



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(11) 923362

(61) Дополнительный к патенту -

(22) Заявлено 05.03.74 (21) 2006840/29-33

(23) Приоритет - (32) 06.03.73

(31) 338497 (33) США

(51) М. Кл.³

С 03 В 18/02

Опубликовано 23.04.82. Бюллетень №15

(53) УДК 666.1.053.
.562(088.8)

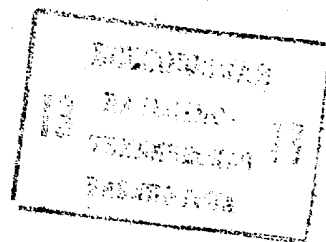
Дата опубликования описания 23.04.82

(72) Авторы
изобретения

Иностранцы
Чарльз Кей Идж и Джеральд Эрасмас Кюнкл
(США)

(71) Заявитель

Иностранная фирма
"ППГ Индастриз, ИНК"
(США)



(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА

1

Изобретение относится к производству листового стекла на поверхности расплавленного металла, имеющего широкий диапазон толщины, улучшенные оптические свойства и регулируемого по ширине.

Известен способ изготовления листового стекла, включающий создание безвихревого потока стекломассы, его выгрузку через отверстие в закрытую камеру на поверхность расплавленного металла, транспортировку стекломассы по поверхности расплавленного металла, отведение ленты стекла из ванны [1].

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является способ изготовления листового стекла, включающий выгрузку стекломассы в ванну на поверхность расплавленного металла с образованием ламинарного потока, формование ее в ленту, продвижение ленты вдоль ванны и вывод из нее [2].

Недостатком известных способов является то, что стекло полученное со-

2

ласно этим способам, проявляет значительную оптическую дисторсию.

Цель изобретения - улучшение оптических свойств стекла.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу изготовления листового стекла, включающему выгрузку стекломассы на поверхность расплавленного металла с образованием ламинарного потока, формование стекломассы в ленту, продвижение ленты вдоль ванны и вывод из нее, выгрузку стекломассы осуществляют через порог, верхняя поверхность которого расположена на уровне расплавленного металла, а формование стекломассы в ленту осуществляют с снижением температуры на 3,6-27,2°С на каждый метр стекломассы в направлении движения.

Кроме того, при формовании стекломассы в ленту могут осуществлять дополнительный нагрев ее боковых частей. Продвижение центральной части расплавленного стекла вдоль ванны могут осуществлять со скоростью,

25

равной 1-5-кратной скорости на боковых участках.

Способ осуществляется следующим образом.

Расплавленное стекло из источника расплавленного стекла подают в устройство для обработки, в котором создают безвихревые потоки. Стекло, протекающее равномерным безвихревым потоком, отводят через разгрузочное устройство в ванну расплавленного металла. Разгрузочное устройство в поперечном сечении имеет отверстие, как правило, удлиненной прямоугольной формы с нижней границей, создаваемой опорным элементом или пороговым элементом, с верхней границей, создаваемой измерительным барьером, например задвижкой, и боковыми сторонами, определяемыми подставками или стенками. Расстояние между верхним элементом и нижним элементом меньше, чем расстояние между боковыми стенками, так что расплавленное стекло, протекающее через площадь поперечного сечения, имеет ширину во много раз большую его толщины. Длина разгрузочного устройства как правило, приблизительно на 20% меньше его ширины.

Из разгрузочного устройства расплавленное стекло поступает в ванну расплавленного металла, например олова или сплава, содержащего олово. Расплавленное стекло может перемещаться только горизонтально или опускаться по склuzu на расплавленный металл. В любом случае стеклу не дают возможности падать свободно на расплавленный металл, так как свободное падение разрушает равномерные безвихревые потоки, которые создаются в устройстве для обработки. Это разрушение особенно наблюдается вблизи боковых кромок листового стекла, формируемого при свободном падении стекла.

Ширина потока расплавленного стекла определяется параллельными направляющими элементами, проходящими по пути перемещения стекла и предотвращающими любой наружный поток или перемещение расплавленного стекла. Боковые элементы могут быть короткими или длинными, например, они могут служить боковыми стенками разгрузочного устройства. Они состоят из материала, который хорошо смачивается расплавленным стеклом в зоне перемещения стекла по их длине, но который незначительно смачивается стеклом на

концах элементов, контактирующих с стеклом, охлаждаемым до определенной степени. Боковые элементы снабжены средством для нагревания или охлаждения с целью регулирования величины, до которой они смачиваются расплавленным стеклом. Кроме того, между расплавленным стеклом и боковыми элементами подается смазочное вещество. Боковые элементы в достаточной степени изолированы от наружной атмосферы, что предотвращает нежелательное охлаждение стекла по его боковым частям. Стекло, протекающее по боковым участкам, смежным с боковыми элементами, имеет достаточно высокую температуру и низкую вязкость, так что на него не оказывается чрезмерного торможения. Поэтому стекло, получаемое согласно предлагаемому способу, не имеет "елочной" дисторсии на боковых частях.

Стеклоленту, перемещающуюся из пространства между боковыми элементами, подвергают дальнейшему охлаждению и тяговым усилиям по направлению ее перемещения и придают ей конечную толщину при одновременном сохранении той же ширины, что и ширина стекла в точке его выхода из ограниченного пространства между боковыми элементами. Изменение по ширине, как правило, меньше 5% от общей ширины ленты, и лента испытывает общее сжатие по ширине менее 5% во время ее транспортировки по ванне расплавленного металла.

Опора разгрузочного устройства содержит огнеупорный элемент, например, из плавленного кремнезема, который смачивается стеклом и проходит по ширине разгрузочной зоны в противоположном направлении к верхнему измерительному элементу. Расплавленное стекло протекает в контакте с огнеупорной опорой или смазочным веществом, например, расплавленным металлом или расплавленной солью. Можно предусматривать нейтральный под, который выполнен например, из инертного металла, в частности платины, которая не вступает в реакцию с стеклом. Такой элемент эффективно образует короткий порог, через который можно разгружать расплавленное стекло. Опору можно располагать на некотором расстоянии вниз от нижней плоскости потока стекла и ее можно покрывать ванной расплавленного металла значительной толщины, которая сообщается с основной ванной

расплавленного металла. Под, расположенный ниже расплавленного металла, можно выполнять, располагая его край на самом близком расстоянии к источнику расплавленного стекла и делая его слегка приподнятым по отношению к остальной части пода с целью исключения попадания расплавленного металла в источник расплавленного стекла, или для отделения расплавленного металла от источника расплавленного стекла можно предусматривать порог или пороговую преграду.

