

Дополнения

**(Секция 13 **Фундаментализация и качество
подготовки дипломированных
специалистов по техническим
специальностям**)**

Содержание

Полякова Л.Ю. ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	3
Чирков А.Н., Ромашов Р.В КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ НА ДЛИТЕЛЬНУЮ ПРОЧНОСТЬ.....	8

Полякова Л.Ю. ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

(Кумертауский филиал ГОУ ОГУ)

Одним из градообразующих предприятий города Кумертау по праву считается КумАПП (Кумертауское Авиационное Производственное Предприятие).

Вертолеты, выпускаемые на предприятии, пользуются высоким спросом на внутреннем и внешнем рынках.

На КумАПП выпускают различные модели вертолетов КА-226, КА-27, КА-32 и др.

Предприятие заинтересовано в выпуске продукции, обладающей высоким уровнем качества при минимальной себестоимости. Для выполнения требований конкурентоспособности обычно используются 2 варианта. [1]

Первый вариант связан с переходом на передовые технологии, что неизбежно влечет высокие капитальные вложения на приобретение нового оборудования, а также затраты времени на переобучение персонала.

Второй вариант предусматривает своевременное обновление существующих технологических процессов для достижения значительного улучшения таких показателей эффективности, как стоимость, качество, обслуживание и скорость.

Маркетинговая политика ведущих зарубежных фирм основана на постоянном снижении стоимости выпускаемых товаров. Как показала практика, значительный вклад в себестоимость продукции вносят энергетические затраты на ТП. Для промышленных предприятий затраты на электроэнергию относятся к числу основных и становятся сопоставимыми с затратами на сырье.

Однако во многих случаях, возможно снижение расходов электрической энергии за счет применения оптимального управления энергоемкими тепловыми объектами, такими как электрические печи, сушильные камеры и т.п. Теоретические исследования показывают, что при оптимальном управлении снижение затрат энергии в динамических режимах может находиться в пределах 10...25% по сравнению с традиционным управлением. Кроме того, актуальность задач экономии и оптимального использования энергоресурсов с каждым годом возрастает в связи с ростом цен на электроэнергию и усиление конкурентной борьбы между фирмами, производящими энергоемкое оборудование, транспортные средства и другие машины.

Качество – это условие обеспечения бездефектного производства.

Обеспечение качества в процессе производства особенно актуально для сложных технических систем, отказы которых связаны с прямой угрозой для человеческой жизни – авиация.

Эффективность изделия зависит от его структуры, характера связей между элементами, вида управляющих алгоритмов и ряда других закономерностей, не поддающихся описанию при помощи указанных параметров.[2]

Эффективность автоматизированной производственной системы характеризуется:

- стоимостью всех видов оборудования,
- надежностью технических средств, быстродействием технических средств,
- численностью обслуживающего персонала,
- числом управляющих программ,
- производительностью,
- коэффициентом загрузки технологического оборудования,
- гибкостью,
- рентабельностью,
- длительностью производственного цикла.

Изделия из композиционных материалов прочно заняли своё место в различных отраслях промышленности. Они с успехом конкурируют с такими традиционными конструкционными материалами, как сталь и различные металлические сплавы. Например, в авиастроительном производстве из таких материалов изготавливают лонжероны лопасти, детали корпусов и т. д.

Технология изготовления композиционных материалов состоит в следующем.

Стеклоткань пропитывается специальными армирующими связующими материалами. Из пропитанной стеклоткани (препрега) по лекалам выкраиваются детали и послойно укладываются на цулагу. Многослойная конструкция из прописанной стеклоткани, которой придана требуемая форма, подвергается специальной температурной обработке.

Сверху слои накрываются вакуумным мешком. Мешок выкраивают на несколько сантиметров больше детали. Свободный край мешка приклеивается к цулаге, а между цулагой и мешком помещается воздухоотвод. Вакуумная система откачивает воздух из-под мешка, в результате деталь повторяет форму цулаги. Цулага загружается в автоклав, на мешок крепится часть температурных датчиков и датчиков давления, а часть остается в подвешенном состоянии для определения температуры среды.

Полимеризация – это отверждение композиционных материалов. В результате процесса полимеризации получается изделие, которое по своим прочностным свойствам превосходит металлические изделия. При этом не требуется дорогостоящая обработка (штамповка, резание и т. д.).

В качестве основного оборудования для процесса полимеризации используется сосуд, работающий под давлением – автоклав немецкой фирмы «Шольц». Он широко используется в машиностроении, например, для отверждения изделий из композиционных материалов в воздушной среде.

Подобные сосуды представляют собой типичные нелинейные системы с распределенными параметрами. При решении задач управления такие объекты рассматриваются как многомерные, т. е. имеющие несколько входов и выходов, причем каждый вход влияет на несколько выходов, а значение каждого выхода зависит от нескольких входов.

