

Особенности проектирования изделий из ПМ

В этом номере ИБ ПМ мы заканчиваем публикацию цикла статей, в которых рассматриваются основные аспекты, на которые необходимо обращать внимание при проектировании изделий из ПМ (см. ИБ ПМ №№ 2, 3, 5, 11 за 2001 г. и № 3, 4, 6, 7 и 10 за 2002 г.). Статьи подготовлены специалистами компании Дюпон.

Часть 10. Технические требования к изделию Некоторые подсказки

Цель разработки новых или улучшения существующих изделий состоит в том, чтобы достичь технического совершенства конструкции при условии минимизации издержек производства. Главные задачи, решаемые на этапе проектирования - это выбор полимерного материала, выбор технологии изготовления изделия, расчет прочности и проектирование формы.

Высококачественное, рентабельное изделие может быть изготовлено только при условии полного анализа всех перечисленных этапов проектирования и последовательного их выполнения. Проектно-конструкторские отделы фирм склонны к чисто функциональному подходу при выборе решения. Следует иметь в виду, однако, что функциональные возможности и рентабельность изделий из полимерных материалов часто вступают в противоречие, поэтому необходимо учитывать как технические, так и экономические параметры.

Свойства полимерных материалов не являются неизменными

Свойства полимерных материалов могут изменяться под влиянием окружающей среды, технологии переработки, конструкции изделия и условий эксплуатации (рис. 1). Свойства определяют испытаниями в лабораторных условиях. Образцы для испытаний изготавливают в полированных формах при оптималь-

ных технологических параметрах и испытывают при стандартных условиях с известными остаточными напряжениями. На практике, однако, изделия из полимерных материалов не выпускаются в идеальных условиях и не подвергаются при эксплуатации именно таким нагрузкам, как при лабораторных испытаниях. Поэтому, начиная новый проект по изготовлению изделий из полимерных материалов, Вы должны проанализировать и составить перечень технических требований и граничных условий. Такой перечень, или технические требования, будут очень полезны в работе (рис. 2).

Изготовление опытных образцов (прототипов)

Для разработки изделия от стадии проектирования до готовности к продаже, как правило, необходимо изготавливать опытные образцы для испытаний и оптимизации изделия. Важно при этом обеспечить соответствие метода изготовления прототипа и технологии серийного производства. Опытные образцы изделий, которые будут изготавливаться методом литья под давлением, необходимо изготовить тем же методом.

Если отсутствует соответствующая форма, иногда для получения прототипов приходится прибегать к механической обработке заготовок. Этот метод, однако, не всегда адекватно отражает характеристики реального изделия по следующим причинам:

- невозможно спрогнозировать влияние ли-

ний холодного спая на прочность изделия;

- пазы, выполненные путем механической обработки, могут значительно сильнее понизить прочность, чем пазы, полученные при литье под давлением;

- прочность и жесткость стержней и листов, изготовленных экструзионным формованием, могут быть выше, чем при литье под давлением из-за более высокой степени ориентации или кристаллизации полимера;

A. Общая информация 1. Назначение изделия 2. Возможности для модификации и вариаций (увеличение функциональных возможностей)
B. Условия эксплуатации 1. Напряжения: тип, продолжительность действия, уровень - статические, динамические - кратковременные, долговременные, термические - максимальные и минимальные значения 2. Температура эксплуатации - максимальные и минимальные значения - продолжительность действия 3. Окружающая среда при эксплуатации - влажность - вода - влажность - химические реагенты - УФ облучение
C. Конструктивные требования 1. Допуски 2. Максимально допустимая деформация изделия 3. Сборка - разборка (методы соединения) 4. Технологические требования и соглашения - официальные нормативные документы - внутренние руководящие документы компании 5. Качество поверхности - допустимая шероховатость
D. Условия испытаний Всё методы испытаний, которые могут использоваться для определения эксплуатационных показателей и оценки качества изделий по полимерным материалам, должны быть внесены в список технических требований.
E. Соединимость/растворимость 1. Соединимость изделия или детали (проблемы конструкции) 2. Объем производства
F. Прочие 1. Зависимость от среды окружающей среды 2. Факторы безопасности: органы труда 3. Вся документальная информация, необходимая для полного понимания назначения изделия и условий эксплуатации, механических нагрузок, внешних воздействий и возможных вариантов граничных условий, которые изделие должно выдерживать