Задвижка, о которую ударяется расплавленное стекло, может быть выполнена из плавленного кремнезема или армирована платиной, по крайней мере, по одной поверхности, обращенной к расплавленному стеклу, или из молибдена. Возможен также механический барьер, расположенный на близком расстоянии от поверхности расплавленного стекла и снабженный соплами для отвода газа, которые используют для создания газовой завесы между источником расплавленного стекла и формующей зоной.

Ширину протекающего стекла поддерживают не больше ширины стекла, поступающего из источника расплавленного стекла к разгрузочному устройству, что наряду с созданием и поддержанием безвихревой характеристики потока приводит к получению стекла отличного оптического свойства.

Стекло, протекающее по открытой поверхности стекла в источнике расплавленного стекла до выхода из разгрузочного устройства, удерживают на или вблизи верхней поверхности стеклоленты в период ее формования, а стекло, которое поступает в разгрузочное устройство в контактировании с подом последнего образует нижнюю поверхность готовой стеклоленты, которая в период формования удерживается в контактировании с расплавленным металлом. Стекло, поступающее в разгрузочное устройство по бокам потока флотирующего расплавленного стекла, по отношению к готовой ленте остается в том же положении. Такие условия флотирования, которые создаются и поддерживаются в период процесса транспортировки расплавленного стекла из источника расплавленного стекла к и через формующую камеру, улучшают оптические свойства потового стекла.

Кроме того, предлагаемый способ по сравнению с существующими промышленными флоат-процессами по производству стекла, создает преимущества, которые относятся к взаимосвязи между зоной рафинирования источника расплавленного стекла и флоат-формующей зоной в период процесса. В традиционных способах производства флоат-стекла флоат-формующая камера отделена от источника расплавленного стекла как в механическом, так и в гидродинамическом смысле. Стекло на всем протяжении рафинера-источника расплавленного стекла или печи вытягивают в узкий канал, и размеры потока, существующего в рафинере, нарушаются. Относительно узкий поток расплавленного стекла, выходящий из обычного канала, впоследствии падает свободно на ванну расплавленного металла и разливается наружу в всех направлениях. При традиционном производстве флоат-стекла эффекты поступления и выпуска потока стекла, создаваемые узкими каналами и свободным падением стекла, заставляют стекло поступать на расплавленный металл для формования, имеющий потоки и условия, которые существенно отличаются от условий и потоков существующих устройств для плавления в рафинере.

При осуществлении изобретения в устройстве для обработки создают безвихревые потоки путем создания соответствующих тепловых условий с тем, чтобы внутри расплавленного стекла в устройстве для обработки создать большую и, следовательно, устойчивую конвекционную ячейку. Тепловые условия являются устойчивыми над зоной, проходящей, по крайней мере на 50 футов вверх по потоку в устройство для обработки из отверстия в передней стенке устройства для обработки, ведущего в разгрузочную зону. Зона устойчивых тепловых условий будет простирается на 75-120 футов против потока, хотя она может проходить и дальше без какого-либо вредного действия, кроме экономических издержек. Постоянство, предъявляемое к тепловым условиям, является одним из температурных градиентов в расплавленном стекле, который может быть получен в результате измерения с помощью поверхностных радиационных пирометров. По всей длине указанной зоны температура должна падать в среднем на 3,6-

27,2°С на метр. Охлаждение будет постепенным при понижении температуры в среднем на 7,21-12,6°С на метр. Слишком низкая температура исключит образование полностью безвихревого потока, слишком высокая - приведет к созданию ограниченного местного и спорадического перемешивания, что приведет к структурной неоднородности в стекле, и таким образом, к неоднородности показателя преломления.

Тепловое регулирование над стеклом в рафинере, применяется при установлении плоскости нижней части потока стекла через разгрузочное устройство на уровне, который значительно выше обычного уровня потока в рафинере или устройстве для обработки. Обычная плоскость потока в рафинере находится ниже открытой поверхности стекла, где нет поступательного потока стекла. Над обычной плоскостью стекла существует повышенная скорость стекла в направлении общего его потока в период всего процесса. Непосредственно под обычной плоскостью имеется поток стекла, противоположный общему потоку, который создается естественной тепловой конвекцией, существующей в устройстве для обработки или рафинере. Охлаждение в рафинере обеспечивают, главным образом, погруженными в стекло холодильниками и с помощью охлаждения снизу огнеупорного пода рафинера.

Путем значительного снятия верхней части поступательно флотирующей части стекла в рафинере и подачи этого стекла в виде потока через разгрузочное устройство на расплавленный металл в период всего формования непрерывной ленты или листа стекла поддерживают безвихревые потоки, которые создаются в расплавленном стекле в рафинере. Какие бы химические неоднородности не существовали в стекле, они не очевидны благодаря ограниченному спорадическому перемешиванию.

Оптическая дисторсия вблизи кромок стеклоленты может быть ограничена до величины, меньшей 1% ленты вдоль каждой кромки. Поскольку стеклолента обязательно имеет утолщенные кромки, которые необходимо удалять при последующей технологической обработке, то при этой боковой дисторсии нет потери стекла.

Тепловые структуры согласно предлагаемому способу отличаются от прак-

тикуемых ранее структур тем, что температуры кромок соответственно выше, а температуры в центральной части относительно ниже в формирующей зоне, расположенной непосредственно по потоку от разгрузки стекла. Повышение температуры вблизи ограничивающих элементов и увеличение смачивания этих элементов создает большее торможение на стекло. При использовании соответствующих температурных градиентов по ширине стекла вязкость стекла вблизи этих элементов можно существенно уменьшить по сравнению с вязкостью вблизи средней части, что уменьшает торможение. Поток стекла действует как поток двух несмешивающихся жидких сред: основной поток стекла, на большей части ширины имеющий относительно ровный скоростной профиль, и поток вблизи элементов, имеющий очень резкий скоростной профиль. Следы песка можно использовать для наблюдения за основным потоком стекла, и из оценки физических свойств непрерывности известного нулевого потока у стенки каждого элемента, можно узнать боковой поток. Боковой поток действует в виде смазки для основного потока, хотя с учетом общей характеристики стекла такое явление оказывается неожиданным.