В соответствии с техническим регламентом в автоклаве выделяется несколько зон с различными температурными режимами. Так нагрев воздушной

среды в автоклаве происходит неравномерно, зависимость изменения фазовых координат по длине автоклава от времени имеет сложный характер.

Процесс полимеризации определяется термическими условиями, создаваемыми специальными электронагревателями, которые и определяют теплофизические процессы, происходящие в автоклаве.

Оптимизация процесса полимеризации связана с разработкой алгоритма управления теплофизических явлений.

Основные трудности при создании таких алгоритмов возникают из-за необходимости учета:

- нелинейности процесса;
- изменяющейся внешней среды;
- изменяющихся условий самого процесса;
- внутренних связей процесса;
- многослойности соответствующих конструкций с различными теплофизическими свойствами;
- фазовых переходов при полимеризации;
- инерционности процесса нагрева.

В ходе процесса полимеризации необходимо контролировать следующие параметры:

- температуру,
- давление среды в автоклаве,
- вакуум между мешком и цулагой,
- скорость нагрева,
- выдержку температуры на заданном уровне,
- скорость охлаждения.

Особенно существенная роль принадлежит температуре отверждения, которая решающим образом влияет на свойства получаемого материала. Для различных связующих рекомендуемые температуры отверждения лежат в интервале от 120 до 220°С, контроль за их соблюдением осуществляется с точностью $\pm 5^\circ\text{C}$. Нарушение режимов может вызвать либо интенсификацию процессов деструкции, либо недополимеризацию.

Давление преодолевает упругость газов и паров воды, выделяющихся при нагреве и охлаждении связующего, предупреждает расслоение стеклопластика, обеспечивает контакт слоев, проникновение связующего между волокнами наполнителя.

Необходимо выбрать критерий оптимальности, который будет обеспечивать качество выпускаемых изделий на требуемом уровне без изменения конструкции автоклава и технологического процесса.

Для этого необходимо определить математическую модель процесса полимеризации.

Модель – есть описание физического процесса в целях управления.

Для компьютерного управления модель динамической системы должна быть представлена в дискретном виде, либо в пространстве состояний (внутреннее представление), либо как отношение вход/выход (внешнее представление) – выбор зависит от структуры проектируемой системы управления.

Учет внутренних взаимосвязей добавляет массу сложностей в модель процесса, даже если он в основе своей прост.

Систему с внутренними связями, где изменение на одном из входов влияет сразу на несколько выходов, можно представить в виде блок-схемы.[3]

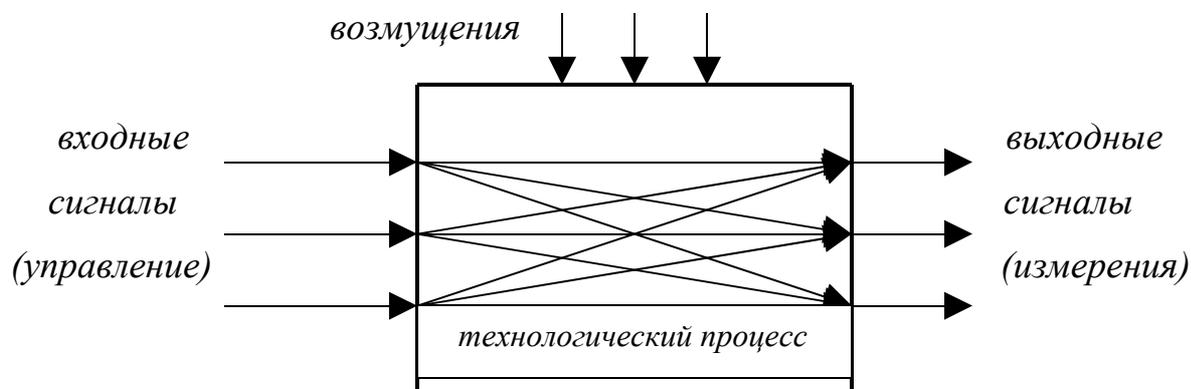


Рис. 1. Внутренние взаимосвязи технологического процесса.

Система чрезвычайно сложна во всех смыслах – имеет большое число составляющих, обладает нелинейной динамикой, должна работать в рамках жестких временных ограничений, подвержена постоянному изменению нагрузки и внешних условий, требует очень высокой управляемости и надежности. Эффективно управлять такой большой системой можно только с помощью компьютеров.

Управляемый технический процесс лишь только часть проблемы; другая ее часть – управляющий компьютер.

Система управления используется не только для регулирования и определения последовательности технологических операций, но должна выполнить и ряд дополнительных функций, например, распознавать нештатные ситуации и адекватно на них реагировать.

