

ЛИСТОВОГО СТЕКЛА ЛОДОЧНЫМ И БЕЗЛОДОЧНЫМ СПОСОБОМ.

Метод вытягивания.

Автор: Попихина Ольга Геннадьевна.

Состав листового стекла для лодочного способа формовки

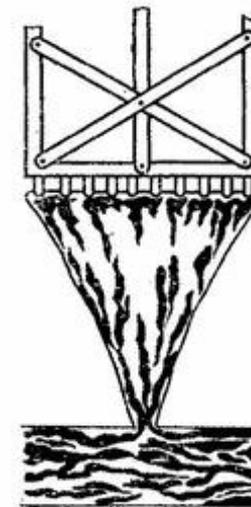
- Для этого способа выработки оптимальным является следующий алюмомагнезиальный состав:
- SiO_2 70-72%, Al_2O_3 1.5-2%, CaO 7.5-8%, MgO 3-3.5%, Na_2O 15-15.5%.
- По сравнению с другими составами, он отличается повышенным содержанием Al_2O_3 , MgO . Эти компоненты уменьшают склонность стекла к кристаллизации при температуре выработки, повышают химическую устойчивость, отличаются повышенной скоростью твердения.

Если на поверхность жидкой стекломассы опустить вертикально плоский железный лист и погрузить его конец в стекломассу, то через некоторое время этот лист будет смочен стекломассой, которая на нем затвердеет. Поднимая затем лист вверх, можно добиться вытягивания стекломассы с поверхности в виде плоской ленты

Но вытягиваемый лист стекла быстро начнет сужаться по ширине, и толщине и в результате превратится в нить круглого сечения



a)



b)

Объясняется это тем, что силы поверхностного натяжения стремятся уменьшить поверхность жидкой стекломассы. Чтобы избежать сужения ленты в процессе вытягивания, необходимо силам поверхностного натяжения противопоставить такую силу, которая была бы направлена вверх и способствовала непрерывному поступлению стекломассы на формование. Для этого используют лодочку — длинное прямоугольное шамотное тело со сквозным продольным вырезом, переходящим в верхней части в узкую щель.

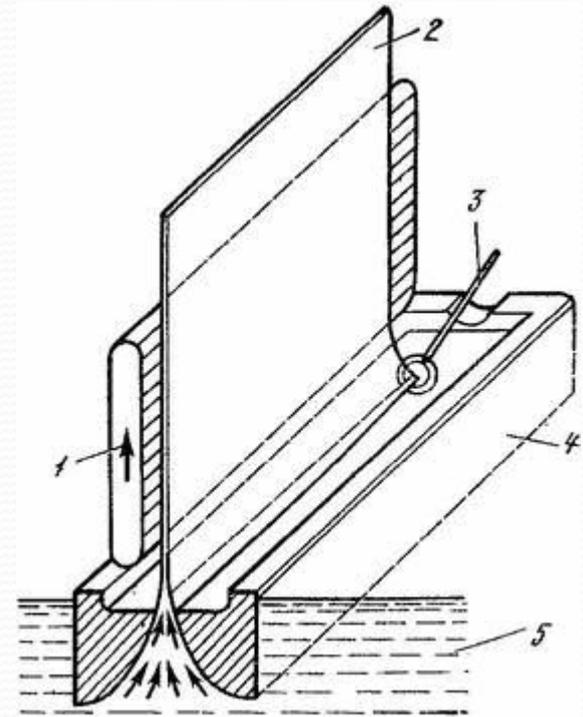
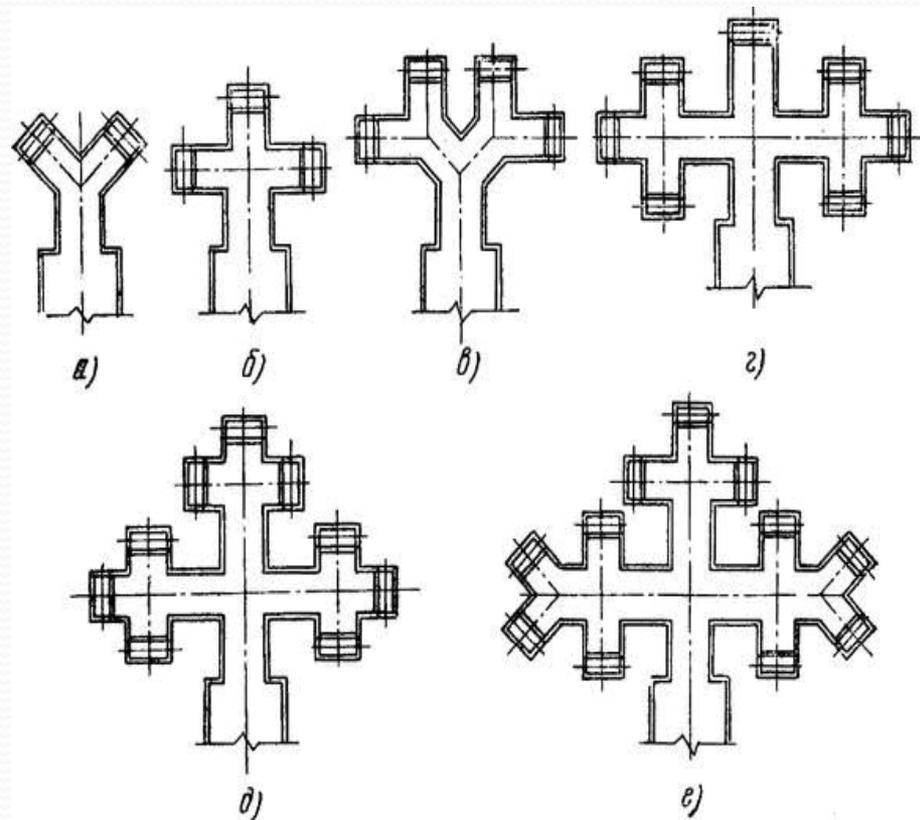