Рис. 2. Перечень технических требований

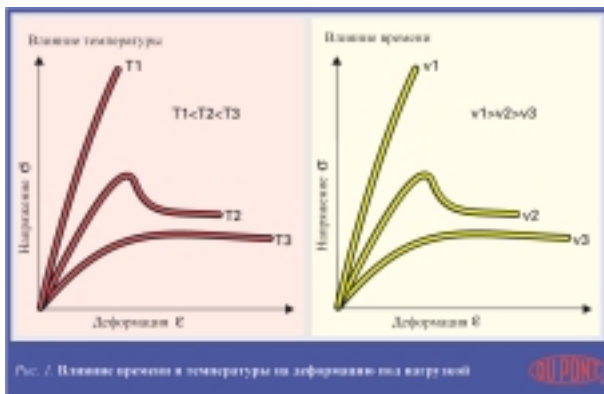


Рис. 1. Влияние времени и температуры на деформацию под нагрузкой

- невозможно исследовать влияние ориентации волокнистого наполнителя.

Изготовленный путем механической обработки из экструдированного материала опытный образец пружины выключателя освещения выдержал 180 000 рабочих циклов. Такая же деталь, изготовленная литьем под давлением, разрушилась вследствие усталости материала после 80 000 циклов. Причиной разрушения была различная кристаллическая структура полимерного материала в изделии, изготовленном разными методами (рис. 3).

Экспериментальные формы

Для изготовления опытных образцов применяются литьевые формы, изготовленные из мягких и относительно дешевых материалов (алюминия и латуни) путем литья под давлением. В таких формах, однако, невозможно точно воспроизвести важнейшие параметры процесса литья полимерных изделий - температуру и давление. Кроме того, по скорости охлаждения и температурному полю такие формы могут существенно отличаться от серийных. Это отличие

влечет за собой различия в усадке и короблении изделий. Рекомендуется поэтому изготавливать экспериментальные формы из закаленной стали. Такая форма может быть одногнездной или в виде индивидуальной вставки в многогнездную форму.

Испытание изделий из полимерных материалов

При современных методах компьютерного моделирования, таких как анализ прочности, тепло- и массопереноса, потенциальные слабые точки конструкции изделия или тех-

нологии его изготовления часто удается определить на самой ранней стадии разработки. Однако на основании моделирования нельзя дать 100 %-ю гарантию качества готового изделия и его поведения при эксплуатации. Наиболее надежная информация может быть получена путем испытания опытных образцов в реальных эксплуатационных условиях. Этот вид испытания является обязательным для конструкционных ма-

(Окончание на стр. 13)

(Окончание. Начало на стр. 8)



Рис. 3 Пружина, изготовленная из экструзионного материала металлической обработкой | Пружина, вырубленная из металла под давлением

- ⚠ Избегайте угловатых элементов
- ⚠ Стремитесь к одинаковой толщине стенок
- ⚠ Проектируйте как можно более тонкие стенки с учетом требуемой прочности
- ⚠ Принимайте ребра вместо увеличения толщины стенок
- ⚠ Предусмотрите закругление углов и кромок
- ⚠ Избегайте плоских областей
- ⚠ Предусмотрите технологические уклоны
- ⚠ Избегайте пазов
- ⚠ Не проектируйте изделие с большей точностью изготовления, чем требуется
- ⚠ Проектируйте многофункциональные изделия
- ⚠ Используйте экономичные методы сборки
- ⚠ Размещайте детали на одной толстой стенке

При выборе металла на полимерный материал необходимо рассмотреть конструктивные аспекты

Рис. 4 Полезные советы конструкторам изделий из полимерных материалов.

териалов, которые должны отвечать высоким функциональным и качественным требованиям.