При производстве натриевого-известково-кварцевого стекла согласно предлагаемому способу можно обеспечить граничные зоны с скоростным градиентом, которые делают основной поток плоским на протяжении 90% ширины потока. Например, рассмотрим композицию, имеющую, %: SiO₂ 73, Na₂O 13,5, K₂O 0,4, CaO 8,7, MgO 3,8, Al₂O₃ 0,15, B₂O₃ 0,3 и Fe₂O₃ 0,15.

Это стекло имеет следующую зависимость вязкость - температура:

Логарифм вязкости,	Температура, °С
паузы	
2	1434
3	1188
4	1023
5	907
6	822
7,6	723
13	748

При формировании стекла, имеющего состав, подобный составу, описанному в патенте Хила, температура боковых частей стекла существенно падает по сравнению с температурой стекла центральной части потока. Вследствие естественных потерь стекла через боковые стенки температура боковых кромок стекла составляет 38-93°C (100-200°F) ниже температуры центральной части стекла. И как результат, скорость стекла вблизи стенок в 5-10 раз больше по сравнению с скоростью стекла в центральной части потока. Происходит значительное торможение и значительные части стекла с боков имеют повторяющуюся угловую дисторсию, известную под названием "колосовидной" дисторсии.

При формировании стекла этого состава по способу фирмы Пилкингтон кромки стекла имеют приблизительно ту же самую температуру, что и стекло в центральной части потока. Как правило, отмечается только дисторсия вследствие свободного падения и боковая дисторсия, связанная с уменьшением поперечного сечения ленты при отсутствии преграды для бокового потока. Эта "прерывистая линия" дисторсии отличается от дисторсии, происходящей в результате торможения. Однако иногда чрезмерное охлаждение кромок приводит к "колосовидной" дисторсии. Это происходит потому, что даже при отсутствии резкого понижения температур вблизи кромок по ширине ленты существует удлиненный параболический профиль скорости. Этот способ в значительной степени оказывается метастабильным с точки зрения исключения "колосовидной" дисторсии.

Согласно предлагаемому способу протекающее по центру стекло охлаждается относительно быстрее по сравнению со стеклом, протекающим по боковым сторонам. Это достигается благодаря расположенным по центру верхним холодильникам, а также путем приложения тепла к боковым кромкам стекла от расположенных по кромкам верхних нагревателей или от нагревательных боковых элементов, или с помощью теплоизолирующих боковых элементов от боковых стенок формирующей камеры. Боковые части стекла поддерживают при температурах, которые равны температурам центральной части стекла и поддерживаются при темпера-

турах выше 6,67-93°C (20-200 F).

Как правило, стекло будет разгружаться при изотермической температуре порядка 1093°C (2000°F); вниз по потоку от разгрузочного устройства и между боковыми элементами, где центральная часть стекла (приблизительно 90% стекла) имеет температуру порядка 982°C (1800°F), боковые части стекла имеют температуру порядка 1037°C (1900°F); как только нисходящие потоки стекла доходят до боковых элементов, температура в центре составляет 871°C (1600°F), а температура боковых частей составляет 888°C (1630°F). Профили скоростей, получающиеся из этой величины температур оказываются практически горизонтальными более, чем на 90% ширины стекла, с скоростью в центре приблизительно в 1,1 раза больше скорости в точке на расстоянии 5% ширины от любого бокового элемента.

Типичными диапазонами соотношения скоростей являются: 10-20 для способа, в котором стекло находится в контактировании с боковыми стенками, открытыми для наружной атмосферы, 4-6 для традиционного, промышленного способа, имеющего изотермический профиль ширины; 1-5, а чаще 1-3 для предлагаемого способа. Очевидно, что поток стекла согласно предлагаемому способу оказывается более равномерным по ширине флотирующего стекла, чем поток стекла согласно известным способам. Боковая дисторсия в готовой ленте приводит к уменьшению потери стекла.

Устранение беспрепятственного бокового перемещения в значительной степени упрощает управление лентой плавающего стекла вниз по центру от формирующей камеры на вытягивающие валки и в печь для отжига. Устранение беспрепятственного бокового перемещения также разрешает проблемы равномерного отведения тепла от стекла.

В предлагаемом устройстве можно применять более низкие общие рафинирующие температуры стекла для расстекловывания при транспортировке стекла из рафинера в формирующую камеру, и они сведены до минимума при отсутствии свободного падения и его обратного потока. Это происходит потому, что при осуществлении предлагаемого способа неподвижность сведена до минимума. Использование более

низких температур в рафинере обеспечивает более высокую производительность для стекловаренной и рафинировочной печи определенного объема.

"Колосовидная" оптическая дисторсия, видимая по боковым частям традиционной стеклоленты, существенно уменьшается с помощью поддержания относительно равномерных скоростных градиентов по ширине потока флотирующего стекла в предлагаемом устройстве.

Предлагаемый способ обеспечивает производство стекла всех полезных толщин в непрерывных листах одинаковой толщины, так что для стекол различной толщины можно использовать оборудование для наблюдения и резки необходимой боковой регулировки этого оборудования. Изобретение полезно при производстве стекла любого состава, которое можно формовать с помощью флоат-процесса, например натриево-известково-кремнеземное и боросиликатное стекла.

На фиг. 1 изображено устройство для производства стекла, продольный разрез; на фиг. 2 - разрез А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - разгрузочное устройство; на фиг. 4 - устройство для производства стекла, продольный разрез; на фиг. 5 - профили скорости, типичные для традиционного флоат-процесса при производстве стекла; на фиг. 6 и 7 - то же, для расплавленного стекла при осуществлении предлагаемого способа; на фиг. 8 - листовое стекло, изготовленное согласно способу фирмы Пилкингтон, поперечное сечение; на фиг. 9 - то же, изготовленное согласно изобретению.