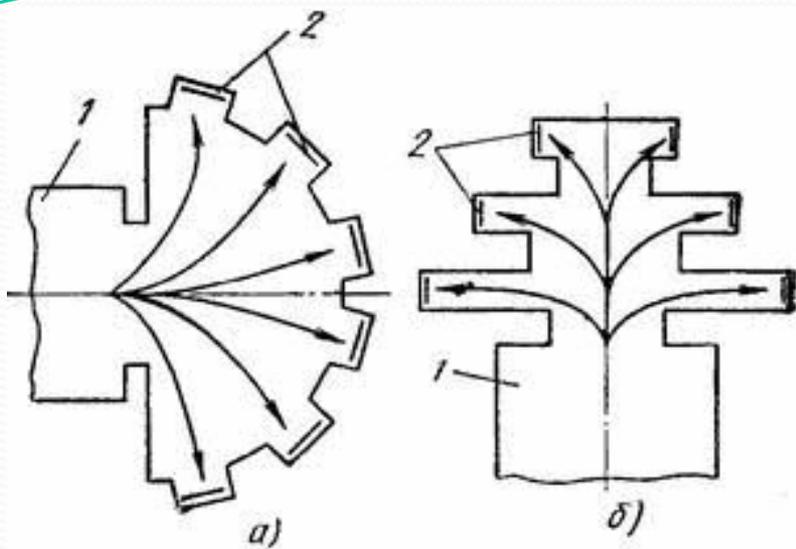
Схема процесса формования стекла лодочным способом:
1 — холодильник,
2 — лента стекла,
3 — бортодержатель,
4 — шамотная лодка,
5 — стекломасса

Выработочные каналы

- Из ванной печи сваренная и остуженная стекломасса поступает в выработочные (машинные) каналы, а затем в подмашинные камеры



Выработочные каналы для вытягивания стекла лодочным способом:
а — с непосредственным питанием машин стекломассой на две машины,
б — то же, на три машины, в — то же, на четыре машины, г — то же, на семь машин, д — то же, на девять машин, е — то же, на одиннадцать машин



