



Рис. 2. Зависимость стоимости удельной жесткости и прочности стеклонаполненного ПП в изделиях от структуры и напряженного состояния
1, 2 – растяжение; 3, 4 – сжатие
(1 и 3 – для удельной жесткости; 2 и 4 – для удельной прочности)

Заключение. Таким образом, изложенная методика дает количественную оценку технико-экономическим показателям эффективности той иной схемы армирования термопластичных полимеров в изделиях и может быть использована для широкого спектра конструкционных материалов.

Список литературы

1. Мясникович, М.В. Инновационная деятельность в Республике Беларусь: теория и практика / М.В. Мясникович. – Минск: Аналитический центр НАН Беларуси: Право и экономика, 2004. – 177 с.
2. Bader, M.G. Selection of composite materials and manufacturing routes for cost-effective performance / M.G. Bader // Composites A. – 2002. – Vol. 33. – P. 913–934.
3. Ставров, В.П. Формообразование изделий из композиционных материалов. – Минск: БГТУ, 2006. – 482 с.
4. Gutowski, T.G. Cost, automation, and design in advanced composite manufacturing / T.G. Gutowski // Advanced Composites Manufacturing. – N.Y.. J.Wiley, 1997. – P. 513–570
5. Comprehensive composite materials: 6 vol. set / Editors-in-chief A. Kelly, C. Zweben. – Oxford: Elsevier Science Ltd, 2000. – Vol. 2. Polymer matrix composites / Editors R.Talreja, J.A. E. Manson. – 759 p.
6. Изменение структуры и проницаемости натянутого волокнистого слоя в процессе пропитки полимерным расплавом В.П. Ставров [и др.] // Механика композитных материалов. – 2000 – Т.36, № 2. – С. 259–270.
7. Наркевич, А.Л. Особенности структуры и свойств стекловолокнистых композитов с термопластичной матрицей, полученных методом пултрузии: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.01 / А.Л. Наркевич. – Минск, 2009. – 232 л.

СТРУКТУРА И ПРОЧНОСТЬ СТЕРЖНЕЙ ИЗ СТЕКЛОАРМИРОВАННОГО ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

Ставров В.П., Наркевич А.Л., Карпович О.И., Купраш Е.А.

*Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь,
narkevichan@rambler.ru*

В строительстве, машиностроении и химической промышленности широко используются стержневые элементы конструкционного назначения. Значительные сырьевые ресурсы и относительная дешевизна в сочетании с высокими эксплуатационными свойствами

ми вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТФ) обуславливают актуальность получения на основе него однонаправленно армированные длинномерные изделия в виде стержней. Такие стержни на основе полимерных материалов получают по пултрузионной технологии. Одностадийная пултрузионная технология с применением термопластов основана на формировании стержней непосредственно после пропитки армирующих волокон расплавом полимера [1]. Эта технология характеризуется низкими энергозатратами по сравнению с другими вариантами получения таких изделий. Особенности одностадийной технологии получения профильных изделий и применение в качестве матрицы вторичного ПЭТФ обуславливают структуру и свойства конечных изделий. Определенные трудности возникают при определении для однонаправленно армированных стержней прочности, значения которой зависят от условий передачи нагрузки на стержень при испытаниях.

Цель работы – изучение структуры и характеристик прочности стержней полученных по одностадийной пултрузионной технологии на основе ПЭТФ и стеклянных волокон.

Опытные партии стержней различного сечения (круглого, плоского и Т-образного) на основе вторичного ПЭТФ (бытовые отходы тары) и стекловолокна ЕС 13-2400 (ОАО «Полоцк-стекловолокно») получены на экспериментальной установке в лаборатории БГТУ и на промышленной установке в ООО «Монолит-Пласт». Степень наполнения полученных профилей 20–50 мас.%, площадь поперечного сечения – до 100 мм²

Заданное массовое содержание волокон в каждой стренге обеспечивали калибрующими фильерами на выходе из пропиточной головки. Степень наполнения волокнами центральной части стренги выше, чем на периферии – это обусловлено особенностями пропитки волокнистой системы под натяжением на цилиндрических отклоняющих элементах. Формирование стержня происходит путем объединения (консолидации) стренг, в которых полимер находится в состоянии расплава, в профилирующем устройстве [2]. При профилировании неизбежно отклонения стренги от исходного ее направления и изменение формы поперечного сечения, а на поверхности входной части профилирующего устройства создается давление, что приводит к смещению натянутой волокнистой системы, сопровождающейся фильтрацией полимерного расплава через нее [3]. Получается неоднородная по сечению структура. Чем выше степень наполнения, тем эта неоднородность ниже. Явление трансформации структуры (смещения волокнистой системы и фильтрации расплава) использовали для получения неоднородного по сечению армирования с расположением волокон в тех частях стержней, где они испытывают наибольшие растягивающие напряжения при эксплуатации (при изгибе или кручении). Это же явление позволяет создавать на поверхности стержня выступы, рифления и т.п. Необходимо отметить, что структура самого ПЭТФ формируется на стадии охлаждения [4] и для получения качественных изделий применяли интенсивное охлаждение профилирующей оснастки.