Устройство 1 для обработки расплавленного стекла 2 сообщается с разгрузочным устройством 3, через которое в формующую камеру 4 протекает расплавленное стекло 2. Формующая камера содержит ванну расплавленного металла 5, имеющего плотность большую плотности стекла 2, с верхней частью расплавленного металла, регулируемой до такого уровня, что стекло 2 может протекать свободно, не падая на расплавленный металл 5, и его можно вытягивать однонаправленным потоком по поверхности расплавленного металла 5 через формующую камеру 6 для подъема из формующей камеры 4 готового непрерывного листа стекла. Устройство 1 содержит огне-

упорный под 7, боковые стенки 8 и свод 9. Зона источника расплавленного металла, сообщаемая с разгрузочным устройством 3, представляет собой охлаждаемый рафинер с ступенчатым подом. Рафинер для расплавленного стекла или устройство для обработки сконструировано и работает так, что стекло, проходящее через него по направлению к разгрузочному устройству, постепенно охлаждается. Рафинер с ступенчатым подом и охлаждение снизу способствует стабилизации образовавшихся безвихревых потоков. Расплавленное стекло 2 охлаждают до температуры, при которой оно является текучим, при непрерывном дополнительном охлаждении его можно формировать в размерно стабильный лист стекла. Для стекол типичного натриево-известково-кремнеземного состава температура расплавленного стекла в устройстве для обработки в самом ближнем месте к разгрузочному устройству составляет приблизительно 927-1204°C (1700-2200°F).

Разгрузочное устройство 3 содержит пороговую преграду 10 или другое устройство, которое образует опору под расплавленным стеклом и отделяет расплавленное стекло в устройстве для обработки от расплавленного металла 5 в формующей камере 4. Верхняя часть пороговой преграды 10 расположена на 2-18 дюймов ниже поверхности стекла в устройстве для обработки. Опора содержит огнеупорный элемент, который можно снабдить устройством 11 для нагревания или охлаждения с целью регулирования температуры стекла, протекающего в контакте с порогом, и посредством этого регулировать величину, до которой порог смачивается протекающим расплавленным стеклом. Кроме того, разгрузочное устройство содержит боковые подставки 12, которые образуют боковые стенки канала, через который может протекать расплавленное стекло. Наряду с этим, разгрузочное устройство имеет регулируемое измерительное устройство 13, представляющее собой подвижный затвор или задвижку, проходящее вниз в расплавленное стекло.

В зависимости от вертикального положения задвижки 13 поток расплавленного стекла из источника расплавленного стекла через разгрузочную щель подается на расплавленное олово 5.

Вначале боковой размер этого потока определяется пространством между боковыми подставками 12. Этот размер можно поддерживать с помощью направляющих или ограничивающих элементов 14. Ограничивающие элементы 14 представляют собой параллельные направляющие, выполненные из например, графита или глинозема, который смачивается расплавленным стеклом в ограниченной степени. Ограничивающие элементы 14 можно снабдить средством для температурного регулирования, например устройством для нагревания или охлаждения ограничивающих элементов. По длине ограничивающего элемента создают продольный температурный градиент, так что здесь наблюдается относительно большее смачивание ограничивающих элементов стеклом вблизи устройства для разгрузки стекла, по сравнению с смачиванием стеклом ограничивающих элементов на их концах, расположенных по потоку как раз до того, когда стекло больше не удерживается ограничивающими элементами. Длина ограничивающих элементов такова, что расплавленное стекло в достаточной степени можно охлаждать в период его нахождения между двумя ограничивающими элементами, так что внутри стекла после снятия всяких препятствий не происходит никакого, направленного наружу бокового потока. На расплавленном металле, вниз по потоку от ограничивающих элементов, может флотировать расплавленная соль, так что она ударяется о стекло и ограничивает боковой поток.

Для производства стекла, более толстого по сравнению с традиционным равновесным стеклом, в формующей камере по потоку предусмотрены равновесные боковые пороги 15, где стекло в достаточной мере охлаждается, так что остановление следов или возмущение потока стекла маловероятно, а слой 16 расплавленной соли ограничивается пространством, создаваемым боковыми стенками формующей камеры 4, расположенными по потоку порогами 15 и ограничивающими элементами 14 с лентой 17 стекла, которая формируется.

Формующая камера 4 закрыта сводом 18, где в направлении верхней поверхности флотирующей непрерывной ленты стекла 17 смонтирован ряд нагревателей 19 и холодильников 20. Эти устройства предусмотрены для регулируемого

нагревания или охлаждения движущейся ленты стекла 17, так что стекло можно охлаждать и доводить до размерно стабильной ленты необходимой ширины и толщины для удаления из формующей камеры. Кроме того, с камерой 4 соединен источник инертного газа, а также источник восстановительного газа с целью исключения окисления расплавленного металла в камере (не показаны). Как правило, источники газа используются для направления азота и водорода в камеру.

В конце формующей камеры 4 смонтирован вытягивающий валок 21, расположенный поперек пути перемещения стекла, который удерживает ленту 17 с тем, чтобы поднять ее из ванны 5 расплавленного металла. Ряд барьеров 22 входит в зацепление с верхней поверхностью ленты стекла 17 с целью изоляции атмосферы в формующей камере 4 над поверхностью стекла от расположенного по потоку технологического оборудования. Барьеры 22 представляют собой эластичные асбестовые листы, установленные и свисающие с элемента 23 свода, проходящего из свода 18 формующей камеры 4.

Вытягивающее устройство, в дополнение к вытягивающему валку 21 и барьерам 22, содержит ряд валков 24, которые поддерживают стекло и создают продольное тяговое усилие из стекла, вытягивания его из формующей камеры и подавая его к последнему технологическому устройству, например к печи для отжига. В контакте с валками 24 расположены щетки 25, которые дополнительно служат для отделения формующей камеры от последующего технологического оборудования.

От валков 24, а также от расположенных по потоку валков на стекло оказывают достаточное тяговое усилие с тем, чтобы однонаправленно уменьшать размер стекла до его необходимой конечной толщины, в особенности тогда, когда его необходимая конечная толщина меньше равновесной толщины. Установлено, что путем соответствующего регулирования температуры и температурного градиента вдоль ограничивающих элементов 14, и соответствующего приложения к стеклу тягового усилия с стороны валков 24 можно получать стекло толщиной, меньше равновесной толщины, без дополнительной поддержки с стороны боковых удерживающих

щих элементов и без бокового растекания, что обеспечивает получение тонкого стекла, имеющего существенно оптическую дисторсию, в особенности вблизи его краев, по сравнению с той, которая наблюдается в стекле, изготовляемом известными промышленными флот-формующими процессами.

Однако с целью уменьшения размеров стеклоленты при сохранении постоянной ширины ленты можно использовать принудительное боковое ограничение. Для этого используют вертикальные валки 26 в сочетании с основным устройством.

Кроме того, можно также использовать средство для охлаждения стекла в нижней части устройства для обработки, что дополняет эффект охлаждения, создаваемый ступенчатым подом. Охлаждающую трубу 27 можно погрузить в стекло, и через этот погруженный охладитель непрерывно насосом подают охлаждающее средство, например воду. Это дополнительно стабилизирует тепловые условия и обеспечивает безвихревой поток.

