REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227
Volume 2, Number 312 (2017), 91 – 95

B.H. Aitchanov, A.S. Tergeussizova

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty. Kazakhstan
aliya55@mail.ru

TECHNOLOGICAL PROCESS OF EXHAUSTING OPTICAL RODS AS AN OBJECT OF AUTOMATED CONTROL

Annotation. In this paper, we describe the drawing of an optical rod with the reduction of a typical device adopted in the field of technology for manufacturing optical telecommunication fibers. The drawing process as an object of automated control and options for solving this problem are considered.

Keywords: automated control of the drawing process of optical rods, dynamic frequency-pulse automatic control systems, fiber-optic cable, fiber-optic communication lines, extraction of optical rods, optical fibers, optical rods, optical fiber production technologies.

УДК 681.51:681.7.068

Б.Х. Айтчанов, А.С. Тергеусизова

Казахский национальный университет им.аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВЫТЯЖКИ ОПТИЧЕСКИХ СТЕРЖНЕЙ КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация. В настоящей статье описаны процесс вытяжки оптического стрежня с приведением типового устройства, принятые в отрасли технологии производства оптических телекоммуникационных волокон. Рассмотрен процесс вытяжки как объект автоматизированного управления и варианты решения данной задачи.

Ключевые слова: автоматизированное управление процессом вытяжки оптических стержней, динамические частотно-импульсные системы автоматического управления, оптоволоконный кабель, оптоволоконные линии связи, вытяжка оптических стержней, световоды, оптические стержни, технологии производства оптических волокон.

В структуру любого волоконно-оптического элемента (ВОЭ) входят одножильные и многожильные стержни (световоды) с определенными геометрическими и оптическими характеристиками.

С самого начала развития волоконной оптики доминирующим проблемами оптики были стабильность диаметра исходных стержней и малого светоослабления в них. Если вторая проблема успешно решается, то проблема сверхпостоянства диаметра световодов продолжает существовать. Для ее решения необходимы постоянный контроль и управление технологическим процессом изготовления световодов. Сложность задач, возникающих при управлении, связана с тем, что качество получаемых изделий зависит от множества факторов, учет которых является задачей с высоким уровнем неопределенности.

Методы производства оптического волокна. Существует два метода производства оптического волокна: либо через вытяжку из стеклянной заготовки, поверхностные слои которой соответствующим образом легированы различными оксидами (так называемая газовая фаза - современная технология производства) или при помощи многокомпонентных волокон (методом жидкостной фазы).

Заготовки из стекла изготавливаются в виде цилиндрического стержня, из которого вытягивается оптическое волокно. Профиль стержня представляет расширенный профиль оптического волокна. После интенсивного локального нагрева, волокно вытягивают из этой заготовки. Оно сразу же покрывается слоем полимера в несколько микрон толщиной, так называемым первичным покрытием, для механической защиты [1].

Процесс вытяжки оптических волокон. Качество процесса вытяжки зависит главным образом от конструкции печи, технологии наложения оболочки и оптимального контроля параметров процесса, таких как натяжение, температура, диаметры, скорость. Снижение расходов на процесс вытяжки достигается двумя путями: повышение производительности и увеличение количества произведенного продукта. Повышение производительности вытяжки достигается за счет увеличения производственной скорости (сокращения времени наладки и запуска оборудования, времени линейного нарастания скорости, повышения качества намотки, увеличения размера заготовок (длины и диаметра). Увеличение количества произведенного продукта производится за счет сокращения отходов при начале и окончании работы, обрывов заготовки при вытяжке, снижения индуцируемого вытяжкой затухания и сокращения обрывов волокна при контроле качества в процессе вытяжки.

Для каждого типа волоконной детали (одножильные и многожильные жесткие световоды и гибкие волокна и жгуты для передачи света или для передачи изображения, пластины и стержни для передачи изображения и др.) требуется своя специфическая технология производства. Во всех технологических процессах неизменно присутствует операция изготовления одножильных стержней (световодов).

Одной из основных стадий процесса изготовления оптического волокна является вытягивание его на установке вытяжки. Колебание диаметра по длине во многом определяют оптико-физические свойства оптического волокна (оптические потери при распространении сигнала, полосу пропускания и т.д.). Внутренние напряжения, формируемые в процессе вытяжки влияют на прочность и оптико-физические свойства.

Типовая установка вытяжки, представленная на рисунке 1, построенная по классической схеме, состоит из станины 1, направляющих стеклоблоков 2, печи нагрева 3, устройства регулировки скорости охлаждения одножильного световода 4, датчика наружного диаметра 5, датчика толщины оболочки 6, механизма вытяжки 7, устройства резки одножильного световода 8.