Если испытания в реальных эксплуатационных условиях невозможны, то следует смоделировать такие условия. Ценность таких испытаний, однако, полностью зависит от степени совпадения реальных и модельных режимов.

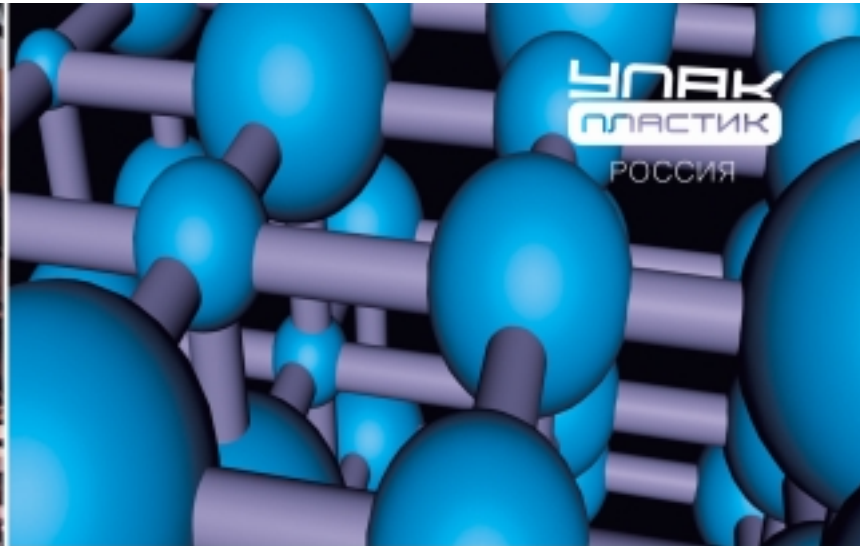
Длительные испытания для оценки долговременного поведения изделий под нагрузкой или при нагревании часто невозможны или экономически неоправданы. С другой стороны, прогноз длительного поведения материала на основе ускоренных испытаний при более жестких условиях не всегда точен и должен рассматриваться только как ориентировочный. Поведение полимерного материала под нагрузкой при длительных испытаниях может полностью отличаться от поведения при ускоренном испытании.

Новое в технологии полимерных материалов

Множество примеров успешного применения полимерных материалов в различных отраслях промышленности подтверждают, что будущее принадлежит им. При разумном использовании свойств полимеров можно разрабатывать многофункциональные изделия, которые экономически и технически превосходят предшествующие конструкции.

Современная техника требует все более и более сложных конфигураций изделий и конструкционных материалов. Полимерные материалы способны решить многие проблемы в этом направлении. Важно, однако, правильно выбирать полимерные материалы для определенных изделий. Изготовители сырьевых материалов (полимеров) имеют обширный опыт в этой области. Целесообразно использовать их опыт, чтобы реализовать новые конструкторские и технологические идеи в технологии производства изделий из полимерных материалов.

Jurgen Hasenauer, Dieter Kuper, Jost E. Laumeyer, Ian Welsh

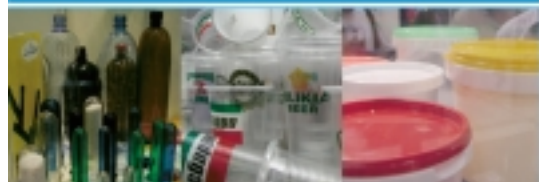


8 – 11 апреля 2003

Россия, Москва, КВЦ "СОКОЛЬНИКИ"

Международная выставка сырья, машин и оборудования для производства упаковочных полимерных и комбинированных материалов, упаковочных изделий, конвертного. Упаковочные изделия из полимеров. Гибкая упаковка. Машины и оборудование для производства и переработки пластмассы и каучука. Изделия из пластмасс

www.packplastic.ru



КВЦ "СОКОЛЬНИКИ": Россия, 107113, Москва, Сокольнический вал, 1, павильон 4
Тел./факс: (095) 100-3401, 268-7600, 268-7686
E-mail: arhipova@exposokol.ru