операций и