



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41997 (13) C2

(51) 7 B22D41/50, B22D11/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД(54) ЗАНУРЮВАНА ВХІДНА НАСАДКА ДЛЯ ПРОХОДЖЕННЯ ЧЕРЕЗ НЕЇ ПОТОКУ РІДКОГО МЕТАЛУ  
(ВАРІАНТИ)

(21) 96114360

(22) 25 04 1995

(24) 15 10 2001

(31) 08/233,049

(32) 25 04 1994

(33) US

(86) PCT/CA95/00228, 25 04 1995

(46) 15 10 2001, Бюл. № 9, 2001 р.

(72) Хісліп Лоуренс Джон, СА, Доррікотт Джеймс Дерек, СА

(73) ВІЗУВІУС КРУСІБЛ КОМПАНІ, US

(56) Заявка EP № 0403808, опубл. 27 12 1990

(57) 1 Погружаемая входная насадка для прохождения через нее потока жидкого металла, содержащая вертикально расположенную входную трубу, имеющую осевую симметрию и первую площадь поперечного сечения потока, отличающаяся тем, что она содержит диффузную переходную секцию, сообщающуюся с входной трубой, и имеющую две или более передние стенки и две или более боковые стенки, при этом передние стенки выполнены сходящимися в первой вертикальной плоскости, а боковые стенки выполнены расходящимися во второй вертикальной плоскости, которая перпендикулярна первой вертикальной плоскости с, по существу, непрерывным изменением площади поперечного сечения насадки в переходной секции от первой площади поперечного сечения потока к удлиненной второй площади поперечного сечения потока, которая больше, чем первая площадь поперечного сечения потока, и к по существу непрерывному изменению симметрии насадки в переходной секции от осевой симметрии к плоскостной симметрии, и разделительную секцию, сообщающуюся с переходной секцией, обеспечивающую разделение потока жидкого металла, поступающего из переходной секции, на две струи, отклоняемые под углом к вертикали в противоположных направлениях

2 Насадка по п. 1, отличающаяся тем, что переходная секция обеспечивает значительное уменьшение скорости потока

3 Насадка по п. 1, отличающаяся тем, что разделительная секция имеет пару отклоняющих секций, включающих разделитель потока, расположенный между отклоняющими секциями ниже переходной секции, при этом отклоняющие секции имеют боковые стенки, которые выполнены рас-

ходящимися от вертикали под первым углом, по существу параллельно боковым стенкам, образуемым разделителем потока

4 Насадка по п. 1, отличающаяся тем, что передние стенки выполнены сходящимися под суммарным внутренним сходящимся углом передних стенок, составляющим примерно от 2,0° до 8,6°

5 Насадка по п. 1, отличающаяся тем, что боковые стенки выполнены расходящимися под суммарным внутренним расходящимся углом боковых стенок, составляющим примерно 16,6° до 6°

6 Насадка по п. 3, отличающаяся тем, что отклоняющие секции обеспечивают угол отклонения от вертикали в пределах от 10° до 80° с каждой стороны

7 Насадка по п. 3, отличающаяся тем, что отклоняющие секции обеспечивают угол отклонения от вертикали в пределах от 20° до 40°

8 Насадка по п. 4, отличающаяся тем, что суммарный внутренний угол схождения примерно равен 5,3°

9 Насадка по п. 5, отличающаяся тем, что суммарный угол расхождения примерно равен 10,4°

10 Насадка по п. 2, отличающаяся тем, что переходная секция обеспечивает уменьшение скорости потока и увеличение площади поперечного сечения примерно на 38 %

11 Погружаемая входная насадка для прохождения через нее потока жидкого металла, содержащая вертикально расположенную входную трубу, имеющую первую площадь поперечного сечения потока, отличающаяся тем, что она имеет переходную секцию, сообщающуюся с входной трубой и имеющую по существу шестиугольную конфигурацию по площади поперечного сечения, средств для разделения потока на две струи с, по существу, равными площадями поперечного сечения и отклонения струй под углом к вертикали в противоположных направлениях, средство для увеличения площади поперечного сечения потока струй так, что площадь поперечного сечения потока двух струй значительно больше первой площади поперечного сечения потока, средство для создания избыточного давления внутри струй, которое расположено между струями, которое имеет закругленную ведущую кромку с достаточно большим радиусом кривизны, обеспечивающим изменение положения точки застоя без разделе-

ния потока, и средство для создания отрицательного избыточного давления с внешних сторон струй

12 Погружаемая входная насадка для прохождения через нее потока жидкого металла, содержащая вертикально расположенную входную трубу, имеющую первую площадь поперечного сечения потока, **отличающаяся** тем, что она содержит средство для разделения потока от входной трубы на две струи, отклоняемые под углом к вертикали в противоположных направлениях, при этом средство для разделения потока имеет первое средство, расположенное между струями, для создания избыточного давления внутри струй и второе средство для создания отрицательного избыточного давления с внешних сторон струй

13 Насадка по п 12, **отличающаяся** тем, что средство для разделения потока содержит переходную секцию, имеющую боковые стенки, которые выполнены расходящимися под первым углом к вертикали, при этом первое и второе средства содержат пару отклоняющих секций, расположенных ниже переходной секции, которые имеют стенки, соответствующие боковым стенкам упомянутой переходной секции, при этом отклоняющие секции имеют соответствующие конечные части, в которых соответствующие стенки выполнены расходящимися под вторым углом к вертикали, который значительно больше первого угла

14 Насадка по п 12, **отличающаяся** тем, что первое и второе средства содержат пару по существу прямых и прямоугольных секций

15 Насадка по п 12, **отличающаяся** тем, что первое и второе средства содержат пару искривленных и по существу прямоугольных секций

16 Насадка по п 15, **отличающаяся** тем, что искривленные секции имеют внутренние стенки, имеющие внутренний радиус и внешние стенки, имеющие внешний радиус, при этом внутренний радиус незначительно меньше половины радиуса внешних стенок

17 Насадка по п 15, **отличающаяся** тем, что первое и второе средства содержат пару по существу прямых и прямоугольных секций, расположенных по потоку ниже искривленных секций

18 Погружаемая входная насадка для прохождения через нее потока жидкого металла, содержащая вертикально расположенную входную трубу, имеющую первую площадь поперечного сечения потока, **отличающаяся** тем, что она содержит средство для уменьшения скорости потока от входной трубы, имеющей переходную секцию, имеющую боковые стенки, выполненные расходящимися под первым углом к вертикали, и имеющие площадь поперечного сечения выходного потока значительно большую, чем первая площадь поперечного сечения потока и средство для разделения потока от переходной секции на две струи, отклоняемые под углом к вертикали в противоположных направлениях

19 Насадка по п 18, **отличающаяся** тем, что переходная секция обеспечивает существенное уменьшение скорости потока

20 Насадка по п 18, **отличающаяся** тем, что переходная секция обеспечивает по существу отсутствие изменения скорости потока, при этом сред-

ство для уменьшения скорости потока содержит диффузор, расположенный по потоку выше переходной секции

21 Насадка по п 18, **отличающаяся** тем, что переходная секция обеспечивает увеличение скорости потока, и в которой средство для уменьшения скорости потока включает диффузор, расположенный по потоку выше переходной секции для обеспечения уменьшения скорости потока, причем значение величины уменьшения скорости потока значительно больше значения величины увеличения скорости потока, обеспечиваемое переходной секцией

22 Погружаемая входная насадка для прохождения через нее потока жидкого металла, содержащая вертикально расположенную входную трубу, имеющую первую площадь поперечного сечения потока, **отличающаяся** тем, что она содержит средство для разделения потока от входной трубы на две струи, отклоняемые под углом к вертикали в противоположных направлениях, которое расположено между струями и имеет закругленную ведущую кромку с достаточно большим радиусом кривизны, обеспечивающим изменение положения точки застоя без разделения потока

23 Насадка по п 22, **отличающаяся** тем, что средство для разделения потока имеет вершину, которая по существу имеет полуэллиптическую конфигурацию

24 Насадка по п 22, **отличающаяся** тем, что средство для разделения потока имеет вершину, которая по существу представляет собой контур, имеющий конфигурацию симметричного профиля крыла со смещением вперед от максимального утолщения профиля по хорде

25 Погружаемая входная насадка для прохождения через нее потока жидкого металла, содержащая вертикально расположенную входную трубу, имеющую первую площадь поперечного сечения потока, **отличающаяся** тем, что она содержит средство для разделения потока от входной трубы на две струи, отклоняемые под углом к вертикали в противоположных направлениях, которое имеет переходную секцию, площадь поперечного сечения потока которой по существу имеет шестиугольную конфигурацию

26 Насадка по п 25, **отличающаяся** тем, что переходная секция имеет две расходящиеся боковые стенки, две пересекающиеся передние стенки, имеющие внутренние углы, несколько меньшие, чем  $180^\circ$ , и две пересекающиеся задние стенки, имеющие внутренние углы, несколько меньшие  $180^\circ$ , при этом передние стенки и задние стенки выполнены сходящимися

27 Насадка по п 25, **отличающаяся** тем, что средство для разделения потока имеет пару по существу прямых и прямоугольных секций, расположенных по потоку ниже переходной секции

28 Насадка по п 27, **отличающаяся** тем, что прямые секции направляют струи под первым углом к вертикали, прямые секции имеют выходные отверстия, расположенные под вторым углом у горизонтали, который меньше, чем упомянутый первый угол

29 Насадка по п 25, **отличающаяся** тем, что средство для разделения потока имеет пару по существу искривленных и прямоугольных секций,

расположенных по потоку ниже переходной секции

30 Насадка по п 29, отличающаяся тем, что средство для разделения потока имеет пару по существу прямых и прямоугольных секций, расположенных по потоку ниже искривленных секций

31 Насадка по п 14, отличающаяся тем, что прямые секции направляют струи под первым углом к вертикали, прямые секции имеют выходные отверстия, расположенные под вторым углом к горизонтالي, который меньше упомянутого первого угла