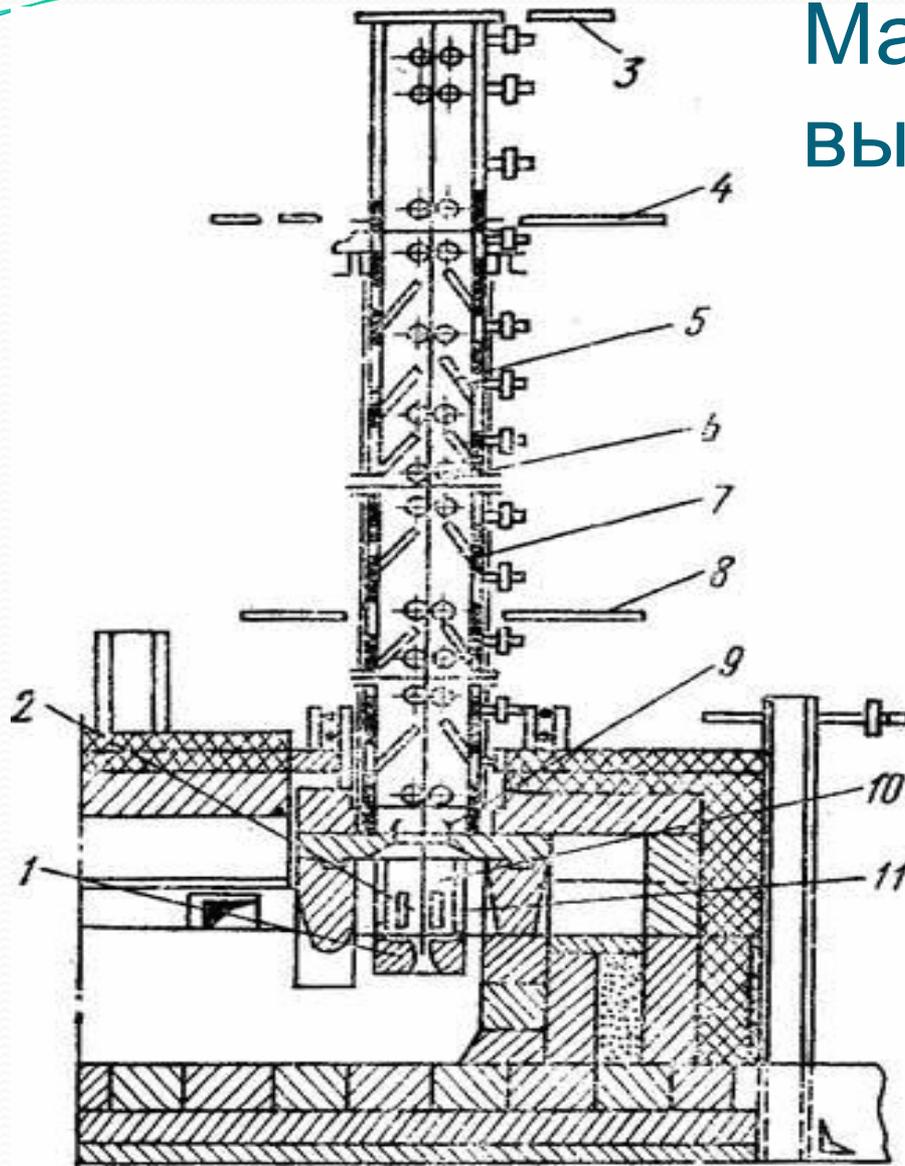
Расположение машин ВВС:

- а) радиальное;
- б) ступенчатое

- 1. Ванная печь
- 2. Машины ВВС

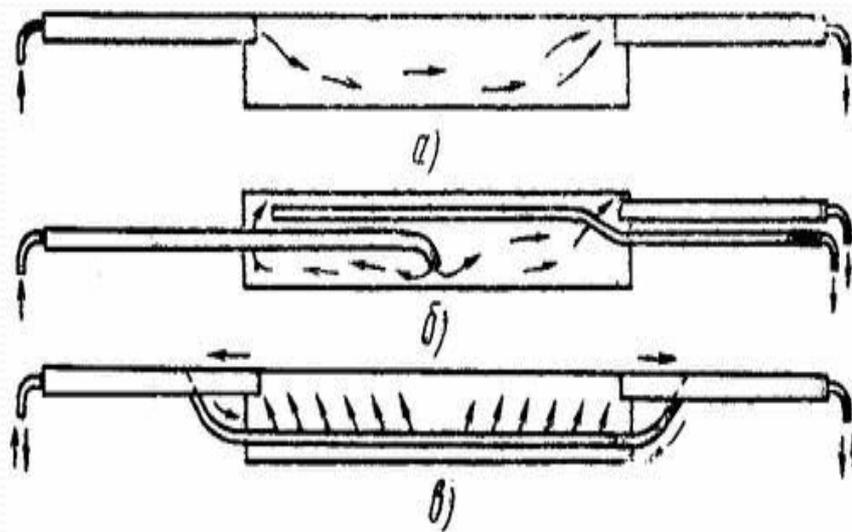
В каналах с непосредственным питанием стекломасса поступает в подмашинные камеры по кратчайшему пути непосредственно из ванной печи. Ко всем машинам стекломасса поступает с одинаковой температурой и, следовательно, с одинаковой вязкостью. Размеры канала соответствуют технологическому режиму печи и количеству установленных на канале машин и их ширине. Произвольное изменение количества машин или их ширины может привести к нарушению режима на канале и ухудшению качества лент стекла.