В то время, как нагреватели 19 и холодильники 20, расположенные над стеклом непосредственно по току от разгрузочного устройства 3, предназначены для обеспечения охлаждения центральной части стекла, их также можно использовать для нагрева боковых частей стекла, протекающего между направляющими 14. С этой целью направляющие снабжены нагревательным устройством 28.

В разгрузочном устройстве 3 (фиг. 3) расплавленный металл 5 проходит под расплавленным стеклом, протекая через разгрузочное отверстие через горизонтальный щелеобразный канал, образованный боковыми подставками 12, измерительным устройством 13 и расплавленным металлом. Внутри ванны расплавленный металл удерживается боковыми стенками 8 источника расплавленного стекла и пороговой преградой 29, установленной в поперечном направлении относительно ширины источника расплавленного стекла. Пороговая преграда выполнена из инертного материала, например расплавленного кремнезема, или она может представлять огнеупорный блок, покрытый платиной, молибденом, графитом или нитридом бора. Пороговая преграда от пода формующей камеры

4 наполнена порошкообразной набивкой, например порошкообразным графитом 30, а с целью охлаждения пороговой преграды и обеспечения температурного регулирования в разгрузочной зоне предусмотрен водяной ящик 31.

Нижняя поверхность контактирования стекло-огнеупор мала, в результате чего исключается возможность загрязнения стекла в процессе формования.

Между опорным огнеупорным элементом, образующим нижнюю часть канала для разгрузки стекла предусмотрена тонкая смазочная пленка из расплавленного металла (фиг. 4). Расплавленное стекло 2 из устройства 1 расплавленного стекла течет через пороговую преграду 32 и через относительно неглубокую часть 33 ванны расплавленного металла, которая сообщается с основной ванной расплавленного металла 5 в формующей камере 4 с помощью тонкой пленки 34, проходящей над лотковым элементом 35, который образует нижнюю часть разгрузочного устройства 3. Флотирующий канал разгрузочного устройства 3 ограничивается боковыми подставками 12, подвижной задвижкой 13, которая определяет верхнюю границу, и подовым или нижним лотковым элементом 35. С целью непрерывной подачи расплавленного металла в мелкую часть 33 ванны расплавленного металла в сочетании с нижним лотковым элементом предусмотрены средства 36 для подачи расплавленного металла. Поток стекла, протекающий через разгрузочное устройство, оказывает торможение на расплавленный металл в мелкой части 33 ванны расплавленного металла, образуя тонкую пленку 34 из расплавленного металла и подавая расплавленный металл к основной массе расплавленного металла в формующей камере. Образование тонкой смазочной пленки из расплавленного металла обеспечивает достаточно длинный разгрузочный путь точных размеров поперечного сечения, что обеспечивает формирование готового листа стекла точно регулируемой толщины, не прибегая к тщательно разработанному уменьшению и тепловому регулированию в формующей камере.

Пример 1. Для сравнения потоков и температур в каждом узле были приведены в действие три отдельных узла обработки и формования стекла. Каждое из устройств для обработки

имеет конструкцию со ступенчатым полом (фиг. 5-7). Эффективная ширина каждого устройства для обработки составляет 914 см (360 дюймов). Одно устройство для обработки (фиг. 5) через канал шириной в 102 см (40 дюймов) и глубиной 30 см (12 дюймов) ниже линии стекла или открытой поверхности стекла внутри устройства для обработки сообщается с традиционной флотформирующей ванной. Второе устройство для обработки (фиг. 6) сообщается с ванной с помощью порогового подающего средства, имеющего отверстие шириной 457 см и глубиной 30 см (180 и 12 дюймов соответственно) ниже зеркала стекла. Третье устройство для обработки (фиг. 7) идентично второму устройству, за исключением того, что оно имеет загрузочное средство глубиной только 15 см (6 дюймов) ниже зеркала стекла. Ряд термопар предусмотрен в каждом устройстве для обработки в нижней части, на поверхности стекла и в промежуточных точках по средней линии устройства для обработки сразу же против потока от разгрузочного устройства, а также в средней линии канала и традиционном устройстве в средней линии и вблизи наружных стенок или подставок загрузочного устройства, примененного в этом изобретении.

Все эти установки работают при одинаковых условиях с целью производства 500 т стекла в день.

В табл. 1 приведены сравнительные данные внутри стекла, изготовленного известным и предлагаемым способом.

В табл. 2 приведены сравнительные данные температур ($^{\circ}\text{C}$) внутри стекла.

Из табл. 2 видно, что теплообразование, полученное в устройстве для обработки при осуществлении изобретения, улучшено.

Сравнение скоростей и температур в трех системах свидетельствует о том, что изобретение имеет профили скоростей по боковой ширине устройства для обработки, создающие плоскую и менее искривленную нейтральную плоскость с тем, чтобы сделать поток безвихревым внутри выпускной зоны устройства для обработки. Из скоростей и температур также очевидно, что стекло, подаваемое из рафинера или устройства для обработки согласно предлагаемому способу, более полно охлаждается, не испытывая нестабильности, по срав-

нению с стеклом, получаемым согласно известным способом. Вследствие этого, применяя настоящий способ, можно увеличить производительность по сравнению с известным способом, без дополнительного охлаждающего оборудования или крупногабаритной конструкции устройства для обработки. Способ осуществляют с небольшим порогом или загрузочным устройством. В известных способах обычная плоскость потока расположена приблизительно на том же самом расстоянии от нижней части устройства для обработки к открытому зеркалу в средней линии поступательного потока. Однако в противоположность традиционной практике при осуществлении изобретения принудительный поток над обычной плоскостью по всей ширине устройства для обработки оказывается значительно более равномерным. Эта улучшенная равномерность профиля скорости по ширине устройства для обработки является свидетельством улучшенного безвихревого потока, получаемого при подходе потока стекла к разгрузочному устройству.