32 Насадка по п 1, отличающаяся тем, что первая площадь поперечного сечения является по существу круглой

33 Погружаемая входная насадка для прохождения через нее потока жидкого металла, содержащая вертикально расположенную входную трубу, имеющую первую площадь поперечного сечения потока и в целом осевую симметрию, отличающаяся тем, что она содержит диффузную переходную секцию, сообщающуюся с трубой, при этом переходная секция выполнена с возможностью по существу непрерывного изменения площади поперечного сечения насадки в переходной

секции от первой площади поперечного сечения потока до в основном удлиненной второй площади поперечного сечения потока, которая больше, чем первая площадь поперечного сечения потока, и с возможностью по существу непрерывного изменения симметрии насадки в переходной секции от осевой симметрии к плоскостной симметрии, и разделяющую секцию, сообщающуюся с переходной секцией для разделения потока жидкого металла от переходной секции на две струи, отклоняемые от вертикали в противоположных направлениях

34 Насадка по п 1, отличающаяся тем, что передние стенки выполнены сходящимися под суммарным внутренним углом схождения и боковые стенки выполнены расходящимися под суммарным внутренним углом расхождения, и разница между суммарным внутренним углом расхождения боковых стенок и суммарным внутренним углом схождения передних стенок меньше, чем примерно  $8^\circ$

35 Насадка по п 3, отличающаяся тем, что отклоняющие секции выполнены с возможностью обеспечения угла отклонения от вертикали, составляющего около  $30^\circ$  с каждой стороны

#### Область техники

Настоящее изобретение относится к области входных насадок. Более конкретно, настоящее изобретение относится к области погружаемых входных насадок для проходящих через них потоков жидких металлов.

#### Предпосылки создания

В ходе непрерывного литья стальных плоских заготовок, например, имеющих толщину 50-60 мм и ширину 975-1825 мм, применяется погружаемая входная насадка, имеющая типичные размеры выходного отверстия 25-40 мм в ширину и 150-250 мм в длину. Насадка в целом включает два ориентированных в противоположных направлениях выходных отверстия, которые отклоняют струи расплавленного металла под наклонными углами от  $10^\circ$  до  $90^\circ$  к вертикали. Было обнаружено, что известные насадки не обеспечивают получения истинных углов отклонения. Наоборот, истинные углы отклонения оказываются заметно меньшими. Более того, профили потоков в выходных отверстиях в высокой степени неоднородны, с низкой скоростью потока в верхней части отверстий и высокой скоростью потока у нижней части отверстий. Эти насадки образуют относительно большую стоячую волну в мениске или на поверхности расплавленной стали, которая покрыта флюсом или порошком для смазки. Эти насадки, кроме того, производят колебание стоячей волны, когда одна сторона мениска, примыкающая к одной стороне литейной формы, попеременно поднимается и опускается, а другая сторона мениска, примыкающая к другой стороне литейной формы, попеременно опускается и поднимается. Известные насадки также образуют перемежающиеся поверхностные завихрения. Все эти эффекты ведут к проникновению флюса в стальную плоскую за-

готовку, уменьшая ее качество. Колебание стоячей волны вызывает неустойчивый теплообмен в расплаве в мениске или вблизи него. Этот эффект вредно действует на однородность стальной литейной формы, смазки литейной формы и вызывает напряжения в отливке. Эти эффекты становятся все более и более выраженными при увеличении темпов литья, следствием чего является необходимость снижения темпов литья для производства стали необходимого качества.

Для ясности будут описаны насадки, соответствующие предшествующему уровню техники. Они изображены на фиг 17 - вид спереди осевого разреза насадки, соответствующей предшествующему уровню техники, фиг 17a - частичный вид спереди профилей потока расплава, образуемого насадкой, изображенной на фиг 17, фиг 17b - вид сверху сечения по криволинейной плоскости мениска, и изображающего профили поверхности потока, образуемого насадкой, показанной на фиг 17, и фиг 18 - вид спереди осевого разреза еще одной насадки, соответствующей предшествующему уровню техники. На фиг 18 изображена насадка 30, подобная показанной в заявке Германии DE 4142447, опубликованной 24 12 92, в которой предполагаемые углы отклонения должны быть в пределах  $10-22^\circ$ . Поток из входной трубы 30b входит в основной переход 34, который, как показано, имеет вероятные углы отклонения, равные плюс/минус  $20^\circ$ , которые ограничены расходящимися боковыми стенками 34c и 34f и треугольным разделителем потока 32. Если разделитель потока 32 не включать в конструкцию, линия равного потенциала потока, полученного у отверстий 46 и 48, будет такой, как показано цифрой 50. Линия 50 равного потенциала потока имеет нулевое искривление в центральной области, примыкающей к оси

С трубы 30f, и демонстрирует максимальное искривление в точках прямоугольного пересечения с правой и левой сторонами 34с и 34f насадки. Большая часть потока в центре демонстрирует незначительное отклонение, и лишь часть потока, примыкающая к сторонам, демонстрирует отклонение на плюс/минус  $20^\circ$ . При отсутствии разделителя потока слабое отклонение в отверстиях 46 и 48 может быть меньшим  $1/4$  и даже  $1/5$  или  $20\%$  от вероятного отклонения, равного плюс/минус  $20^\circ$ .

Если пренебречь трением о стенки, 64a является комбинированным вектором и линией тока, представляющей поток у левой стороны 34f насадки, а 66a является комбинированным вектором и линией тока, представляющей поток у правой стороны 34с насадки. Исходная точка и направление линии тока соответствуют исходной точке и направлению вектора, и длина линии тока соответствует длине вектора. Линии тока 64a и 66a, естественно, исчезают в завихрениях между жидкостью в литейной форме и жидкостью, исходящей из насадки 30. Если в насадку помещен короткий разделитель 32, он действует по существу как усеченное тело в потоке, имеющем два измерения. Векторы-линии 64, 66 тока, примыкающие к телу, имеют большую скорость, чем векторы-линии 64a, 66a тока. Линии тока 64 и 66, естественно, исчезают в области низкого давления или "кильватерной струе", следующей за разделителем 32. Эта кильватерная струя с низким давлением поворачивает поток, примыкающий к разделителю 32, вниз. Вышеуказанная заявка Германии описывает треугольный разделитель 32, занимающий лишь  $21\%$  длины основного перехода 34. Этого недостаточно для достижения отклонений, приближенных к требуемым, для чего необходимо применение гораздо более длинного треугольного разделителя с соответствующим увеличением длины основного перехода 34. Без достаточного бокового отклонения расплавленная сталь имеет тенденцию к движению внутрь литейной формы. Это увеличивает амплитуду стоячей волны не за счет увеличения высоты мениска на краях литейной формы, а путем увеличения напряжения в мениске в той части выпуклого района формы, находящегося перед насадкой и сзади нее, где поток из насадки выносит жидкость из этой части выпуклого района и образует отрицательные давления.

С применением известных насадок осуществляются попытки отклонения струй при помощи положительных давлений между струями, образуемых разделителем потока.

Вследствие ошибок при производстве насадки, отсутствия обеспечения замедления или диффузии потока до его разделения и низкочастотного колебания в струях, истекающих из отверстий 46 и 48, центральная линия тока не попадает на треугольный разделитель потока 32, показанный на фиг. 18. Вместо этого точка застоя, как правило, лежит на одной или другой стороне разделителя 32. Например, если точка застоя находится на левой стороне разделителя 32, то происходит ламинарное разделение потока на правой стороне разделителя 32. Разделительный "пузырь" уменьшает угловое отклонение потока на правой стороне разделителя 32 и вызывает до-

полнительные завихрения в потоке из отверстия 48.

На фиг. 17 изображена насадка 30, подобная описанной в Европейской заявке № 0403808, опубликованной 27.12.90, которая является прототипом настоящего изобретения. Как известно, расплавленная сталь течет из промежуточного разливочного ковша через клапан или стопорный стержень в круглую входную трубу 30b. Насадка 30 содержит основной переход 34 от кольцевого сечения к прямоугольному. Насадка, кроме того, включает разделитель потока 32 в виде плоской пластины, который направляет поток в виде двух струй под предполагаемыми положительным и отрицательным углами в  $90^\circ$  относительно вертикали. Однако на практике углы отклонения достигают лишь плюс и минус  $45^\circ$ . Кроме того, скорость потока в выходных отверстиях 46 и 48 не одинакова. В области, примыкающей к правой расходящейся боковой стенке 34с перехода 34, скорость потока, выходящего из отверстия 48, относительно низка, как показано вектором 627. Максимальной скорости поток, выходящий из отверстия 48, достигает только в области, расположенной очень близко к разделителю потока 32, как показано вектором 622. Вследствие трения, скорость потока в области, непосредственно примыкающей к разделителю 32, немного ниже, как показано вектором 621. Неоднородный поток из выходного отверстия 48 приводит к завихрениям. Кроме того, поток из отверстий 46 и 48 проявляет низкочастотное колебание в пределах плюс/минус  $20^\circ$  с периодичностью от 20 до 60 сек. В отверстии 46 максимальная скорость потока обозначена вектором 602, который соответствует вектору 622 отверстия 48. Вектор 602 колеблется между двумя пиками, одним из которых является вектор 602a, расположенный под углом  $65^\circ$  к вертикали, а другим - вектор 602b, расположенный под углом  $25^\circ$  к вертикали.

Как показано на фиг. 17a, потоки из отверстий 46 и 48 имеют тенденцию оставаться под углом  $90^\circ$  друг к другу, так что, если выходной поток из отверстия 46 представлен вектором 602a, который отклоняется на  $65^\circ$  от вертикали, выходной поток из отверстия 48 представлен вектором 622a, который отклоняется на  $25^\circ$  от вертикали. В одном пике колебания, показанного на фиг. 17, мениск M1 в левой стороне литейной формы 54 поднимается заметно, в то время как мениск M2 в правой части литейной формы поднимается лишь незначительно. Этот эффект для наглядности показан в сильно преувеличенной степени. В целом, низкий уровень мениска образуется вблизи насадки 30. При производительности разливки в пределах 3 тонн в минуту, мениск образует стоячие волны высотой от 18 до 30 мм. В показанных пиках колебания существует циркуляция по часовой стрелке C1 большей величины и малой глубины в левой части литейной формы, и циркуляция против часовой стрелки C2 меньшей величины и большей глубины в правой части литейной формы.