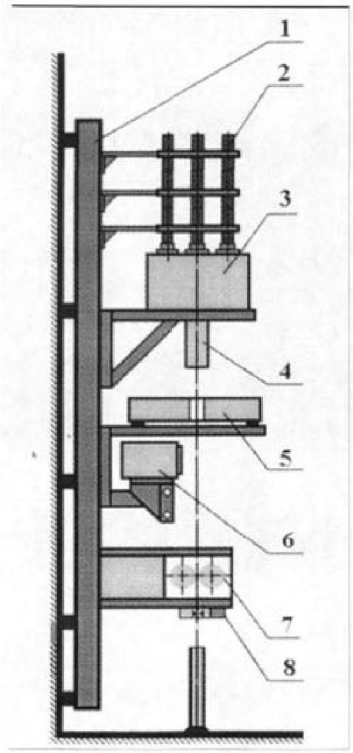

Рисунок 1 – Типовая установка вытяжки световодов

Эта установка, около 7 метров высотой и довольно сложной конструкции, с точными измерениями и контролем технологии. Механизм подачи передает заготовку в зону вытяжки с печью сопротивления или горелкой. Покидая эту зону, волокно измеряется и значения измерений передаются в систему управления. Время отклика не должно быть больше, чем 0.1-0.03 с, а результирующий диаметр отклонения от требуемых значений не должно превышать 2%. Тогда сопло прогревает первичный слой покрытия волокна. В случае силиконовых смол для закалки используются тепловые печи, а в случае акриловых – ультрафиолетовый свет. Число печей и общая длина зоны упрочнения зависит от скорости вытяжки. При нанесении первичного покрытия достигается скорость до 5 м/с. Волокна с первичным покрытием вводятся в машину для вытяжки контролируемую системой управления. Скорость вытяжки машина выбирает на основе информации о диаметре волокна. Последний компонент линии - устройство для намотки, после которого иногда ставят устройство для проверки волокна на прочность. Волоконно-вытягивающие линии могут содержать дополнительные устройства, которые упрощают операции вытяжки или делают их более точными [2].

Волоконные детали с высокой разрешающей способностью можно получить только при использовании световодов с одинаковой геометрией. Отклонения отдельных элементов геометрии (формы поперечного сечения, размеров и т.п.) приводит к снижению частотно-контрастных характеристик детали, появлению микроструктурного шума и различного рода дефектов в рабочей зоне деталей. Степень отклонения геометрии световода по отдельным параметрам характеризует качество геометрии световодов.

Процесс вытяжки как объект автоматизированного управления

Автоматизированное управление процессом вытяжки сводится к процессу принятия решений по обеспечению продукции заданного качества. Процесс вытяжки рассматривают как объект управления, включающий устройство вытяжки (управляющее устройство) и зону формирования «световода» (объект управления).

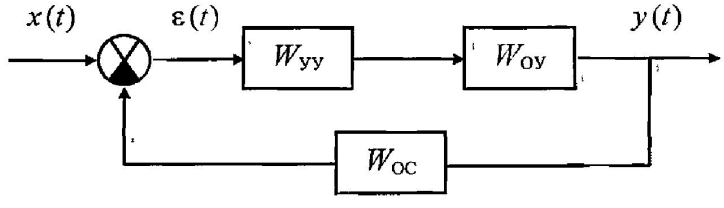

Рисунок 2 - Схема автоматизированного управления вытяжкой световодов

Управление регулируемой величиной y(t) (диаметр световода, усилие вытяжки и т.п.) происходит в соответствии со значениями передаточных функций объекта управления *Woy* и управляющего устройства Wyy. По каналу обратной связи формируется значение передаточной функции W_{oc}. Оптимизация технологического процесса при таком способе управления сводится к поиску удачных конструктивных решений, выбору регулируемой величины, детальному исследованию переходных процессов. Чаще всего управляющие факторы — скорость вытяжки и температуры в печи.

Одним из основных технологических режимов, влияющих на качество вытяжки, является температурный режим вытяжки. С этой целью необходимо контролировать и управлять температуру с помощью термопары, установленной в высокотемпературной зоне, с использованием фотоэлектрического датчика. Но при таком управлении, важной задачей является – увеличение динамической точности регулирования. Низкая динамическая точность регулирования обусловлена инерционностью объекта регулирования и так называемым «транспортным запаздыванием». Последнее определяется временем прохождения вытягиваемого стеклоизделия от зоны формирования до датчика, определяющего размеры, поперечного сечения. В итоге возможно появление автоколебаний [3].

Для решения данной задачи наиболее перспективным является применение динамических частотно-импульсных систем автоматического управления объектами с запаздыванием. Системы