Машина вертикального вытягивания стекла



- Подмашинная камера и машина ВВС при лодочном способе выработки:
- 1 — лодочка,
- 2 — холодильники,
- 3, 4, 8 — площадки,
- 5 — скаты,
- 6 — валики,
- 7 — шахта машины,
- 9 — угольники,
- 10 — подмашинная камера,
- 11 — нажимные штанги

Холодильники

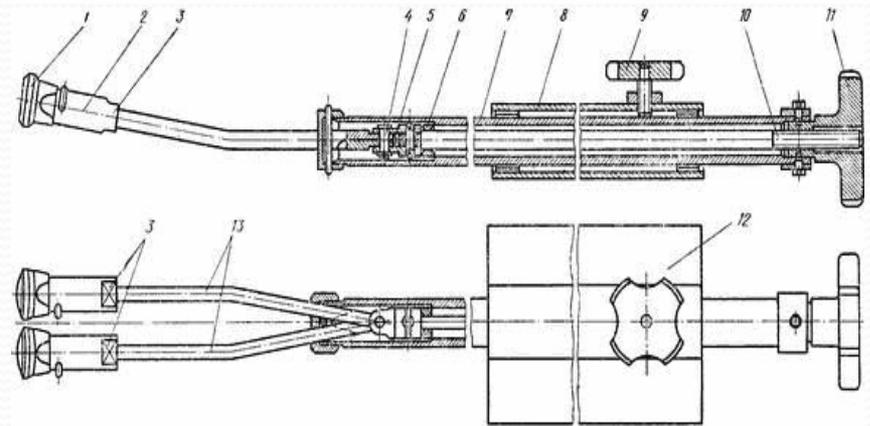


- А) прямоточный холодильник
Б) с центральным подводом и боковыми отводами воды
В) с распределенным струйным подводом и боковыми отводами воды

- Холодильники представляют собой продолговатые плоские железные коробки, по длине соответствующие длине щели лодочки. С помощью труб и гибких резиновых шлангов в холодильник подводится и удаляется из него вода, охлаждающая ленту стекла. Холодная вода подается в один торец холодильника, а нагретая выходит с другого. Такой тип холодильника — прямоточный (рис. 61, а), наиболее прост в изготовлении. К недостаткам его относится слабая циркуляция воды в нижних частях фартука и значительная разность температур воды со стороны входа и выхода ее. В холодильниках с центральным подводом и боковыми отводами (рис. 61, б) вода подводится в центр нижней части фартука. Наиболее эффективны холодильники с распределенным струйным подводом воды в нижнюю часть фартука (рис. 61, в).

Бортодержатели

- Бортодержатели — это металлические крючки, одним концом жестко закрепляемые под крышкой подмашинной камеры, а другим заглубляемые в стекломассу. Бортодержатели удерживают борта с помощью крючка. За счет отбора тепла через корпус бортодержателя происходит охлаждение кромки борта, что предотвращает сужение ленты



Роликовые бортодержатели:

- 1 — ролики, 2 — ось,
- 3 — втулки, 4 — вертикальный палец,
- 5 — вилка, 6 — упорное, кольцо,
- 7 — корпус, 8 — опора, 9 — винт,
- 10 — тяга, 11 — рукоятка,
- 12 — опорная пластика,
- 13 — несущие штанги