Как показано на фиг. 17a и 17b, вблизи насадки 30 расположена выпуклая область В литейной формы, где ее ширина увеличена для помещения насадки, которая, как правило, имеет ог-

неупорные стенки толщиной 19 мм. В пике колебания, показанном на фиг. 17а, проходит большой поверхностный поток F1 слева направо в выпуклую область, находящуюся перед насадкой 30 и за ней. Существует также небольшой поверхностный поток F2 справа налево в направлении выпуклой области. Перемежающиеся поверхностные завихрения возникают в мениске в выпуклой области литейной формы в точке, примыкающей к правой стороне насадки 30. В высокой степени неоднобразное распределение скорости в отверстиях 46 и 48, большие стоячие волны в мениске, колебания в стоячих волнах и поверхностные завихрения вызывают внедрение в сталь литейного порошка или литейного флюса, что понижает качество стали. Кроме того, формирование стальной отливки происходит нестабильно и неоднобразно, ухудшается смазка, и в отливке в мениске или около него возникают напряжения. Все эти эффекты усиливаются при увеличении темпов литья. Такие известные насадки требуют снижения темпов литья.

Как показано на фиг. 17, разделитель потока в альтернативном варианте включает тупой треугольный клин 32с, имеющий ведущую кромку, изогнутую под углом 156, и стороны, отходящие под углом 12 к горизонтали, как показано в первой заявке ФРГ DE № 3709188, в соответствии с которой устройство обеспечивает предполагаемые углы отклонения, равные плюс/минус 78°. Однако на практике углы отклонения и здесь составляют примерно плюс/минус 45°, насадка имеет такие же недостатки, как и прежние насадки.

#### Описание изобретения

Одной целью нашего изобретения является создание погружаемой входной насадки, в которой отклонение струй частично осуществляется при помощи отрицательного давления, воздействующего на наружные части струй, так же, как и при помощи оконечных изогнутых отклоняющих секций, что позволяет достигать более равномерного распределения скорости потока в выходных отверстиях.

Соответственно, в связи с одним аспектом, настоящее изобретение обеспечивает создание погружаемой входной насадки для протекания через нее жидкого металла, которая включает вертикально расположенную входную трубу, в целом симметричную относительно продольной оси и имеющую первую площадь поперечного сечения потока, переходную зону, имеющую первую площадь поперечного сечения потока, с двумя или более передними стенками и двумя или более боковыми стенками для уменьшения толщины первого поперечного сечения путем наклона передних стенок под сходящимся углом и для увеличения ширины первого поперечного сечения путем наклона боковых стенок под расходящимся углом, благодаря чему образуется второе поперечное сечение переходной зоны, которая в целом имеет удлиненную конфигурацию в плане, и средство для разделения потока жидкого металла после переходной зоны на две струи, отклоняемые под углом к вертикали в противоположных направлениях.

В соответствии с другим аспектом, настоящее изобретение обеспечивает создание погру-

жаемой входной насадки для непрерывного литья расплавленной стали, включающей в комбинации вертикально расположенную входную трубу, имеющую определенную площадь поперечного сечения потока и средство для разделения потока после входной трубы на две струи, отклоняемые под углом к вертикали в противоположных направлениях и имеющие по существу равные заданные площади поперечного сечения потока, причем средство для разделения потока включает переход, имеющий в целом шестиугольное поперечное сечение, предназначенный для увеличения поперечного сечения так, что сумма заданных площадей поперечного сечения потока двух струй заметно превышает площадь поперечного сечения указанного потока во входной трубе, первое средство, расположенное между струями, для создания положительных давлений на внутренние части струй, первое средство, имеющее закругленную ведущую кромку с достаточно большим радиусом закругления, чтобы допускать изменения положения точки застоя без разделения потока, и средство для создания отрицательных давлений на внешние части струй. В соответствии с другим аспектом, настоящее изобретение обеспечивает создание погружаемой входной насадки для непрерывного литья расплавленной стали, включающей в комбинации расположенную вертикально входную трубу, имеющую определенную площадь поперечного сечения потока, и средство для разделения потока после входной трубы на две струи, отклоняемые под углом к вертикали в противоположных направлениях. Средство для разделения потока, расположенное между струями для создания положительного давления на внутренние части струй и второе средство для создания отрицательного давления на внешние части струй.

В соответствии с другим аспектом, настоящее изобретение обеспечивает создание погружаемой входной насадки для непрерывного литья расплавленной стали, включающей в комбинации расположенную вертикально входную трубу, имеющую определенную площадь поперечного сечения потока и средство, включающее переход для сокращения скорости потока, идущего из входной трубы, переход имеет боковые стенки, которые расходятся под предопределенным углом от вертикали, и имеет площадь поперечного сечения потока, которая значительно превышает указанную определенную площадь поперечного сечения входной трубы, и средство для разделения потока после перехода на две струи, отклоняемые под углом к вертикали в противоположных направлениях.

В соответствии с другим аспектом, настоящее изобретение обеспечивает создание погружаемой входной насадки для непрерывного литья расплавленной стали, включающей в комбинации вертикально расположенную входную трубу, имеющую определенную площадь поперечного сечения потока и средство для разделения потока после входной трубы на две струи, отклоняемые под углом к вертикали в противоположных направлениях, средство для разделения потока расположено между струями и имеет закругленную ведущую кромку с достаточно большим радиусом

закругления, позволяющим изменять положение точки застоя без разделения потока

В соответствии с другим аспектом, настоящее изобретение обеспечивает создание погружаемой входной насадки для непрерывного литья расплавленной стали, включающей в комбинации вертикально расположенную входную трубу, имеющую определенную площадь поперечного сечения потока, и средство для разделения потока после входной трубы на две струи, отклоняемые под углом к вертикали в противоположных направлениях, средство для разделения потока включает переход, поперечное сечение которого, в целом, имеет шестиугольную форму

Предпочтительно, наше изобретение обеспечивает создание погружаемой входной насадки, имеющей основной переход от кольцевого поперечного сечения, в котором поток проходит симметрично относительно продольной оси, к удлиненному поперечному сечению с толщиной, которая меньше диаметра кольцевого поперечного сечения, и шириной, которая больше диаметра кольцевого поперечного сечения, в котором поток проходит, в целом, симметрично в плане и, в целом, с однообразным распределением скорости при прохождении перехода, пренебрегая трением о стенки

Также предпочтительно, наше изобретение обеспечивает создание погружаемой входной насадки, имеющей шестиугольное поперечное сечение основного перехода для повышения эффективности отклонения потока внутри основного перехода

Также предпочтительно, наше изобретение обеспечивает создание погружаемой входной насадки с диффузией между входной трубой и выходными отверстиями для уменьшения скорости потока, выходящего из выходных отверстий, и уменьшения завихрений

Также предпочтительно, наше изобретение обеспечивает создание погружаемой входной насадки с диффузией или замедлением потока в основном переходе, имеющем поперечное сечение, уменьшающее скорость потока, выходящего из отверстий, и повышающее стабильность скорости и однообразие скорости по линии тока отверстий

Также предпочтительно, наше изобретение обеспечивает создание погружаемой входной насадки, имеющей разделитель потока с закругленной ведущей кромкой для обеспечения изменения положения точки застоя без разделения потока

Краткое описание чертежей

Варианты воплощения настоящего изобретения будут теперь описаны только в качестве примеров и со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых

фиг 1 изображает вид спереди осевого сечения по линии 1-1 на фиг 2 первой погружаемой входной насадки, имеющей шестиугольный, расходящийся под небольшим углом основной переход с диффузией и умеренным конечным изгибом,

фиг 1а изображает частичный вид спереди сечения предпочтительного разделителя потока, имеющего закругленную ведущую кромку,

фиг 1b изображает альтернативный вид осевого сечения по линии 1b-1b на фиг 2а, изображающей альтернативный вариант выполнения

погружаемой входной насадки, имеющей основной переход с замедлением и диффузией и отклонением выходных потоков,

фиг 2 изображает вид слева осевого сечения по линии 2-2 на фиг 1,

фиг 2а изображает вид осевого сечения по линии 2а-2а на фиг 1b,

фиг 3 изображает вид сверху поперечного сечения в плоскости 3-3 на фиг 1 и 2,

фиг 3а изображает поперечное сечение в плоскости 3а-3а на фиг 1b и 2а,

фиг 4 изображает вид сверху поперечного сечения в плоскости 4-4 на фиг 1 и 2

фиг 4а изображает поперечное сечение в плоскости 4а-4а на фиг 1b и 2а,

фиг 5 изображает вид сверху поперечного сечения в плоскости 5-5 на фиг 1 и 2,

фиг 5а изображает поперечное сечение в плоскости 5а-5а на фиг 1b и 2а,

фиг 6 изображает вид сверху поперечного сечения в плоскости 6-6 на фиг 1 и 2,

фиг 6а изображает вид сверху альтернативного поперечного сечения в плоскости 6-6 на фиг 1 и 2,

фиг 6b изображает вид сверху поперечного сечения в плоскости 6-6 на фиг 13 и 14 и на фиг 15 и 16,

фиг 6с изображает поперечное сечение в плоскости 6с-6с на фиг 1b и 2а,

фиг 7 изображает вид спереди в разрезе второй погружаемой входной насадки, имеющей переход от круглого к прямоугольному постоянному сечению, шестиугольный основной переход с небольшим углом расхождения с диффузией и с умеренным конечным изгибом,

