

Процесс ультразвуковой калибровки силового элемента волоконно-оптического кабеля

Р.В. Барсуков, А.Н. Сливин, В.Н. Хмелев, А.В. Шалунов

Бийский технологический институт

Алтайского государственного технического университета, Бийск, Россия

Аннотация. Стеклопластиковый стержень выполняет функцию силового элемента для оптоволоконного кабеля. При изготовлении стеклопластикового прутка в процессе полимеризации на его поверхности образуются каплевидные наросты, а профиль сечения может принимать эллипсоидную форму. В данной работе предлагается способ обнаружения и удаления таких наростов с помощью механических колебаний ультразвуковой частоты высокой интенсивности.

I Введение

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) на основе стекловолоконного матричного каркаса и эпоксидного связующего обладают рядом уникальных свойств. В частности, ПКМ применяются при изготовлении силового несущего элемента волоконно-оптического кабеля (рис.1).

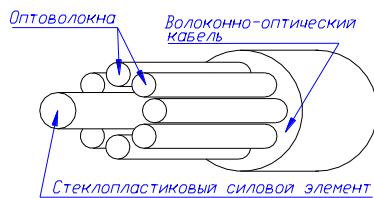


Рис. 1. Внутренняя структура волоконно-оптического кабеля

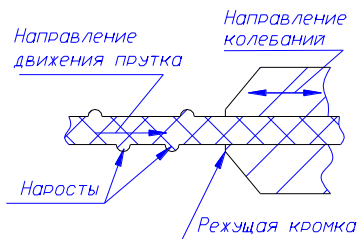
До настоящего времени применялся силовой несущий элемент, изготовленный из стали (стальная проволока). Основные достоинства такой замены состоят в следующем: силовой элемент обладает прочностью, сравнимой с прочностью высоколегированной стали; имеет в четыре раза меньшую удельную плотность; обладает низкой теплопроводностью; не поддается коррозии и нечувствителен к электромагнитным полям.

При изготовлении силового несущего элемента в процессе полимеризации, на поверхности образуются каплевидные наросты, а профиль сечения может принимать эллипсоидную форму. Это обусловлено недостатками существующей технологии производства. До настоящего времени устранение таких дефектов производилось путем ручного шлифования, при этом производительность работы составляет не более 1 км прутка за полную 8-ми часовую рабочую смену. Применение специальных механических калибраторов не целесообразно, так как они имеют низкую эффективность: режущая кромка быстро изнашивается; при протягивании прутка через систему калибраторов надо прилагать огромные усилия. Это в ряде случаев приводит к механическому разрыву стеклопластикового стержня. Износ режущей кромки составляет не менее 5 мкм на 10 км прутка.

При изготовлении силового несущего элемента в процессе полимеризации, на поверхности образуются каплевидные наросты, а профиль сечения может принимать эллипсоидную форму.

II. Ультразвуковой способ калибровки.

Одним из перспективных и эффективных путей интенсификации процесса калибровки является наложение механических колебаний на режущую кромку (рис.2).



Применение механических колебаний ультразвуковой частоты способствует снижению на порядок коэффициент трения стеклопластикового стержня о металлическую поверхность калибратора и увеличению режущего усилия.

Распределение каплевидных наростов и увеличение диаметра пластикового стержня составляет небольшой процент (до 5%) от всей длины стержня. В результате большую часть времени ультразвуковая колебательная система работает в холостом режиме на максимальной мощности. Это приводит к нагреву колебательной системы. В результате может произойти деполяризация пьезоэлектрических элементов, входящих в состав колебательной системы.

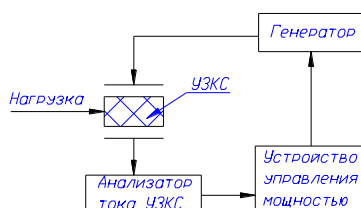
Дополнительно изменение температуры пьезокерамических элементов, приводит к изменению их электрической емкости. Это влияет на параметры выходного резонансного контура, а именно про-

исходит его рассогласование и уменьшается амплитуда колебаний на поверхности режущей кромки. Ухудшается процесс ультразвуковой калибровки стеклопластикового стержня.

Таким образом, нецелесообразно работать в режиме максимальной мощности все время. Необходимо работать только в моменты появления каплевидных наростов или при увеличении диаметра в области режущей кромки. Все остальное время требуется находиться в режиме ожидания или холостого хода.

III. Ультразвуковой способ обнаружения дефектов на поверхности силового элемента

Возникает потребность в устройстве, которое позволило бы фиксировать наличие дефекта в зоне резки и выдавать соответствующие уставки на регулятор мощности ультразвукового генератора. Проведенные нами исследования показали, что изменение нагрузки на режущий инструмент вследствие увеличения диаметра стержня, приводит к амплитудной модуляции тока, протекающего через ультразвуковую колебательную систему. Следовательно, достаточным критерием появления дефекта является возникновение амплитудной модуляции тока ультразвуковой колебательной системы.



Структурная схема контроля ультразвуковой калибровки (рис. 3) состоит из электронного генератора, ультразвуковой колебательной системы (УЗКС) и анализатора тока УЗКС. Он вырабатывает уставки для регулятора мощности, входящего в состав

генератора.

При отсутствии модуляции вырабатывается уставка на регулятор, которой соответствует небольшая мощность режима холостого хода. При данной мощности УЗКС может работать длительное время без существенного ее нагрева.

В момент появления утолщения на стержне у режущей кромки возникает нагрузка на режущий инструмент. Как следствие, начинает изменяться ток, протекающий через УЗКС. Анализатор тока УЗКС фиксирует эти изменения тока и вырабатывает уставку для регулятора мощности, которая соответствует мощности резки стеклопластикового стержня. При исчезновении модуляции тока в цепи питания колебательной системы, регулятор мощности выдает генератору другую уставку, соответствующую режиму холостого хода. УЗКС переводится в режим холостого хода.

Таким образом, предложенная схема позволяет оптимально использовать энергию механических колебаний ультразвуковой частоты при калибровке стеклопластикового стержня – силового элемента волоконно-оптического кабеля.

IV. Заключение

Созданная ультразвуковая технологическая установка (фото) позволила организовать в производственных условиях калибровку стеклопластикового прутка диаметром от 1 до 3 мм. Внедрение предложенного способа ультразвуковой калибровки позволило увеличить производительность в несколько раз. Она возросла до 8-10 км за полную 8-ми часовую рабочую смену. Износ режущей кромки при использовании механических колебаний ультразвуковой частоты составил не более 1-2 мкм на 200 км прутка.

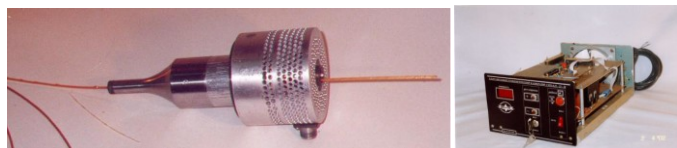


Фото. Ультразвуковая технологическая установка для калибровки стеклопластикового силового элемента оптоволоконного кабеля.

Проведенные исследования на физико-механическую стойкость полученного таким способом конечного продукта не отметили отклонений от образцов, получаемых традиционными способами.