

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТЕКЛЯННЫХ ТРУБОК

Петрусенко П.А., Шумская А.П.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Стеклянные трубки используются в электротехнической, радиотехнической, фармацевтической, приборостроительной, пищевой промышленности. Современные требования к качеству продукции вызывают необходимость уменьшения допусков параметров на всех этапах технологического процесса. В работе приведен анализ техпроцесса изготовления стеклотрубок на Брестском электроламповом заводе и предложены мероприятия по совершенствованию контрольных операций техпроцесса и снижению уровня брака. В настоящее время на большинстве предприятий, производящих стеклотрубки используется технология горизонтального вытягивания - способ Даннера. Он обеспечивает наибольшую производительность по сравнению с другими технологиями, позволяет механизировать процесс производства, обеспечивает возможность получать трубки с наружным диаметром 2...60 мм и толщиной стенок 0,2...5 мм. Основными технологическими единицами этого способа являются участок подготовки шихты, стекловаренная печь, участок вытягивания, участок резки и окончательной обработки заготовки. Основные элементы технологического процесса производства стеклянных трубок представлены на рисунке 1

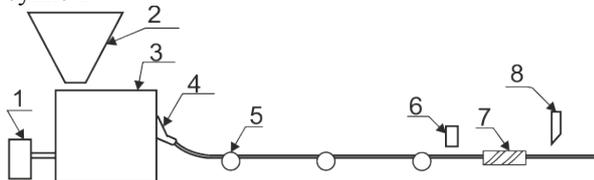


Рисунок 1 – Основные элементы технологического процесса

Устройство 1 предназначено для создания формовочного воздуха, давление которого определяет внутренний диаметр трубки. В загрузочный бункер 2 помещается шихта для стекловаренной печи 3. На выходе печи расположен вращающийся мунштук 4, выходное отверстие которого формирует наружный диаметр трубки. Далее трубка поступает на рольганг, состоящий из транспортирующих роликов 5, выполненных из графита. Перемещение сформированной трубки производится транспортирующим элементом машины вытягивания 7, который определяет линейную скорость перемещения трубки. После этого трубка подается на резательную машину, снабженную твердосплавными ножами 8. Лазерный датчик 6 предназначен для контроля

величины наружного диаметра трубки. Управление производством ведется в условиях недостаточной информации о текущих параметрах технологического процесса. Контроль качества изготовленных трубок производится выборочным методом путем ручного замера готовых отрезанных трубок спустя минуту или более после формирования. В существующей технологической линии на центральном пульте управления отсутствует информация о давлении воздуха, подаваемого на раздув трубки, скорости вытягивания, температуре стекломассы в зоне формирования и других параметрах процесса, определяющих качество готовой продукции.

Управление технологическим процессом в таких условиях производится в основном на основании опыта и интуиции операторов.

В настоящее время разработаны датчики на основе лазерных технологий, позволяющие контролировать непосредственно на технологической линии толщину стенок и внутренний диаметр стеклянных трубок. Это позволяет внедрить в существующий техпроцесс дополнительные элементы контроля параметров и тем самым повысить эффективность управления и качество выпускаемой продукции.

В связи с этим появилась необходимость модернизации существующей технологической линии с использованием современных методов контроля и управления технологическим процессом. На первом этапе работы произведена идентификация объекта управления, составлена математическая модель динамической системы, рассмотрена возможность использования элементов автоматизированного управления этапами технологического процесса. Структура технологического процесса показана на рис. 2.



Рисунок 2 – Структура технологического процесса

Сложность составления математической модели заключается в том, что на выходной

параметр влияет большое количество факторов x_i , которые для упрощения моделирования необходимо разделить на существенные и несущественные. В литературе отсутствует информация об аналитических связях между входными и выходными параметрами технологического процесса в стекольной промышленности. Алгоритмы обработки информации в существующих линиях горизонтального вытягивания производителями не раскрываются, поэтому при математическом моделировании процесса основные влияющие факторы в основном выбирались на основе опыта работы операторов линии. На основе анализа влияния этих факторов на конечные параметры трубок, нормированные техническими условиями, установлено, что технологическая линия представляет из себя двухмерный объект с перекрестными связями, коэффициенты передач которых являются функциями управляющих параметров. Объект управления является колебательным элементом, имеющим значительные транспортные запаздывания t_i . Период основных колебаний зависит от:

- времени транспортирования трубки от начала формования до конца линии вытяжки;

- времени реакции системы на изменение давления формовочного воздуха;

- времени реакции системы на изменение скорости вытягивания. Для уменьшения амплитуды этих колебаний предложено использовать дополнительный датчик измерения наружного и внутреннего диаметра трубок, расположенный вблизи начала рольганга, а также введение управляемой системы регулирования давления формовочного воздуха.

Одним из нормируемых параметров качества является наличие посторонних включений и воздушных пузырей в стекле. Контроль этого параметра производится визуально перед загрузкой трубок в упаковочную тару. При этом количество отбракованных трубок не учитывается, что не позволяет вести точный учет количества произведенной продукции. Для устранения этого недостатка предложено использовать специализированную систему технического зрения, видеокамера которой расположена рядом с датчиком контроля наружного диаметра. Это позволяет отбраковывать трубки на ранней стадии техпроцесса, а также увеличивает точность учета готовой

продукции. Для реализации разработанной системы предложена элементная база фирмы «OMRON», приборы которой надежно работают в цеховых условиях при значительных перепадах температуры на всех этапах технологического процесса. Структурно предлагаемая система контроля и управления будет состоять из центрального диспетчерского пункта, в который будет поступать информация о текущих значениях параметров технологического процесса, а также накапливаться для учета произведенной продукции за отчетный период времени. На информационном табло на схеме технологической линии будут отображаться текущие и предельные значения контролируемых параметров, а также их изменения в течение задаваемого оператором промежутка времени.

Кроме этого на каждом технологическом участке будут установлены отдельные информационные панели, позволяющие оперативно оценивать результаты управления техпроцессом.

Для обмена информацией в системе предлагается использовать протокол ProfiSafe, имеющий функции диагностики, защиты информации, обнаружения ошибок и самокоррекции.

На основании проведенной работы составлено техническое предложение по модернизации технологической линии производства стеклянных трубок на Брестском электроламповом заводе.

1. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попон. — Изд. 4-е, перераб. и доп. — СПб, Изд-во «Профессия», 2003. - 752 с.
2. Поляк В.В. и др. Технология строительного и технического стекла и шлакоситталов. М.: Стройиздат.1983.
3. Технология стекла. Под ред. И.И. Китайгородского. М.: Стройиздат,1967.
4. Химическая технология стекла и ситталов. /Под ред. Павлушкина Н.Н. М.: Стройиздат,1983.
5. Зайков Ю.Б. Проекционный способ измерения линейных размеров стеклянной трубки. А.с. № 510641 /СССР/. Опубл. в Б.И.,1976, № 14.
6. Мацкевич О.И. и др. Устройство для измерения геометрических размеров стеклянной трубки. А.с. № 511519 /СССР/, Опубл. в Б.И., 1976, № 15.