фиг 8 изображает вид слева осевого разреза насадки, изображенной на фиг 7,

фиг 9 изображает вид спереди осевого разреза третьей погружаемой входной насадки, имеющей переход от круглого к квадратному сечению с умеренной диффузией, с шестиугольным основным переходом со средним углом расхождения, постоянным сечением потока и небольшим конечным изгибом,

фиг 10 изображает вид слева осевого разреза насадки, изображенной на фиг 9,

фиг 11 изображает вид спереди осевого разреза четвертой погружаемой входной насадки с переходами от круглого сечения к квадратному и от квадратного сечения к прямоугольному с высокой степенью общей диффузии, шестиугольным, расходящимся под большим углом основным переходом с уменьшением поперечного сечения потока и без конечного изгиба,

фиг 12 изображает вид слева осевого разреза насадки, изображенной на фиг 11,

фиг 13 изображает вид спереди осевого разреза пятой погружаемой входной насадки, подобной изображенной на фиг 1, но имеющей прямоугольный основной переход,

фиг 14 изображает вид слева осевого разреза насадки, изображенной на фиг 13,

фиг 15 изображает вид спереди осевого разреза шестой погружаемой входной насадки, имеющей прямоугольный, расходящийся под небольшим углом основной переход с диффузией,

слабым отклонением потока в пределах основного перехода и значительным конечным изгибом,

фиг 16 изображает вид слева осевого разреза насадки, изображенной на фиг 15

На чертежах подобными цифрами обозначены подобные детали на различных видах

Теперь, описав выше насадки, соответствующие предшествующему уровню техники, и различные проблемы, связанные с ними, опишем вариант воплощения настоящего изобретения со ссылками на фиг 1b и 2a, на которых погружаемая входная насадка в целом обозначена цифрой 30. Верхний конец насадки включает вход 30b, который кончается в цилиндрической трубе 30b, распространяющейся вниз, как показано на фиг 1b и 2a. Ось трубчатой секции 30b считается осью S насадки. Трубчатая секция 30b кончается в плоскости 3a-3a, которая, как можно видеть на фиг 3a, имеет кольцевое сечение. Затем поток входит в основной переход, в целом обозначенный цифрой 34 и, предпочтительно, имеющий четыре стенки 34a-34d. Каждая боковая стенка 34a и 34b расходится под углом к вертикали. Передние стенки 34c и 34d сходятся с задними стенками 34a и 34b. Специалистам, знакомым с предшествующим уровнем техники, будет понятно, что переход 34 может иметь поперечное сечение любой конфигурации и площади, и нет необходимости ограничиваться конфигурацией, имеющей определенное количество стенок (четыре или шесть стенок), или определенное сечение, которая описана здесь, если только переход 34 меняется от круглого сечения к удлиненному сечению с плоскостной симметрией (см. фиг 3a, 4a, 5a, 6c).

Для конического, имеющего два измерения диффузора, является обычным ограничение внутреннего угла конуса примерно в пределах  $8^\circ$  для исключения чрезмерной потери давления, обусловленной первичным разделением потока. Соответственно, в случае с одноразмерным прямоугольным диффузором, в котором одна пара противоположных стенок параллельна, другая пара противоположных стенок будет расходиться под внутренним углом, который не превышает  $16^\circ$ , то есть, плюс  $8^\circ$  от оси для одной стенки и минус  $8^\circ$  от оси для противоположной стенки. Например, в основном диффузорном переходе 34, показанном на фиг 1b, слабое схождение передних стенок на  $2,65^\circ$  и расхождение боковых стенок на  $5,2^\circ$  дает эквивалентное одноразмерное расхождение боковых стенок на  $10,4^\circ - 5,3^\circ = 5,1^\circ$ , что меньше предела, равного  $8^\circ$ .

Фиг 4a, 5a и 6c изображают поперечные сечения, выполненные в соответствующих плоскостях 4a-4a, 5a-5a и 6c-6c, показанных на фиг 1b и 2a и расположенных ниже плоскости 3a-3a. Фиг 4a изображает четыре выступающих угла с большим радиусом, фиг 5a изображает четыре выступающих угла со средним радиусом, и фиг 6c изображает четыре выступающих угла с малым радиусом.

Разделитель потока 32 расположен ниже перехода, и, таким образом, образованы две оси 35 и 37. Внутренний угол разделителя потока, в целом, эквивалентен углу расхождения выходных стенок 38 и 39.

Площадь плоскости 3a-3a больше, чем площадь двух отклоненных выходов 35 и 37, и поток

из выходов 35 и 37 имеет меньшую скорость, чем поток в круглой трубчатой секции 30b. Это уменьшение скорости потока уменьшает завихрения, возникающие в жидкости, поступающей из насадки в литейную форму.

Общее отклонение представляет собой сумму отклонений, происходящих в основном переходе 34 и обеспечиваемых расхождением выходных стенок 38 и 39. Было обнаружено, что суммарный угол отклонения, составляющий примерно  $30^\circ$ , приближен к оптимальному углу для непрерывной отливки тонких стальных плоских заготовок, имеющих ширину в пределах от 975 до 1625 мм или от 38 до 64 дюймов и толщину в пределах от 50 до 60 мм. Оптимальный угол отклонения зависит от ширины плоской заготовки и протяженности по длине, ширине и глубине выпуклой части литейной формы В. Как правило, выпуклая часть может иметь длину от 800 до 1100 мм, ширину от 150 до 200 мм и глубину от 700 до 800 мм.

На фиг 1 и 2 альтернативный вариант погружаемой входной насадки в целом обозначен цифрой 30. Верхний конец насадки включает вход 30b, кончающийся в круглой трубе 30b, имеющей внутренний диаметр 76 мм, простирающийся вниз, как показано на фиг 1 и 2. Ось трубчатой секции 30b принята за ось S насадки. Трубчатая секция 30b кончается в плоскости 3-3, которая, как можно видеть на фиг 3, имеет кольцевое поперечное сечение и площадь сечения  $4536 \text{ мм}^2$ . Затем поток входит в основной переход в целом обозначенный цифрой 34 и, предпочтительно, имеющий шесть стенок 34a-34f. Боковые стенки 34c и 34f расходятся, предпочтительно, под углом  $10^\circ$  к вертикали. Передние стенки 34d и 34e расположены под небольшими углами друг к другу, так же, как и задние стенки 34a и 34b. Это далее будет описано подробно. Передние стенки 34d и 34e сходятся с задними стенками 34a и 34b под небольшими углами, составляющими приблизительно  $3,8^\circ$  к вертикали.

Для двухразмерного диффузора является обычным ограничение внутреннего угла конуса до примерно  $8^\circ$  с целью предотвращения нежелательного падения давления, обусловленного первичным разделением потока. Соответственно, для одноразмерного прямоугольного диффузора, в котором одна пара противоположных стенок параллельна, другая пара противоположных стенок должна расходиться под внутренним углом, превышающим  $16^\circ$ , то есть плюс  $8^\circ$  от оси для одной стенки и минус  $8^\circ$  от оси для противоположной стенки. В основном диффузорном переходе 34, изображенном на фиг 1, слабое схождение на  $3,8^\circ$  передней и задней стенок дает эквивалентное одноразмерное расхождение боковых стенок приблизительно на  $10^\circ - 3,8^\circ = 6,2^\circ$ , которое меньше предела в  $8^\circ$ .

Фиг 4, 5 и 6 изображают поперечные сечения, выполненные в соответствующих плоскостях 4-4, 5-5 и 6-6, показанных на фиг 1 и 2, которые соответственно расположены на 100, 200 и 351,6 мм ниже плоскости 3-3. Внутренний угол между передними стенками 34e и 34d меньше  $180^\circ$ , так же, как и внутренний угол между задними стенками 34a и 34b. Фиг 4 изображает четыре выступающих угла с большим радиусом, фиг 5

изображает четыре выступающих угла со средним радиусом, и фиг 6 изображает четыре выступающих угла с малым радиусом. Пересечение задних стенок 34а и 34б представляет собой закругление или радиус, такой же, как и пересечение передних стенок 34d и 34е. Длина прохода для потока составляет 111,3 мм на фиг 4, 146,5 мм на фиг 5 и 200 мм на фиг 6.

В альтернативном варианте, как показано на фиг 6а, поперечное сечение в плоскости 6-6 может иметь четыре выступающих угла с по существу нулевым радиусом. Передние стенки 34е и 34d и задние стенки 34а и 34б вдоль линий их пересечения отступают вниз по плоскости 6-6 на 17,6 мм к вершине 32а разделителя потока 32. Таким образом, образованы два выхода 35 и 37, соответственно, расположенные под углом плюс и минус  $10^\circ$  к горизонтали. Предполагая, что переход 34 имеет острые выступающие углы в плоскости 6-6, как показано на фиг 6а, каждый из отклоняющихся под углом выходов будет прямоугольным и имеющим наклонную длину 101,5 мм и ширину 28,4 мм, дающие общую площадь 5776 мм<sup>2</sup>.

Отношение площади в плоскости 3-3 к площади двух отклоненных выходов 35 и 37 составляет  $\pi/4 = 0,785$ , и скорость потока из выходов 35 и 37, составляет 78,5% скорости в круглой трубчатой секции 34В. Это сокращение скорости потока уменьшает завихрения, возникающие в жидкости, поступающей из насадки в литейную форму. Поток из выходов 35 и 37 входит в соответствующие изогнутые прямоугольные трубы 38 и 40. Впоследствии будет показано, что поток в основном переходе 34 по существу разделяется на две струи, имеющие большие скорости жидкости в области, примыкающих к боковым стенкам 34с и 34f и меньшие скорости в областях, примыкающих к оси. Это предполагает отклонение потока в двух противоположных направлениях в основном переходе 34 на угол плюс и минус  $10^\circ$ . Изогнутые прямоугольные трубы 38 и 40 отклоняют потоки дополнительно еще на углы  $20^\circ$ . Изогнутые секции кончаются на линиях 39 и 41. Ниже расположены соответствующие прямые четырехугольные секции 42 и 44, которые почти уравнивают распределение скорости потоков, вытекающих из отклоняющих секций 38 и 40. Отверстия 46 и 48 являются выходными отверстиями соответствующих прямых секций 42 и 44. Желательно, чтобы внутренние стенки 38а и 40а соответствующих отклоняющих секций 38 и 40 имели заметный радиус кривизны, предпочтительно, не меньший, чем половина радиуса кривизны внешних стенок 38b и 40b. Внутренние стенки 38а и 40а могут иметь радиус, равный 100 мм, и внешние стенки 38b и 40b будут иметь радиус, равный 201,5 мм. Стенки 38b и 40b ограничены разделителем потока 32, имеющим острую ведущую кромку с внутренним углом, равным  $20^\circ$ . Разделитель 32 также ограничивает стенки 42b и 44b прямых четырехугольных секций 42 и 44.