Пример 2. В устройстве (фиг. 1 и 2) расплавленное стекло подают на ванну расплавленного олова по 450 т в день. Температура стекла во время подачи его на олово около 1065°C (1950°F) по всей ширине, что отмечается обычными радиационными пирометрами, установленными в своде формирующей камеры и направленными на стекло. Боковые ограничивающие элементы или направляющие расположены на расстоянии трех метров (10 футов) друг от друга и их не нагревают. Они теплоизолированы от наружных стенок камеры. Температура каждой направляющей вблизи зоны выгрузки около 1037°C (1900°F) при этом направляющие имеют длину порядка 1,83 м (6 футов), а температура составляет около 897°C (1650°F). Температуры направляющих определяются с помощью термопар, выполненных из платины 10%, родия и заключенных в огнеупорный материал направляющих из глинозема с горячим спаем термопар приблизительно на 1 дюйм выше и на 2 дюйма в боковом направлении от поверхности расплавленного стекла. Два холодильника расположены над стеклом в центре зоны между направляющими. Каждый из этих холодильников представляет охлаждающую поверхность шириной око-

ло 1,52 м (5 футов) по ширине камеры и длиной около 0,6 м (2 фута) в направлении стекла. Эти холодильники снабжены достаточным количеством воды с температурой 24°C (75°F), а вода, выходящая из холодильников, имеет температуру около 26°C (78°F). Каждый холодильник отбирает приблизительно 10000 британских тепловых единиц/мин тепла из камеры.

Три пирометра в своде камеры направлены на стекло вдоль линии, соединяющей расположенные по потоку концы направляющих. Один пирометр направлен по средней линии перемещения стекла, а другие - приблизительно на 6 дюймов внутрь от внутренних поверхностей соответствующих направляющих. Температура в центре порядка 871°C (1600°F); каждая из двух наружных температур около 897°C (1650°F).

Формуют размерно-стабильную стеклотенту, имеющую толщину 0,210 дюйма и ширину 3 м (10 футов и 1 дюйм). Для бокового растяжения стекла вообще не применяют никакие вертикальные валки.

Полученная лента стекла не имеет дисторсии по ее центру на протяжении 284 см (112 дюймов); приблизительно 10 см (4 дюйма) стекла на каждой кромке имеют видимую дисторсию, и только самые крайние части, проходящие внутрь от кромок приблизительно на 5 см (2 дюйма), имеют сильную "колосовидную" дисторсию.

Предлагаемый способ обеспечивает получение непрерывной стек-

лотенты, которая обладает улучшенным оптическим свойством, по сравнению со стеклотентой, изготавливаемой согласно известному флоат-процессу. Это улучшение очевидно, когда смотрят через стекло в направлении, перпендикулярном (когда оно пересекается) основной плоскости стекла. В том случае, когда стекло полученное согласно изобретению, рассматривают по направлению разреза по ширине, становится очевидным, что структуры внутри стекла отличаются от известных структур.

Стекло, изготовленное согласно известному способу, проявляет характерную I - образную форму вблизи выпуклого конца. Эта структура разрушает непрерывность полученной слоистой структуры, заметно появляется в стекле, полученном по способу фирмы Пилкингтон. В противоположность этому, стекло, полученное согласно изобретению, имеет встроенную слоистую структуру, проходящую к краям ленты. В то время как известное стекло имеет характерную линию дисторсии, соответствующую видимой поверхности неожиданно появляющейся непрерывности в структуре T - образной формы, стекло не имеет непрерывной боковой линии дисторсии.

Применение предлагаемого способа позволит получать стекло, имеющее широкий диапазон толщины с улучшенными оптическими свойствами.

Т а б л и ц а 1

Тип подачи стекла	Глубина потока, см	Скорость вправо от средней линии, если смотреть по направлению к формующей ванне, дюйм/мин			
		51 см (20д)	152 см (60д)	254 см (100д)	356 см (140д)
Известный:	Поверхность	47	36,6	15,8	12,2
Канал шириной 102 см и глубиной 30 см	13	55	30	15,8	15,8
	25	32	24,5	12	15,8
	38	27	19	9,2	<0
	51	14	10,5	5,6	<0
	64	<0	<0	<0	<0

Продолжение табл. 1

Тип подачи стекла	Глубина потока, см	Скорость вправо от средней линии, если смотреть по направлению к формующей ванне, дюйм/мин			
		51 см(20д)	152 см(60д)	254 см(100д)	356 см(140д)
Предлагаемый:	Поверхность	8,4	8,2	5,8	2,4
Канал шириной 457 см	13	2,2	15	7	2,4
и глубиной 30 см	25	17,4	13,2	7	1,6
	38	11	10,5	7	1,6
	51	6,2	5,6	4,8	1,1
	64	<0	<0	<0	<0
Настоящее изобретение	Поверхность	22	22	16	5,6
Канал шириной 457 см	13	18	18	15	4,1
и глубиной 15 см	25	13,2	14	9	3
	38	5	5	3	<0
	51	<0	<0	<0	<0
	64				

Т а б л и ц а 2

Тип подачи стекла	Расположение термопар						
	Средняя линия рафинера				Нижнее загрузочное устройство		
	Низ	1/3	2/3	Поверх- ность	Слева	В цент- ре	Справа

Известный: 1135 1118 1185 1169 - 1101 -

Настоящее
изобретение

Предлагаемый:

глубина 30 см	1126	1113	1185	1178	1085	1104	1085
глубина 15 см	1126	1118	1185	1178	1085	1104	1085

Формула изобретения

1. Способ изготовления листового стекла, включающий выгрузку стекломассы на поверхность расплавленного металла с образованием ламинарного потока, формования стекломассы в ленту, продвижение ленты вдоль ванны и вывод из нее, отличающийся тем, что, с целью улучшения оптических свойств стекла, выгрузку стекломассы осуществляют через порог, верхняя поверхность которого расположена на уровне расплавленного металла, а формование стекломассы в ленту осуществляют с снижением температуры на 3,6-27,2°С на каждый метр стекломассы в направлении ее продвижения.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при формовании стекломассы в ленту осуществляют до-

30 полнительный нагрев ее боковых участков до температуры центральной части.

3. Способ по пп.1 и 2, отличающийся тем, что при формовании стекломассы в ленту осуществляют дополнительное охлаждение ее центральной части до температуры ее боковых частей.