Кроме того, она собирает текущие рабочие данные, рассчитывает статистические параметры, отображает информацию для операторов и исполняет их команды.

На основании экспериментальных данных необходимо:

- выявить закономерности протекания процессов полимеризации;
- определить математическую модель (уравнений) объекта, датчиков и исполнительных устройств;
- создать алгоритм управления, позволяющего оптимизировать теплофизические процессы в установках автоматического ведения технологических процессов;
- спроектировать регулятор на основании разработанных моделей и критериев качества;
- оценить результаты синтеза системы аналитически, путем имитационного моделирования, и, наконец, испытанием физической системы.

Решение вышеперечисленных проблем позволит

- снизить время на производство единицы продукции;
- снизить затраты на производство единицы продукции;
- управлять качеством (снижение брака).

Необходимо отметить, что численное решение рассмотренных задач требует проведения комплекса работ по созданию структуры модели динамики автоклава и получению ряда частных моделей, решения задачи идентификации, проведения анализа оптимального управления и определения оптимальных управляющих воздействий.

Математический аппарат решения комплекса задач оптимального управления планируется использовать при разработке системы управления тепловыми объектами на ФГУП КумАПП

Таким образом., проблема построения алгоритмов управления теплофизическими процессами актуальна с практической и научной точек зрения.

Список литературы

1. И. В. Тюрин, Оптимальное управление многомерными тепловыми объектами/ Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2005.№8
2. Л. Н. Александровская, А. П. Афанасьев, А. А. Лисов. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем. – М.: Логос, 2003.
3. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. СПб.: Невский Диалект, 2001.

Чирков А.Н., Ромашов Р.В КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВОК ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ НА ДЛИТЕЛЬНУЮ ПРОЧНОСТЬ

(Оренбургский государственный университет)

В современном машиностроении все большее значение приобретают вопросы длительной прочности при постоянных или произвольным образом меняющихся во времени нагрузках. Для оценки прочности деталей, длительное время находящихся в нагруженном состоянии, вводится понятие предела длительной прочности - напряжение, под действием которого материал при данной температуре разрушается через заданный промежуток времени. Этот промежуток времени называется базой испытания. База испытания назначается исходя из срока службы детали и колеблется от нескольких часов до нескольких лет. С увеличением температуры и базы испытания предел длительной прочности, естественно, уменьшается. Чаще всего испытания на длительную прочность проводятся по схеме одноосного растяжения.

У многих материалов под нагрузкой наблюдается непрерывный рост остаточных деформаций (явление ползучести) при высоких температурах, заканчивающийся в определенных условиях разрушением материала. Однако, некоторые материалы (металлы с низкой температурой плавления, бетон, пластмассы, полимерные композиционные материалы и др.) обладают большой склонностью к ползучести даже при нормальных температурах, поэтому для оценки их сопротивляемости деформациям и разрушению выполняют испытания на ползучесть и длительную прочность при комнатной температуре.

Для определения предела длительной прочности проводятся испытания нескольких, по крайней мере шести - десяти образцов при разных напряжениях. Основным результатом испытания каждого образца является время до разрушения t_p при заданном напряжении σ . По экспериментальным точкам строится кривая $\lg \sigma - \lg t_p$, и после ее экстраполяции до заданного времени оценивают величину предела длительной прочности.

В лаборатории механических испытаний кафедры сопротивления материалов ОГУ авторами данной работы по заказу НПО «Композит» в течение многих лет проводились испытания полимерных композиционных материалов (стеклопластики, органопластики, углепластики с различными схемами армирования) на длительную прочность при комнатной температуре по схеме одноосного растяжения. Длительность (база) этих испытаний колебалась в широком диапазоне (от нескольких минут до нескольких лет) в зависимости от величины приложенной нагрузки. В связи с этим возникла потребность в совершенствовании конструкций установок для таких испытаний.

Ранее в нашей стране и за рубежом выпускалось несколько вариантов универсальных установок (машин) для испытаний различных материалов на ползучесть и длительную прочность. Чаще всего в них использовались механический привод для нагружения образцов и автоматическое поддержание

заданной нагрузки. Однако, указанные установки дорогостоящие, и их использование для исследований длительной прочности при большой базе испытания (например, несколько месяцев или лет) становится экономически нецелесообразным.

Рассмотрим некоторые конструктивные особенности разработанных на кафедре сопротивления материалов ОГУ установок [1-11]. При испытаниях на длительную прочность полимерных композиционных материалов растягивающее усилие, прикладываемое к образцу, колебалось в пределах от 5 кН до 50 кН. Для получения требуемых усилий использовались дифференциальные рычажные устройства [1], позволяющие получать большие передаточные отношения, то есть значительное (многократное) превышение рабочего усилия на образце над усилием, прикладываемым к рычагу. При этом, кроме прочих достоинств, значительно уменьшаются габаритные размеры испытательных установок.