Будет понятно, что в областях, примыкающих к внутренним стенкам 38а и 40а, существует низкое давление, и отсюда высокая скорость, в то время как в областях, примыкающих к внешним стенкам 38b и 40b, существует высокое давление, и отсюда низкая скорость. Необходимо отметить,

что этот профиль скоростей в искривленных секциях 38 и 40 противоположен существующим профилям скоростей в известных насадках, изображенных на фиг 17 и 18. Прямые секции 42 и 44 позволяют быстрому потоку с низким давлением, примыкающему к внутренним стенкам 38а и 40а отклоняющих секций 38 и 40, проходить приемлемое расстояние вдоль стенок 42а и 44а, где происходит диффузия потока до меньшей скорости и более высокого давления.

Общая величина отклонения составляет  $30^\circ$ , состоящие из  $10^\circ$  отклонения в основном переходе 34 и  $20^\circ$  отклонения в искривленных секциях 38 и 40. Было обнаружено, что этот суммарный угол отклонения почти оптимален для непрерывной отливки стальных плоских заготовок, имеющих ширину в пределах от 975 до 1625 мм или от 38 до 64 дюймов. Оптимальный угол отклонения зависит от ширины плоской заготовки и, в определенной степени, от длины, ширины и глубины выпуклой области В литейной формы. Типичными размерами для выпуклой области литейной формы могут быть длина 800-1100 мм, ширина 150-200 мм и глубина 700-800 мм. Конечно, должно быть понятно, что если секция в плоскости 6-6 такова, как показано на фиг 6, секции 38, 40, 42 и 44 уже не будут точно прямоугольными, а будут такими лишь в общих чертах. Кроме того, должно быть понятно, что на фиг 6 боковые стенки 34с и 34f могут быть по существу полукруглыми без прямой части. Пересечение задних стенок 34а и 34б было показано под очень острым углом, почти в линию, для улучшения наглядности чертежей. На фиг 2 обозначения 340b и 340d представляют пересечение боковой стенки 34с с соответствующими передней и задней стенками 34b и 34d, принимающие форму прямых выступающих углов, показанных на фиг 6а. Однако, в связи с закруглением четырех выступающих углов выше плоскости 6-6, линии 340b и 340d исчезают. Задние стенки 34а и 34б развернуты в противоположных направлениях относительно друг друга, и угол расхождения в плоскости 3-3 равен нулю, а в плоскости 6-6 близок к максимуму. Передние стенки 34d и 34е развернуты таким же образом. Стенки 38а и 42а, и стенки 40а и 44а рассматриваются как расширяющиеся наружу продолжения соответствующих боковых стенок 34а и 34с основного перехода 34.

На фиг 1а изображен в увеличенном масштабе разделитель потока 32, имеющий закругленную ведущую кромку. Каждая из изогнутых стенок 38b и 40b имеет уменьшенный на 5 мм радиус кривизны, например, от 201,5 до 196,5 мм. Это объясняет, для данного примера, толщину свыше 10 мм, в пределах которой должна формироваться ведущая кромка с достаточным радиусом кривизны для размещения необходимого диапазона точек застоя без образования ламинарного разделения потока. Вершина 32b разделителя 32 может быть полуэллиптической с вертикальным расположением большой полуоси. Предпочтительно, вершина 32b имеет контур, аналогичный несущей поверхности крыла, такой как симметричный профиль крыла по стандарту НАСА 0024 со смещением вперед от максимального утолщения на 30% хорды. Соответственно, ширина 35 и 37 мо-



жет быть увеличена на 1,5 мм до 29,9 мм для получения площади выхода, равной 5776 мм<sup>2</sup>

На фиг 7 и 8 показана круглая труба 30b насадки без верхней части. В плоскости 3-3 труба, круглая. Плоскость 16-16 находится на 50 мм ниже плоскости 3-3. Сечение прямоугольное, длиной 76 мм, шириной 59,7 мм и общей площадью 4536 мм<sup>2</sup>. Переход 52 от круглого к прямоугольному сечению между плоскостями 3-3 и 16-16 может быть относительно коротким, поскольку диффузии потока не происходит. Переход 52 соединен с прямоугольной трубой 54 высотой 25 мм, кончающейся в плоскости 17-17 и предназначенной для стабилизации потока из перехода 52 перед входом в основной диффузный переход 34, который здесь имеет полностью прямоугольное сечение. Основной переход 34 вновь имеет высоту 351,6 мм между плоскостями 17-17 и 6-6, где его сечение может быть шестиугольным, как показано на фиг 6a. Боковые стенки 34с и 34f расходятся под углом 10° к вертикали, а передние и задние стенки сходятся под небольшим углом, в данном случае - примерно 2,6 к вертикали. Эквивалентный угол наклона стенок одноразмерного диффузора составил примерно  $10^\circ - 2,6^\circ = 7,4^\circ$ , что меньше, как правило, применяемого максимального угла 8°. Прямоугольной секцией 54 трубы при необходимости можно пренебречь, и тогда переход 52 непосредственно соединяется с основным переходом 34. В плоскости 6-6 длина вновь составляет 200 мм и ширина примыкающих друг к другу стенок 34с и 34f вновь составляет 28,4 мм. У центральной оси насадки ширина несколько больше. Поперечные сечения в плоскостях 4-4 и 5-5 подобны показанным на фиг 4 и 5, за исключением того, что четыре выступающих угла острые, а не закругленные. Задние стенки 34а и 34b и передние стенки 34d и 34е пересекаются вдоль линий, сходящихся к вершине 32а разделителя потока 32 в точке, находящейся на 17,6 мм ниже плоскости 6-6. Отклоненные прямоугольные выходы 35 и 37 также имеют наклонную длину 101,5 мм и ширину 28,4 мм, дающие суммарную площадь выхода, равную 5776 мм<sup>2</sup>. Разворот передней стенки 34b и задней стенки 34d ясно виден на фиг 8.

На фиг 7 и 8, как и на фиг 1 и 2, потоки из выходов 35 и 37 перехода 34 проходят через соответствующие прямоугольные отклоняющие секции 38 и 40, где соответствующие потоки отклоняются на дополнительные 20° от вертикали, и после этого проходят через соответствующие прямоугольные уравнивающие секции 42 и 44. Потоки из секций 42 и 44 также имеют суммарные отклонения, равные плюс/минус 30° от вертикали. Ведущая кромка разделителей потока 32 также имеет внутренний угол, равный 20°. Вновь, предпочтительно, разделитель потока 32 имеет закругленную ведущую кромку и вершину (32b), имеющую полуэллиптический контур в виде профиля крыла, как показано на фиг 1a.

Как показано на фиг 9 и 10, между плоскостями 3-3 и 19-19 расположен переход 56 от круглого сечения к квадратному сечению с диффузией. Площадь в плоскости 19-19 равна  $76^2 = 5776$  мм<sup>2</sup>. Расстояние между плоскостями 3-3 и 19-19 равно 75 мм, которое эквивалентно коническому диффузору, где стенка отклоняется на 3,5° от оси,

и суммарный внутренний угол между стенками 7,0°. Боковые стенки 34с и 34f перехода 34 расходятся под углом 20° к вертикали, в то время как задние стенки 34а-34b и передние стенки 34d-34е сходятся таким образом, что образуют пару прямоугольных выходных отверстий 35 и 37, расположенных под углами 20° к горизонтали. Плоскость 20-20 лежит на 156,6 мм ниже плоскости 19-19. В этой плоскости расстояние между стенками 34с и 34f равно 190 мм. Линии пересечения задних стенок 43а-34b и передних стенок 34d-34е проходит на 34,6 мм ниже плоскости 20-20 к вершине 32а разделителя 32. Каждое из двух отклоненных прямоугольных выходных отверстий 35 и 37 имеет наклонную длину 101,1 мм и ширину 28,6 мм, дающие площадь выхода, равную 5776 мм<sup>2</sup>, которая равна входной площади перехода в плоскости 19-19. Диффузии в переходе 34 не происходит. В выходах 35 и 37 расположены прямоугольные отклоняющие секции 38 и 40, которые в этом случае отклоняют каждый из потоков на дополнительные 10°. Ведущая кромка разделителя потока 32 имеет внутренний угол, равный 40°. За отклоняющими секциями 38 и 40 следуют соответствующие прямые прямоугольные секции 42 и 44. Вновь, внутренние стенки 38а и 40а секций 38 и 40 имеют радиус 100 мм, представляющий около половины радиуса 201,1 мм внешних стенок 38b и 40b. Суммарное отклонение вновь составляет плюс/минус 30°. Предпочтительно, разделитель потока 32 имеет закругленную ведущую кромку и вершину (32b), имеющую полуэллиптический контур в виде профиля крыла за счет уменьшения радиуса стенок 38b и 40b и, если необходимо, соответствующего увеличения ширины выходов 35 и 37.