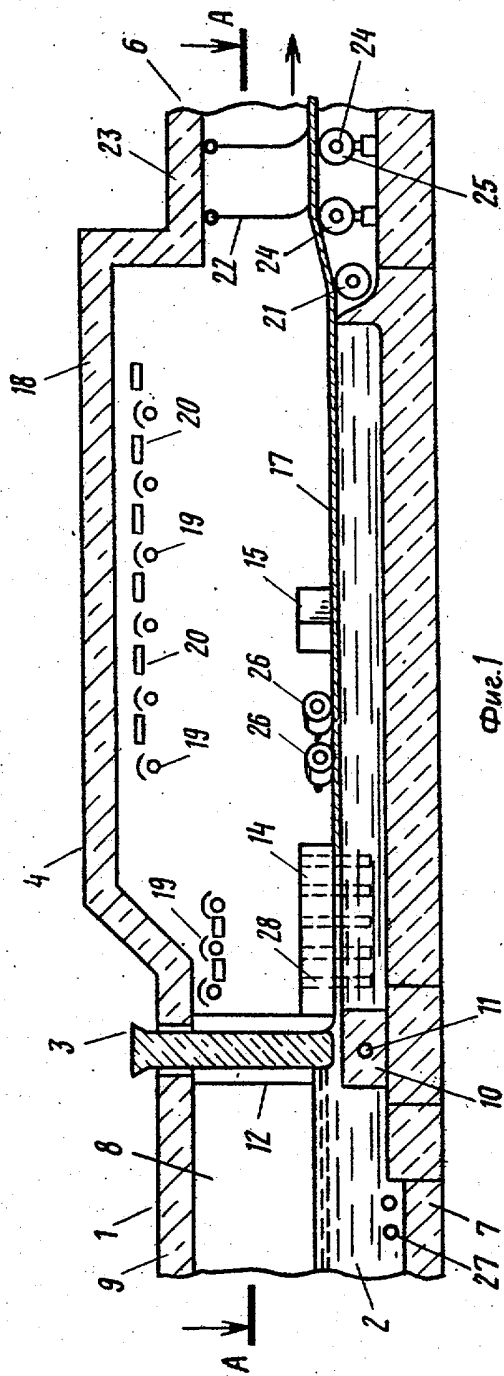
4. Способ по пп.1-3, отличающийся тем, что продвижение центральной части расплавленного стекла вдоль ванны осуществляют со скоростью равной 1-5-кратной скорости на ее боковых участках.

Источники информации,

45 принятые во внимание при экспертизе

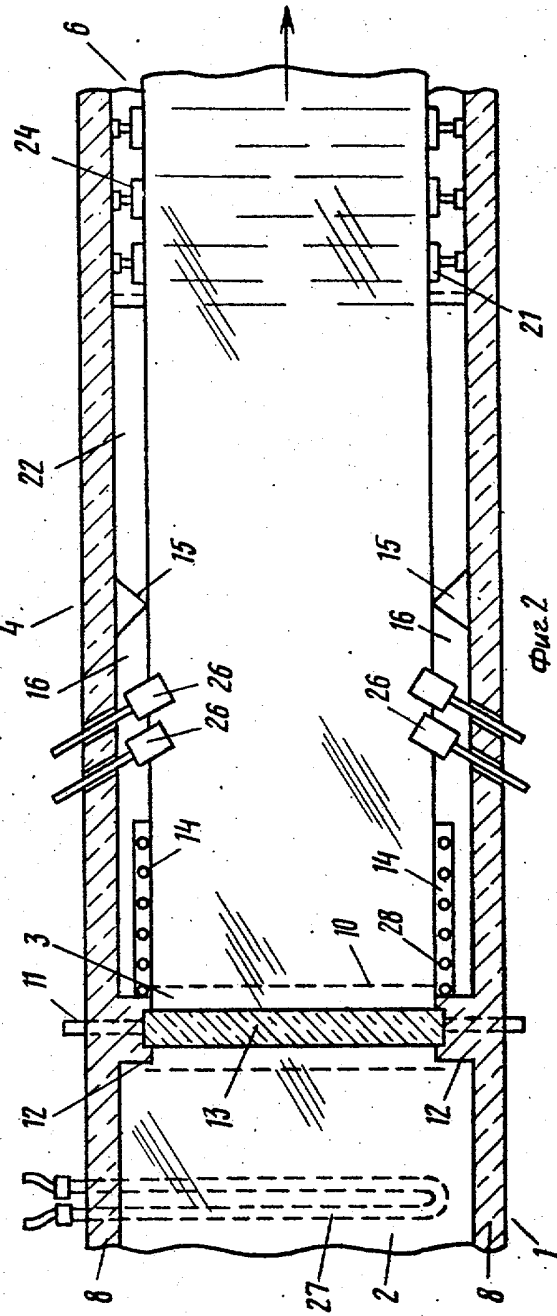
1. Авторское свидетельство СССР № 212866, кл. С 03 В 18/02, 1966.

2. Патент ФРГ № 1471829, 32а 18/02 1970.