Применяемый в указанных выше промышленных установках механический привод для передачи усилия через редуктор с большим передаточным отношением с целью получения малых скоростей нагружения рационален лишь при малой базе (кратковременных) испытаний. Для испытаний большой длительности (например, несколько месяцев или лет) нами предложены конструкции силовозбудителей с электрическим тепловым приводом (термонагружатели) и с механическим регулированием перемещения образца в процессе его деформации от ползучести [2-6]. В некоторых случаях можно также применять конструкции силовозбудителей с гидравлическим приводом [7,8].

Большое значение имеет то обстоятельство, что испытательные установки должны быть аттестованы метрологической службой по точности получения и поддержания в процессе испытания требуемых усилий. С целью повышения точности при одновременном обеспечении удешевления испытательных установок нами применены стандартные образцовые динамометры, проходящие периодическую аттестацию в метрологической службе согласно установленным графикам проверок. Конструкция установок [9,10] позволяет применить образцовый динамометр при нагружении образца, а после получения заданного усилия - снять динамометр без разгрузки испытуемого образца. При этом на место снятого динамометра устанавливается вставка - тяга либо дополнительный испытуемый образец.

Опытами установлено, что при испытаниях большой длительности вообще нецелесообразно наличие силовозбудителя на установке в течение всего периода испытания, так как корректировка рабочего усилия на образце выполняется через значительные промежутки времени (например, один раз в неделю или месяц). Нами предложен переносной силовозбудитель [11], с помощью которого можно обслуживать несколько установок по мере необходимости. При этом в качестве силовозбудителя применен ручной гидравлический домкрат усилием до 50 кН, устанавливающийся на П-образную переносную рамку. Рамка закрепляется на испытательной установке и используется для нагружения образца с получением требуемого рабочего

усилия, а также для корректировки (увеличения или уменьшения) этого усилия, после чего она может быть отсоединена от установки. В предложенных установках реализованы и другие конструктивные особенности испытательной техники, описание которых дано в патентах на изобретения [1-11 и др.].

Список использованных источников

1. Патент 2239812 RU. Установка для постоянного нагружения образцов при испытаниях на растяжение / Чирков А.Н., Чирков Ю.А., Кушнарченко В.М., Печеркин В.В. - Опублик. в Бюл. №31 от 10.11.2004
2. Патент 2097734 RU. Установка для испытания материалов на растяжение / Чирков А.Н., Кушнарченко В.М., Чирков Ю.А., Огорелкова Н.И. - Опублик. в Бюл. № 33 от 27.11.1997
3. Патент 2091743 RU. Установка для испытания материалов на растяжение / Чирков А.Н., Кушнарченко В.М., Чирков Ю.А., Огорелкова Н.И., Узяков Р.Н. - Опублик. в Бюл. № 27 от 27.09.1997
4. Патент 2087894 RU. Установка для испытания материалов на растяжение / Чирков А.Н., Кушнарченко В.М., Фот А.П., Чирков Ю.А., Огорелкова Н.И. - Опублик. в Бюл. № 23 от 20.08.1997
5. Патент 2089873 RU. Установка для испытания материалов на растяжение / Чирков А.Н., Кушнарченко В.М., Чирков Ю.А., Огорелкова Н.И. - Опублик. в Бюл. № 25 от 10.09.1997
6. Авт.свидет. 1665272 SU. Установка для испытания материалов на длительную прочность / Чирков А.Н., Ромашов Р.В., Самойлов Г.К., Тарасюк В.И. - Опубл. в Бюл. № 27 от 23.07.1991
7. Авт.свидет. 1670482 SU. Установка для испытания материалов на длительную прочность / Чирков А.Н., Ромашов Р.В., Самойлов Г.К. - Опубл. в Бюл. № 30 от 15.08.1991
8. Авт.свидет. 1751667 SU. Установка для испытания материалов на длительную прочность / Чирков А.Н., Ромашов Р.В., Самойлов Г.К. - Опубл. в Бюл. № 28 от 30.07.1992
9. Патент 2141636 RU. Установка для испытания материалов на длительную прочность / Чирков А.Н., Чирков Ю.А., Ромашов Р.В., Горелов С.Н. - Опублик. в Бюл. № 32 от 20.11.1999
- Ю. Патент 2164345 RU. Установка для испытания материалов на длительную прочность / Чирков А.Н., Чирков Ю.А., Ромашов Р.В., Горелов С.Н. - Опублик. в Бюл. № 8 от 20.03.2001
11. Патент 2219520 RU. Установка для испытания материалов на длительную прочность / Чирков А.Н., Чирков Ю.А., Кушнарченко Е.В., Овчинников П.А. - Опублик. в Бюл. № 35 от 20.12.2003