На фиг 11 и 12 в плоскости 3-3 поперечное сечение вновь круглое и в плоскости 19-19 поперечное сечение квадратное. Между плоскостями 3-3 и 19-19 находится переход 56 от круглого сечения к квадратному с диффузией. Вновь, разделение в диффузоре 56 устраняется за счет образования промежутка между плоскостями 3-3 и 19-19, равного 75 мм. Вновь, площадь в плоскости 19-19 равна  $76^2 = 5776$  мм<sup>2</sup>. Между плоскостью 19-19 и плоскостью 21-21 расположен одноразмерный диффузор, переходящий от квадратного к прямоугольному сечению. В плоскости 21-21 длина  $(4/\pi)76 = 96,8$  мм и ширина 76 мм дают площадь, равную 7354 мм<sup>2</sup>. Высота диффузора 58 также равна 75 мм, и расхождение его боковых стенок равно 7,5 от вертикали. В основном переходе 34 расхождение каждой из боковых стенок 34с и 34f теперь составляет 30° от вертикали. Для предотвращения разделения потока при таких больших углах, переход 34 обеспечивает благоприятное падение давления, в котором площадь выходных отверстий 35 и 37 меньше, чем во входной плоскости 21-21. В плоскости 22-22, которая лежит на 67,8 мм ниже плоскости 21-21, расстояние между стенками 34с и 34а равно 175 мм. Каждое из отклоненных выходных отверстий 35 и 37 имеет наклонную длину 101,0 мм и ширину 28,6 мм, дающие выходную площадь 5776 мм<sup>2</sup>. Линии пересечения задних стенок 34а-34b и передних стенок 34d-34е простираются на 50,5 мм ниже плоскости 22-22 до вершины 32а разделителя 32.

В выходах 35 и 37 перехода 34 расположены две прямые прямоугольные секции 42 и 44. Секции 42 и 44 заметно удлинены для компенсации потери отклонения в переходе 34. Секции 38 и 40 не вступают в действие, и отклонение, обеспеченное основным переходом 34, вновь составляет плюс/минус  $30^\circ$ . Разделитель потока 32 представляет собой треугольный клин, имеющий ведущую кромку с внутренним углом  $60^\circ$ . Предпочтительно, разделитель 32 имеет закругленную ведущую кромку и вершину (32b), которая имеет полуэллиптический контур в виде профиля крыла за счет отклонения стенок 43a и 42b наружу и, таким образом, увеличения основания разделителя 32. Повышение давления в диффузоре 58, пренебрегая трением, равно падению давления, происходящему в основном переходе 34. При помощи увеличения ширины выходов 35 и 37 скорость потока может дополнительно уменьшаться при сохранении предпочтительного уменьшения давления в переходе 34.

На фиг. 11 цифрой 52 обозначена линия равного потенциала потока у выходов 35 и 37 основного перехода 34. Необходимо отметить, что линия 52 равного потенциала проходит под прямым углом к стенкам 34c и 34f и искривление здесь равно нулю. По мере приближения линии 52 равного потенциала к центру перехода 34, кривизна увеличивается и становится максимальной в центре перехода 34, соответствующем оси, 5. Шестиугольное поперечное сечение перехода, таким образом, обеспечивает поворот направлений потока в самом переходе 34. Эффективность отклонения шестиугольным основным переходом составляет более  $2/3$  и даже  $3/4$  или 75% от видимого отклонения боковыми стенками.

На фиг. 1-2 и 7-8 потеря  $2,5^\circ$  из  $10^\circ$  в основном переходе почти полностью компенсируется в отклоняющей и прямой секциях. На фиг. 9-10 потеря  $5^\circ$  из  $20^\circ$  в основном переходе почти компенсируется в отклоняющей и прямой секциях. На фиг. 11-12 потеря  $7,5^\circ$  из  $30^\circ$  в основном переходе большей частью компенсируется в удлиненных прямых секциях.

На фиг. 13 и 14 изображен вариант воплощения изобретения, показанный на фиг. 1 и 2, в котором основной переход 34 оснащен только четырьмя стенками, где задними стенками будут 34ab и передними 34de. Поперечное сечение в плоскости 6-6 может быть в целом прямоугольным, как показано на фиг. 6b. В альтернативном варианте поперечное сечение может иметь острые углы с нулевым радиусом. В альтернативном варианте боковые стенки 34c и 34f могут иметь полукруглое сечение без прямой секции, как показано на фиг. 17b. Поперечные сечения в плоскостях 4-4 и 5-5 в целом, как показано на фиг. 4 и 5, конечно, за исключением задних стенок 34a и 34b, лежат на одной линии, так же, как и передние стенки 34e и 34d. Оба выхода 35 и 37 находятся в плоскости 6-6.

Линия 35a представляет наклонный вход в отклоняющую секцию 38, и линия 37a представляет наклонный вход в отклоняющую секцию 40. Разделитель потока 32 имеет острую ведущую кромку с внутренним углом  $20^\circ$ . Отклонения потока в левой и правой частях перехода 34 составляют

до 20% от углов  $10^\circ$  наклона боковых стенок 34c и 34f, то есть небольшие отклонения в пределах плюс/минус  $2^\circ$ . Наклонные входы 35a и 37a отклоняющих секций 38 и 40 предполагают, что поток был отклонен на  $10^\circ$  в переходе 34. Отклоняющие секции 38 и 40, так же, как и следующие за ними прямые секции 42 и 44 будут компенсировать большую часть от потери  $8^\circ$  отклонения в переходе 34, но нельзя ожидать того, что отклонения из отверстий 46 и 48 достигнут плюс и минус  $30^\circ$ . Разделитель 32, предпочтительно, имеет закругленную ведущую кромку и вершину (32b), имеющую полуэллиптический контур в виде профиля крыла, показанный на фиг. 1a.

На фиг. 15 и 16 показан другой вариант насадки, подобный изображенному на фиг. 1 и 2. Переход 34 вновь имеет лишь четыре стенки, заднюю стенку, обозначенную 34ab, и переднюю стенку 34de. Поперечное сечение в плоскости 6-6 может иметь закругленные углы, как показано на фиг. 6b, или в альтернативном варианте может быть прямоугольным с острыми углами. Поперечные сечения в плоскостях 4-4 и 5-5, в целом, как показано на фиг. 4 и 5, за исключением задних стенок 34a-34b, лежат на одной линии, так же, как и передние стенки 34d-34e. Выходы 35 и 37 лежат в плоскости 6-6. В данном варианте воплощения изобретения углы отклонения в выходах 35-37 равны нулю. Каждая из отклоняющих секций 38 и 40 отклоняет соответствующие потоки на  $30^\circ$ . В этом случае, если бы разделитель потока 32 имел острую ведущую кромку, его пик должен иметь внутренний угол, равный нулю, что на практике осуществить невозможно. Соответственно, стенки 38b и 40b имеют уменьшенный радиус, так что ведущая кромка разделителя потока 32 закруглена, и вершина (32b) имеет полуэллиптический контур или, предпочтительно, профиль крыла. Суммарное отклонение составляет плюс и минус  $30^\circ$ , что обеспечивается просто разворотом секций 38 и 40. Выходные отверстия 46 и 48 прямых секций 42 и 44 расположены под углом менее  $30^\circ$  к горизонтали, что является углом отклонения потока от вертикали.

Стенки 42a и 44a заметно длиннее стенок 42b и 44b. Поскольку падение давления у стенок 42a и 44a нежелательно, увеличенная длина нужна для получения диффузии. Прямые секции 42 и 44, показанные на фиг. 15-16, могут применяться в вариантах, показанных на фиг. 1-2, 7-8, 9-10 и 13-14. Такие прямые секции могут также применяться в вариантах, показанных на фиг. 11-12, но выгода от этого не будет так значительна. Будет заметно, что на протяжении первой трети отклоняющих секций 38 и 40 стенки 38a и 40a обеспечивают меньшее видимое отклонение, чем соответствующие боковые стенки 34f и 34c. Однако далее, расходящиеся стенки 38a и 40a и расходящиеся стенки 42a и 44a обеспечивают большее видимое отклонение, чем соответствующие боковые стенки 34f и 34c.

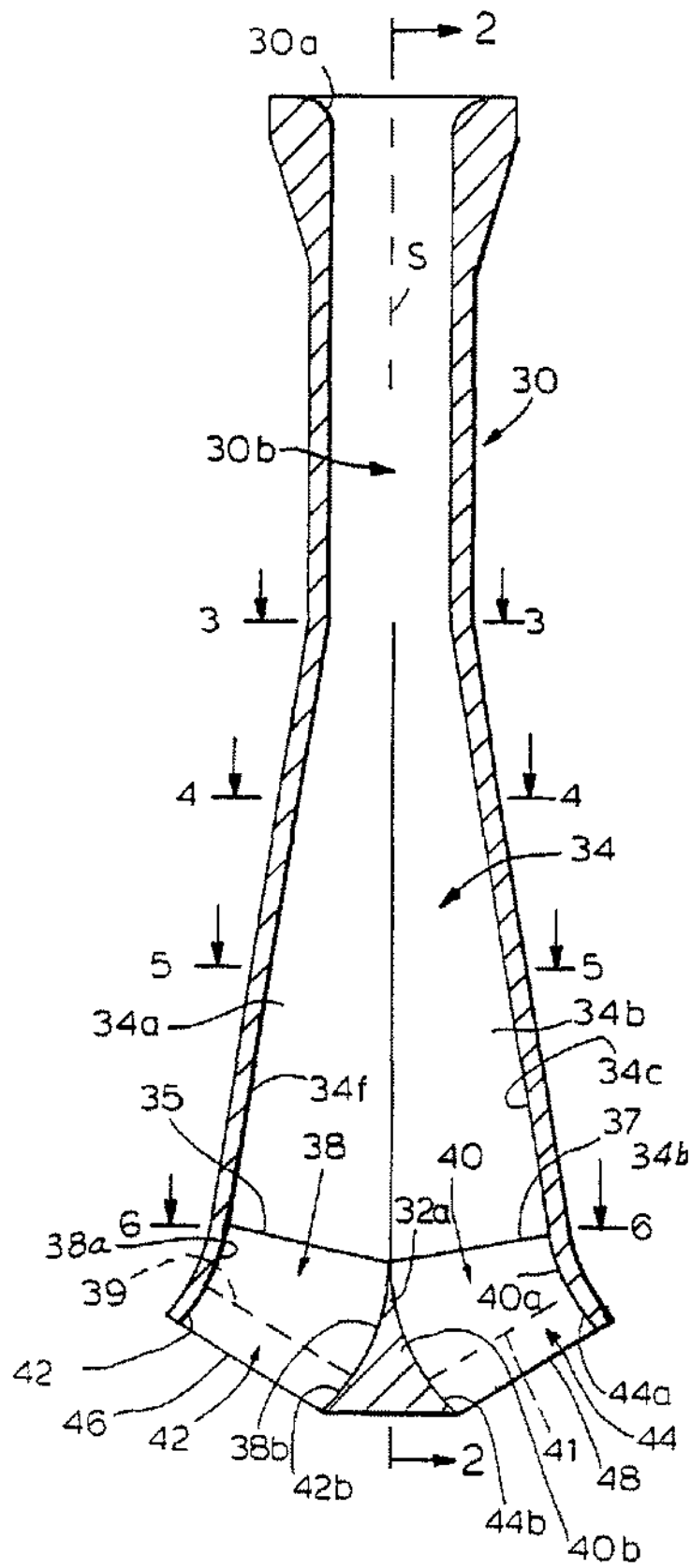
В первоначальном варианте выполнения конструкции, подобном показанному на фиг. 13 и 14, который был изготовлен и успешно испытан, каждая боковая стенка 34c и 34f имела угол отклонения от вертикали, равный  $5,2^\circ$ , и каждая задняя стенка 34ab и передняя стенка 34de сходилась под углом  $2,65^\circ$  к вертикали. В плоскости 3-3 по-