Безлодочный способ формовки стекла

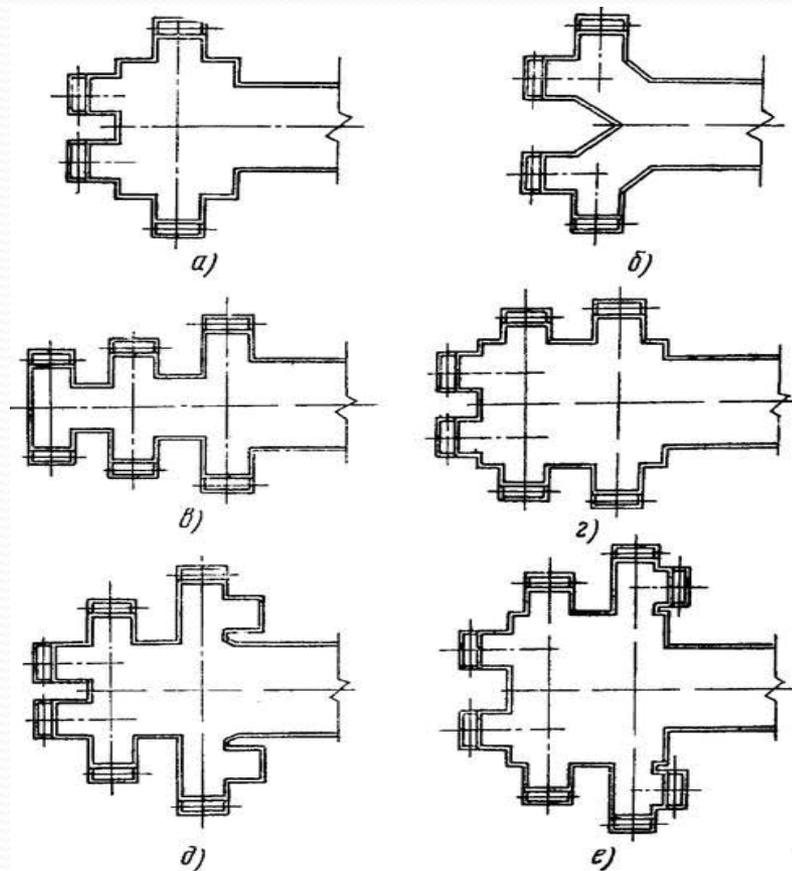
- Сущность способа безлодочного вытягивания сводится к формированию ленты непосредственно со свободной поверхности стекломассы, т. е. без применения шамотной лодочки.
- При формировании ленты стекла безлодочным способом в подмашинной камере поддерживают более высокую температуру стекломассы, чем при лодочном способе ($1020—1050^{\circ}\text{C}$), при которой нет опасности кристаллизации. Кристаллизация стекломассы происходит с заметной скоростью при $900—910^{\circ}\text{C}$. Такой температурный участок в камере отсутствует. Этим объясняется длительная работа машины по вытягиванию ленты стекла, достигающая 2000 ч и более.

Состав листового стекла для безлодочного способа формовки

- Высокая температура стекломассы при выработке требует применения более «короткого» стекла с меньшим содержанием щелочей, чем при лодочном способе.
- Состав стекла при безлодочном способе, %:

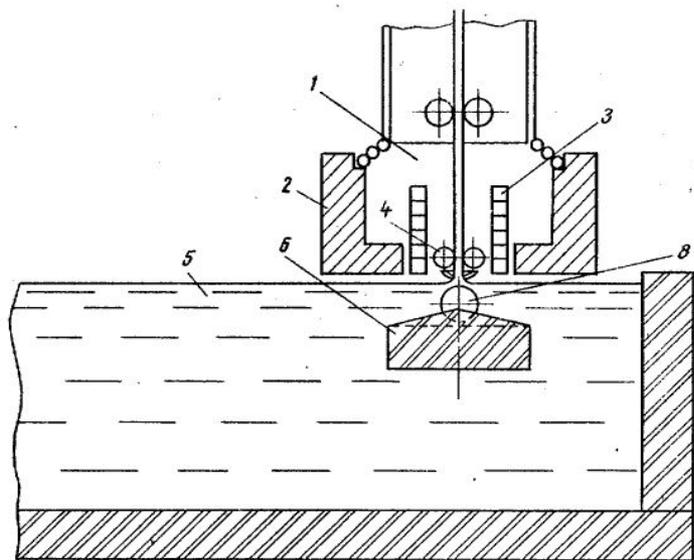
SiO ₂	72—73
Al ₂ O ₃	1—1,6
CaO.....	7,8—9,0
MgO.....	3—3,5
Na ₂ O.....	13,5—14

Выработочные каналы



Выработочные каналы при безлодочном способе выработки: а, б — на четыре машины, в, г, д — на шесть машин, е — на восемь машин

- Выработочный канал при безлодочном способе выработки имеет значительную глубину— 1200 мм, что обеспечивает более интенсивный обмен стекломассы за счет конвекции.
- При безлодочном способе выработки на канале поддерживается более высокая температура, чем при лодочном способе. Температура открытой поверхности стекломассы в подмашинной камере $980—1000^{\circ}\text{C}$, а температура стекломассы у дна выработочных каналов $1120—1140^{\circ}\text{C}$, т. е. выше температуры кристаллизации стекла.