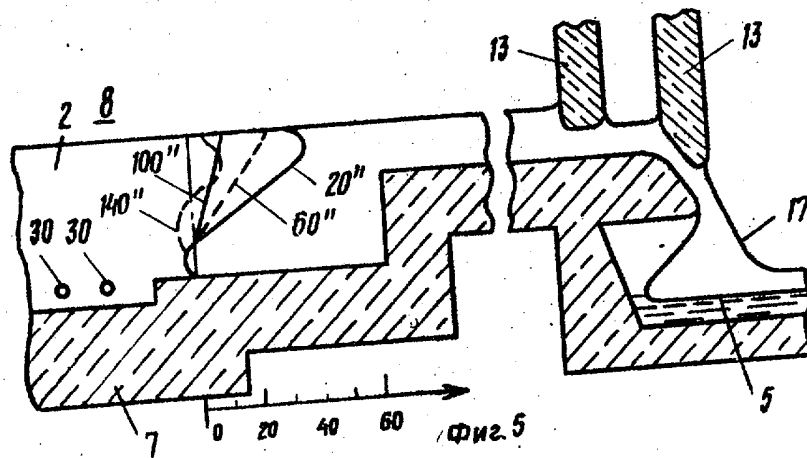
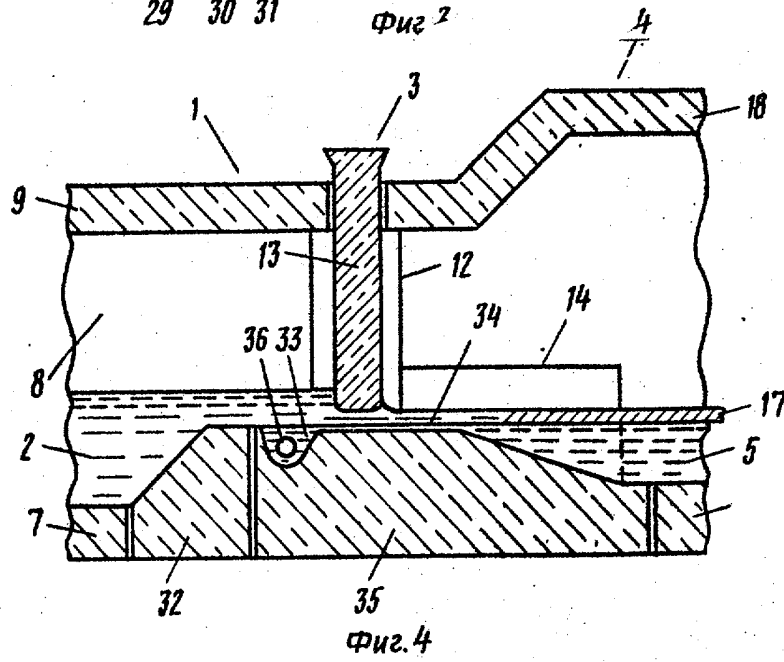
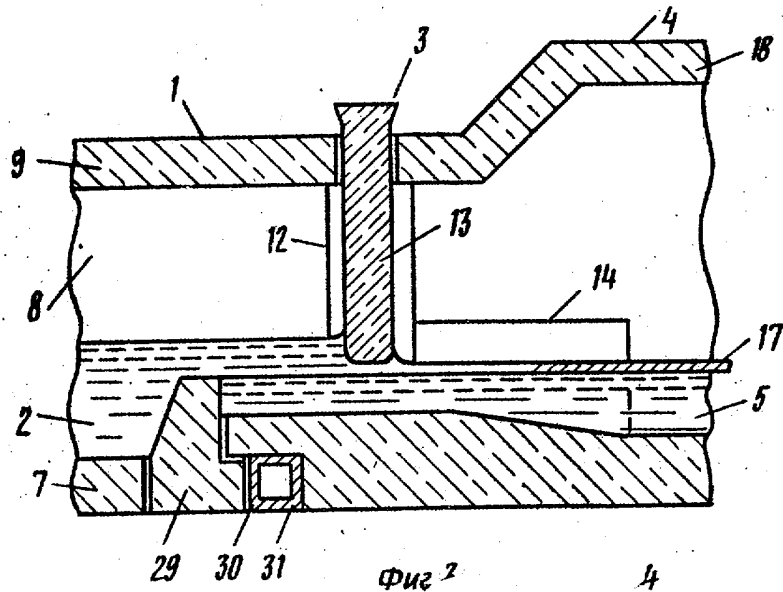


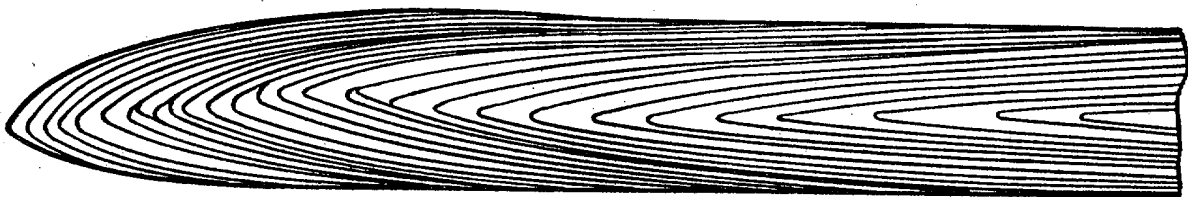
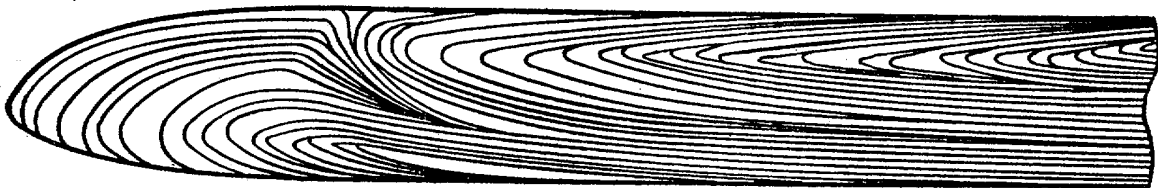
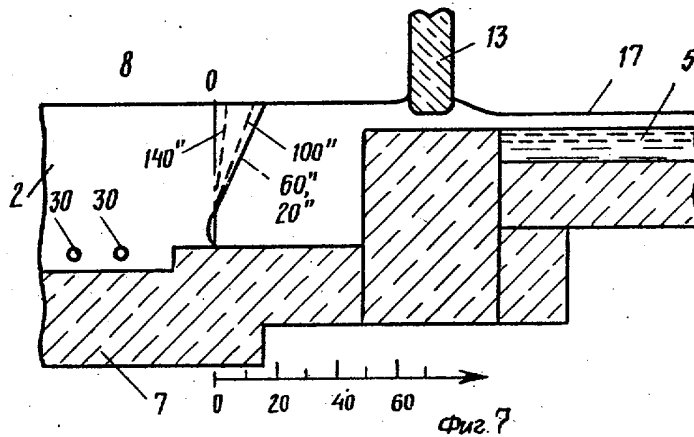
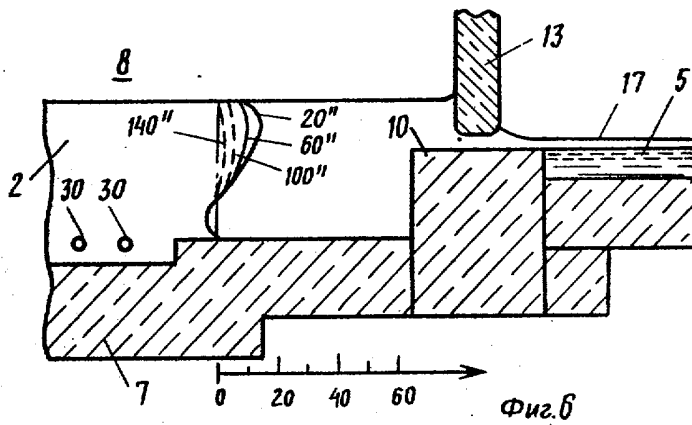
Фиг. 1

A-A



Фиг. 2





Составитель Л. Кашеварова
 Редактор О. Юрковецкая Техред Е. Харитончик Корректор О. Билак
 Заказ 2624/78 Тираж 507 Подписное
 ВНИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4