перечное сечение потока было круглым и имело диаметр 76 мм. В плоскости 4-4 поперечное сечение потока имело 95,5 мм в длину и 66,5 мм в ширину с радиусом четырех углов, равным 28,5 мм. В плоскости 5-5 поперечное сечение имело 115 мм в длину и 57,5 мм в ширину с радиусом углов, равным 19 мм. В плоскости 6-6, расположенной на 150 мм вместо 151,6 мм ниже плоскости 5-5, сечение имело 144 мм в длину и 43,5 мм в ширину с радиусом углов, равным 5 мм, и площадь сечения потока равнялась 6243 мм<sup>2</sup>. Отклоняющие секции 38 и 40 не применялись. Стенки 42а и 44а прямых секций 40 и 42 пересекались с боковыми стенками 34f и 34с в плоскости 6-6. Стенки 42а и 44а вновь расходились под углом 30° к вертикали и простирались вниз на 95 мм ниже плоскости 6-6 до седьмой горизонтальной плоскости. Острая ведущая кромка треугольного разделителя потока 32, имеющего внутренний угол 60° (как на фиг. 11), располагалась в этой седьмой плоскости. Основа разделителя находилась на 110 мм ниже седьмой плоскости. Каждое выходное отверстие 46 и 48 имело наклонную длину 110 мм. Было обнаружено, что концы выходных отверстий 46 и 48 должны погружаться по меньшей мере на глубину 155 мм ниже уровня мениска. При производительности разливки, составляющей 3,3 т/мин, при ширине плоской заготовки 1384 мм, высота стоячих волн составила лишь 7-12 мм, поверхностные завихрения в мениске не образовывались, с применением литейных форм шириной менее 1200 мм не отмечено колебаний, и с применением литейных форм большей ширины колебания были минимальными. Вероятно, это минимальное колебание в формах большой ширины могло возникнуть в результате разделения потока на стенках 42а и 44а из-за очень резкого конечного отклонения и из-за разделения потока ниже острой ведущей кромки разделителя потока 32. В этой первоначальной конструкции схождение на 2,56° передней и задней стенок 34ab и 34de продолжалось в удлинённых прямых секциях 42 и 44. Таким образом, эти секции не были прямоугольными с радиусом углов, равным 5 мм, а были вместо этого трапецидальными, причем в верхней части выходные отверстия 46 и 48 имели ширину 35 мм, а в нижней части выходные отверстия 46 и 48 имели ширину 24,5 мм. Предположим, что секция, которая имеет слегка трапецидальную конфигурацию, в целом прямоугольная.

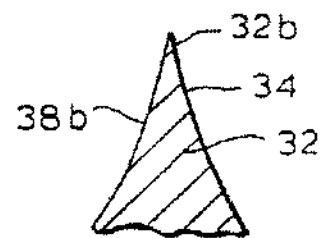
Будет видно, что мы достигли целей нашего изобретения. Путем осуществления диффузии и замещения скорости потока между входной трубой и выходными отверстиями, скорость потока из отверстий замедляется, распределение скорости по длине и ширине отверстий становится в целом однородным, и сокращается колебание стоячей волны в литейной форме. Отклонение двух направленных в противоположные стороны струй осуществляется путем применения разделителя потока, расположенного ниже перехода от осевой симметрии к плоскостной симметрии. За счет диффузии и замедления потока в переходе может достигаться суммарное отклонение струи примерно на плюс и минус 30° от вертикали с одновременным обеспечением стабильного и имеющего одинаковую скорость выходящего потока.

Кроме того, отклонение двух направленных в противоположных направлениях струй может осуществляться частично при помощи создания отрицательных давлений во внешних частях струй. Эти отрицательные давления производятся частично за счет увеличения углов расхождения боковых стенок ниже основного перехода. Отклонение может обеспечиваться изогнутыми секциями, в которых, внутренний радиус составляет заметную долю внешнего радиуса. Отклонение потока в самом основном переходе может осуществляться за счет придания переходу шестиугольной формы в поперечном сечении, имеющем соответствующие пары передних и задних стенок, которые пересекаются под углами, меньшими 180°. Разделитель потока имеет закругленную ведущую кромку с радиусом кривизны, достаточным для предотвращения проблем, связанных с положением точки застоя, вызванных ошибками при производстве или небольшими колебаниями потока, приводящими к разделению потока на ведущей кромке значительно ниже необходимого уровня.

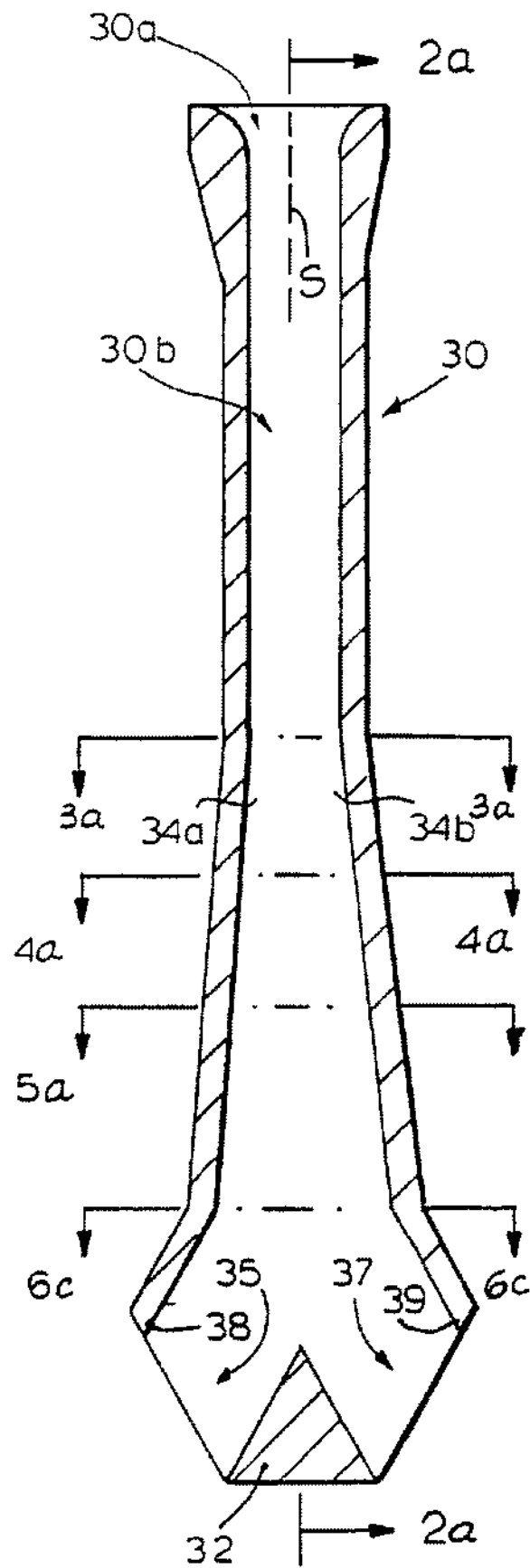
Должно быть понятно, что некоторые признаки и их сочетания могут применяться без ссылок на другие признаки и сочетания. Это предполагается нашей формулой изобретения и входит в ее рамки. Таким образом, должно быть понятно, что изобретение не ограничивается конкретными деталями, которые здесь описаны и изображены, но ограничивается только рамками прилагаемой формулы изобретения.