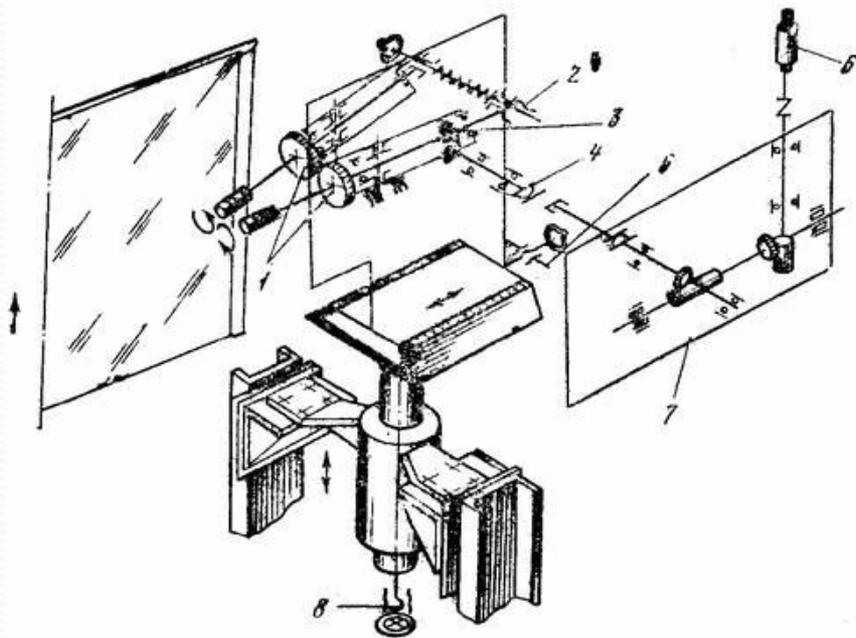
Фиг. 1

Подмашинная камера для безлодочного вертикального вытягивания:

1 — пространство между L образным мостом и торцевой стеной, 2 — шамотные L брусья, 3 — холодильники, 4 — бортоформирующие ролики; 5 — стекломасса, 6 — поплавок, 7 — арка, 8 — нажимное устройство

- Подмашинная камера над зеркалом стекломассы образуется двумя подвесными брусьями 2, обычно по их форме называемыми L-образными мостами. Для крепления L-образных мостов служит стальная конструкция. Боковые стены бассейна подмашинной камеры изолированы для предотвращения потерь тепла и обеспечения однородности поступающей на формование стекломассы. Подогреть пространство между L-образным мостом и торцевой стеной не требуется. Здесь устанавливают плоские арки 7, состоящие из шамотных плит.

- В находящуюся в подмашинной камере стекломассу погружен на глубину 60—120 мм брус-поплавок . Назначение поплавок — создать направленный поток стекломассы к луковице. Меняя степень погружения поплавок относительно поверхности стекломассы, можно регулировать температуру стекломассы, а следовательно, и ее вязкость. Поэтому поплавок используют также для регулирования толщины ленты стекла. Поплавок помещают между выступами на брусках таким образом, чтобы он не смещался в сторону. Заглубление поплавок в стекломассу можно изменять нажимным рычажным механизмом
- Стеклomассу, притекающую над поплавкой к луковице, интенсивно охлаждают. Для этого служат водяные холодильники , которые обеспечивают вместе с тем затвердевание еще пластичной ленты стекла. Холодильники устанавливают на опорах, которые позволяют точно регулировать их положение по отношению к уровню поверхности стекломассы и изменять расстояние от ленты стекла.
- В качестве затвора между L-образными мостами и чугунной шахтой машины ВВС служат плиты из огнеупорного материала или водяные холодильники. Нижняя часть машины ВВС перекрывается двумя желобами из жароупорной стали. С торцов подмашинная камера закрывается крышками из листовой стали.



Кинематическая схема бортоформирующих роликов: 1 — зубчатая шестерня, 2 — винт, 3 — коническая шестерня, 4 — карданный вал, 5, 8 — механизм для перемещения, 6 — электродвигатель, 7 — червячный редуктор

- Чтобы лента стекла имела постоянную ширину, применяют бортоформирующие устройства, например охлаждаемые водой роликовые бортодержатели принудительного вращения.
- Скорость вращения роликов, регулируемая реостатом, определяет режим формирования борта. При малых скоростях вращения под роликами накапливается стекломасса и борт становится тоньше благодаря вытягиванию ленты. При больших скоростях, наоборот, подается излишнее количество стекломассы, которую машина не успевает вытянуть, вследствие чего борт провисает и формирование ленты нарушается. Бортоформирующие ролики обычно вращаются с окружной скоростью, равной 50—60% скорости движения ленты стекла