

**Ю.Г. Павлюкевич, канд. техн. наук, доц.
П.С. Ларионов, мл. науч. сотр.
(БГТУ, г. Минск)**

РАЗРАБОТКА УЗЛА ФОРМОВАНИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЫТЯГИВАНИЯ ИЗ РАСПЛАВА УЛЬТРАТОНКИХ ЛИСТОВЫХ СТЕКОЛ

Стекла тонких номиналов получают флоат-способом и способом вертикального вытягивания.

Флоат-способ имеет ограничения по минимальной толщине формируемого стекла (не менее 1 мм) и не может рассматриваться при производстве ультратонких листовых стекол.

Особый интерес представляет способ вертикального вытягивания вниз. Он позволяет формировать тонкое листовое стекло или стеклянную ленту толщиной менее 1 мм. Известно много предложенных или реализованных на практике его вариантов, однако все они могут быть разделены по совокупности общих признаков на две группы:

- 1) формирование ленты стекла вытягиванием вниз из расплава, сливаемого из бассейна печи по огнеупорному телу различной конструкции;
- 2) получение листового стекла вытягиванием вниз из щели различной ширины и формы в дне выработочной камеры, заполненной стекломассой.

Способы непрерывного производства листового стекла путем слива стекломассы из бассейна по внутренним направленным навстречу одна другой сторонам огнеупорного тела с последующим вытягиванием ее вниз характеризуется неустойчивостью трудноуправляемого процесса. Этот недостаток обуславливается тем, что жидкая стекломасса при незначительной вязкости, стекая в свободном падении с носка стекловаренной печи, не успевает охладиться до вязкости, соответствующей начальной стадии образования ленты, стремится сузиться и деформироваться, так как в ней почти полностью отсутствует растягивающие усилия, способствующие сохранению плоской ленты до необходимого ее затвердевания и фиксации [1].

Еще одним вариантом этого способа является слив стекломассы с помощью питателя в желоб формирующего тела, выполненного в виде клина и расположенного в выработочной камере. Устанавливаемый таким образом стабильный слив с поверхности через верхние кромки огнеупорного тела, способствует постепенному охлаждению стекломассы и наращиванию ее вязкости. Стекая по двум направляющим вниз

стекломасса в основании клина объединяется в «луковицу» и вытягивается в тонкую ленту стекла. Для ускорения фиксации ее размеров при резком увеличении вязкости формуемую ленту стекла направляют между двумя холодильниками, а во избежание уменьшения ширины ленты ее борта до входа в пространство между холодильниками удерживаются двумя парами бортоформирующих роликов.

Для выравнивания толщины ленты стекла по ее ширине применяют желоба с вогнутыми или выпуклыми кромками. Это позволяет распределять стекломассу таким образом, что через среднюю часть на клин поступает стекломассы больше чем через края. Вследствие меньшего поступления количества стекла на ее прибортовой участок, охлаждение бортов идет более интенсивно, за счет чего температура на этих участках ниже чем в середине. В результате бортовые участки растягиваются сильнее и выравниваются с серединой. Это уменьшает разнотолщинность ленты стекла по ее ширине [2]. Поскольку температурные неоднородности по ширине ленты при быстром вытягивании приводят к появлению продольных утолщенных полос, указанные способы непригодны для изготовления ультратонких листовых стекол. Для получения стеклянной ленты толщиной менее 100 мкм используют метод вертикального вытягивания вниз из щели, расположенной в дне выработочной камеры [3, 4].

Во всех случаях выработку организуют таким образом, что вначале формируется и охлаждается середина ленты, а затем последовательно формируются и охлаждаются борта ленты. Благодаря этому формование ленты стекла осуществляется без сужения ее ширины, так как силы поверхностного натяжения уравниваются силами смачивания формируемых позже краев ленты.

При разработке узла формования установки для вытягивания из расплава ультратонких листовых стекол для повышения термической однородности стекломассы, поступающей на формование, исключения разнотолщинности ленты стекла, создания устойчивых бортов ленты и предотвращения сужения последней использована лодочка трапециoidalной формы со щелью, губы которой выполнены с суженным выпускным отверстием.

Для более устойчивого процесса вытягивания во избежание значительного сужения ленты стекла при высоких скоростях вытягивания концевые участки щели были изготовлены с наклонным торцевым стенкам под углом 60° к ее горизонтальной части.

При изготовлении плоского стекла вертикальным вытягиванием вниз основными пороками поверхности являются полосность и волнистость, наличие которых обусловлено термической и химической неоднородностью стекломассы, поступающей на формование, наличием

конвективных потоков воздуха в камере формования, контактом стекломассы с формующим телом. Размер неровностей на поверхности стекла характеризуют амплитудой и длиной волны. Чем больше амплитуда и меньше длина волны, тем хуже качество стекла. При сужении ленты стекла в процессе формования происходит нарастание амплитуды и сокращение длины волны порока, т.е. ухудшается качество стекла. При растягивании ленты происходит обратный процесс: амплитуда уменьшается, длина волны нарастает и качество стекла улучшается. С целью оценки влияния технологических параметров на стабильность геометрических характеристик формируемой ленты стекла с помощью профилометра ПРОФИ-130 изучалось качество поверхности стекла. Высота неровностей, определенная по 10 точкам, для флоат-стекла составляет 0,323 мкм, а для тянутого стекла – 0,32–0,38 мкм. Отношение толщины формируемого стекла к величине неровностей не превышает 0,1–0,5%.

Устройство позволяет при разных скоростях и переходе от тонких к ультратонким стеклам обеспечить высокое качество поверхности стекла, сопоставимое с характеристикам флоат-стекла.

Литература

1. Способ непрерывного производства листового стекла: а.с. 617390 СССР, МКИ С03 В 17/00 / П.В. Бромлей, Б.И. Борисов, Д.Л. Орлов [и др.]; Государственный научно исследовательский институт стекла и Бюро проектно-конструкторское и технической помощи ГНИИС. – № 2104452/29; заявл. 13.02.75, опуб. 30.07.78 // Открытия. Изобрет. – 1978. – №28.

2. Устройство для изготовления непрерывной ленты стекла вытягиванием вниз: а.с. 1675232 А1 СССР, МКИ С 03 В17/06 / О.А. Голозубов, В.П. Семирова, В.В. Виноградова [и др.]; Государственный научно исследовательский институт стекла.– №4677845/33; заявл. 14.04.89, опубл. 07.09.91 // Открытия. Изобрет.– 1991.– №33.

3. Устройство для вытягивания ленты стекла вниз: а.с. 16629956 СССР, МКИ С03 В 17/04 / О.А. Голозубов, П.В. Семирова, В.Н. Болотин [и др.]; Государственный научно исследовательский институт стекла. – № 4716970/33; заявл. 10.07.89, опуб. 15.07.91 // Открытия. Изобрет. – 1991. – №28.

4. Лодочка для формования листового стекла: а.с. 313783 СССР, МПК С 03В 15/06 / М.А. Царицин, В.В. Ростокинский; Государственный научно-исследовательский институт стекла. – № 1412167/29-33; заявл. 06.03.70, опубл. 07.09.71 // Открытия. Изобрет. – 1971. – №27.