Для передачи нагрузки при растяжении круглых стержней с рифлениями, использовали в захватах удлиненные губки с поперечными насечками на полукруглой канавке, что позволило избежать характерных для однонаправленно армированных материалов раздавливаний, перерезываний и сдвигов стержня в захватах. Для определения прочности таких же стержней сечением до 100 мм² концы заделывали с применением цементосодержащих смесей. Получили значения для степеней наполнения 30, 40 и 50 мас.% не менее 200, 320 и 440 МПа соответственно. Значения согласуются с прогнозируемыми.

Для определения прочности при изгибе применяли специально профилированные опоры и индентор. Прочность при изгибе для круглых стержней получили несколько ниже, чем для плоских, для степени наполнения 40 мас.% - 200 и 260 МПа соответственно. Разрушение плоских стержней происходило от растягивающих напряжений, а круглых – от растягивающих и касательных напряжений.

Таким образом, стержневые элементы из однонаправленно армированного стекловолокном вторичного ПЭТФ, получаемые по одностадийной пултрузионной технологии, обладают высокими показателями механических свойств. При изготовлении и применении

таких профилей следует учитывать зависимость их свойств от расположения армирующих волокон в сечении и способ передачи на них нагрузок при эксплуатации.

Список литературы

1. Ставров, В.П. Формообразование изделий из композиционных материалов. – Минск: БГТУ, 2006. – 482 с.
2. Карпович, О.И. Консолидация стренг из армированных термопластов / О.И. Карпович, А.В. Марков, В.П. Ставров // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2001 – Т.6, № 1 – С. 40–44.
3. Наркевич, А.Л. Трансформация структуры профиля из однонаправленно армированного термопласта при одностадийной пултрузии / А.Л. Наркевич, В.П. Ставров // Труды БГТУ Сер. IV, Химия и технология органических веществ. – 2001. – Вып. IX. – С. 127–129.4.
4. Наркевич, А. Л. Влияние структуры и режимов охлаждения на кристаллизацию вторичного стеклонаполненного ПЭТФ в изделиях / А.Л. Наркевич, В.П. Ставров // Материалы. Технологии. Инструменты. – 2009. – Т.14, № 2. – С. 65–71

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ ПРИ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ СТАЛИ

Бахрачева Ю. С., Николаева Е.В.

*Московский университет путей сообщения (МИИТ), Волгоградский филиал
bakhracheva@vandex.ru*

Знание качественных и количественных закономерностей формирования структурно-фазовых состояний при нитроцементации лежит в основе усовершенствования технологий химико-термической обработки, повышающей износостойкость и прочность деталей машин, эксплуатирующихся при повышенных нагрузках. В отличие от других видов термообработки, структурные и фазовые превращения при термоциклической (ТЦО) и химико-термоциклической обработке (ХТЦО) совершаются многократно при изменяющейся температуре нагрева-охлаждения. Необходимость многократного повторения обработки, как правило, обусловлена стремлением накопить изменения, которые коренным образом улучшают качество изделий и придают им свойства, не достижимые при одноразовой термической обработке.

В настоящей работе была поставлена задача исследования структуры и диффузионных процессов нитроцементации стали 20Х в условиях термоциклирования.

В процессе ХТЦО после происходит образование в диффузионном слое четко выраженных характерных структурных зон.

Формирование этих зон можно объяснить исходя из различного содержания в них углерода и, как следствие, термоциклирования в различных областях диаграммы Fe–Fe₃C. Содержание углерода в слое изменяется от 0,2 до 2 %.

В сердцевине и в переходном слое с содержанием углерода 0,2 – 0,4 % температура нагрева 900 °С выше A_{c3} для стали 20Х. Поэтому в процессе ХТЦО происходят неоднократные α↔γ превращения, способствующие протеканию процессов накопления искажений кристаллической решетки и сопровождающиеся развитием релаксационных процессов, заканчивающиеся рекристаллизацией аустенита с формированием очень мелкого зерна размером менее 0,2 мкм. Мелкое аустенитное зерно обеспечивает получение после закалки скрытоугольчатого мартенсита 1 балла.

Применение выдержки при верхней температуре циклирования способствует растворению цементита. Углерод цементита, растворяясь в аустените, получает возможность