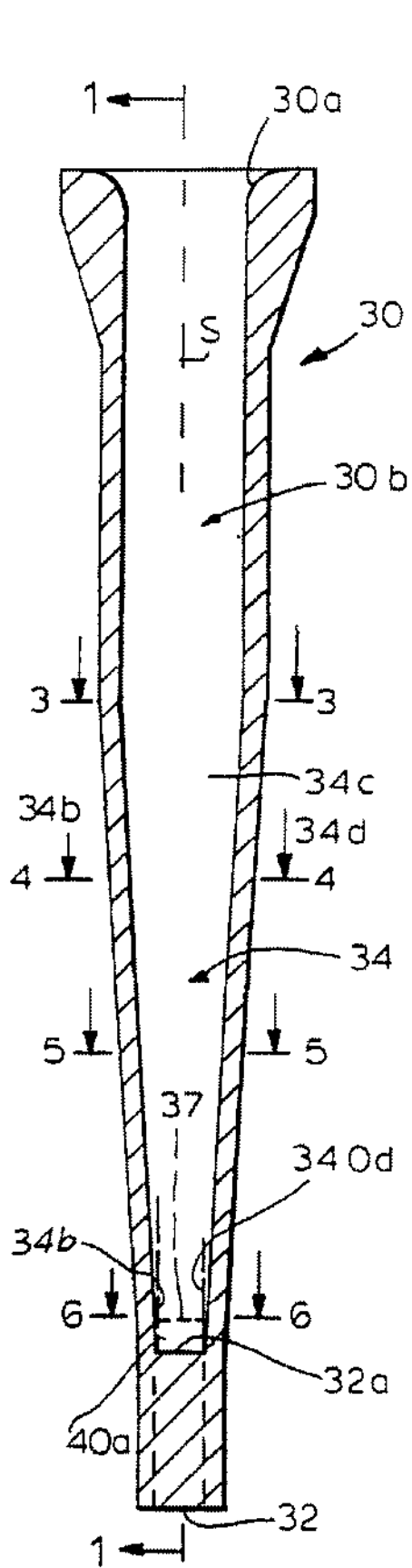
Фиг. 1



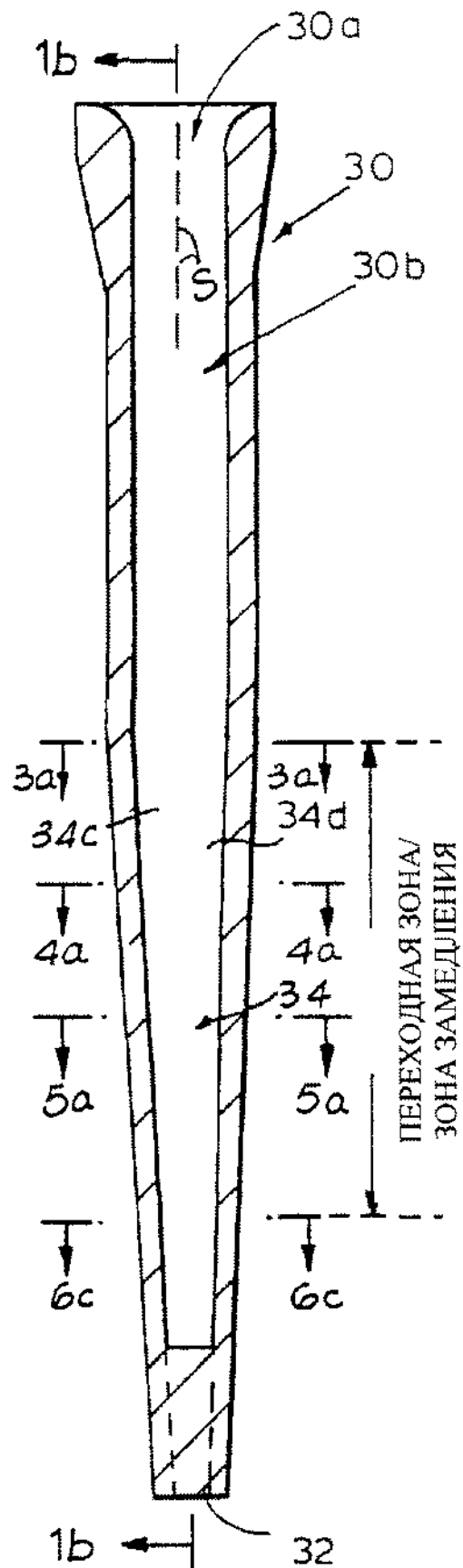
Фиг. 1a



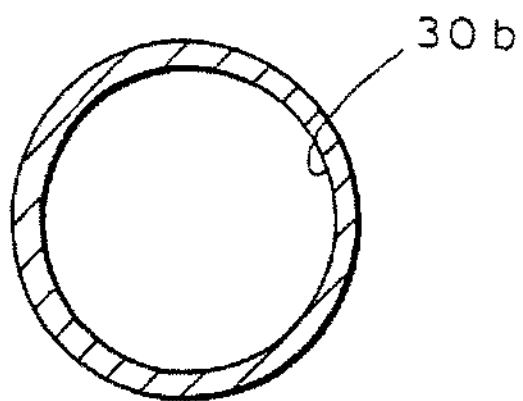
Фиг. 1b



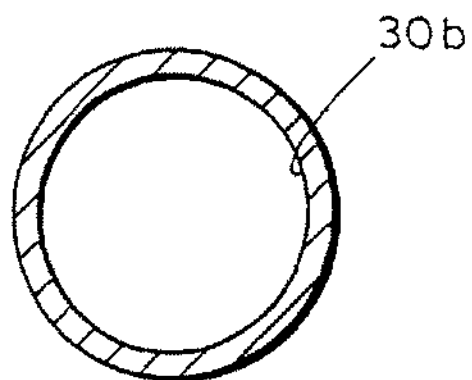
Фиг. 2



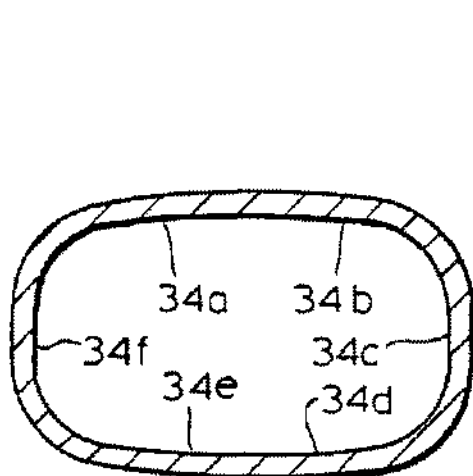
Фиг. 2а



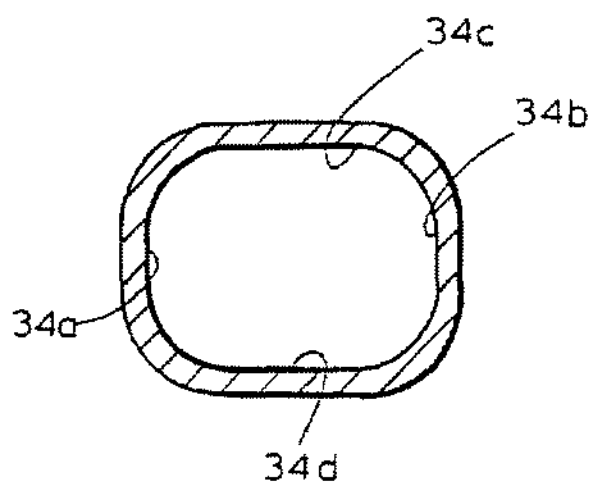
Фиг. 3



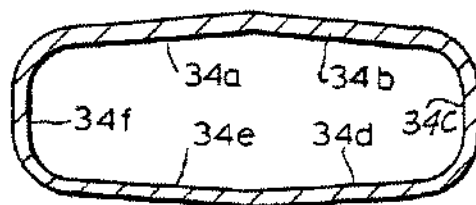
Фиг. 3a



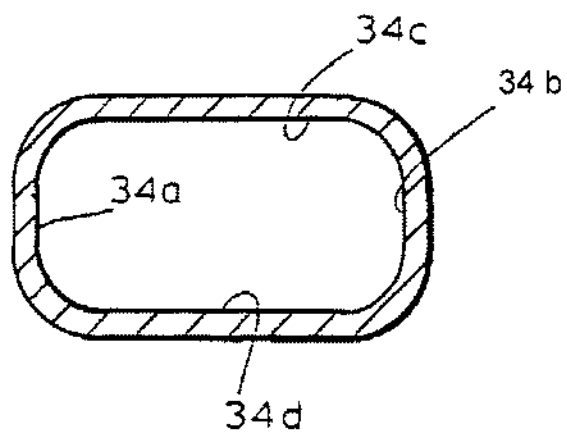
Фиг. 4



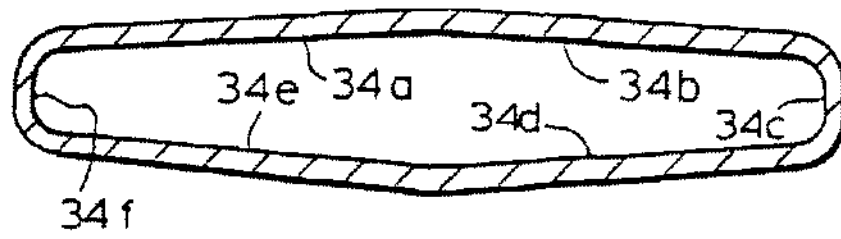
Фиг. 4a



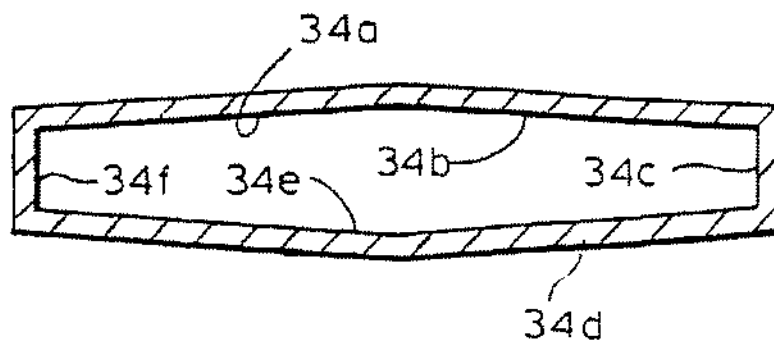
Фиг. 5



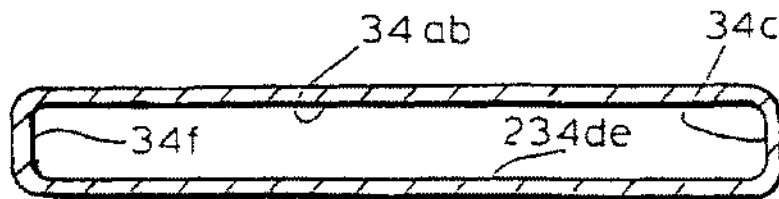
Фиг. 5a



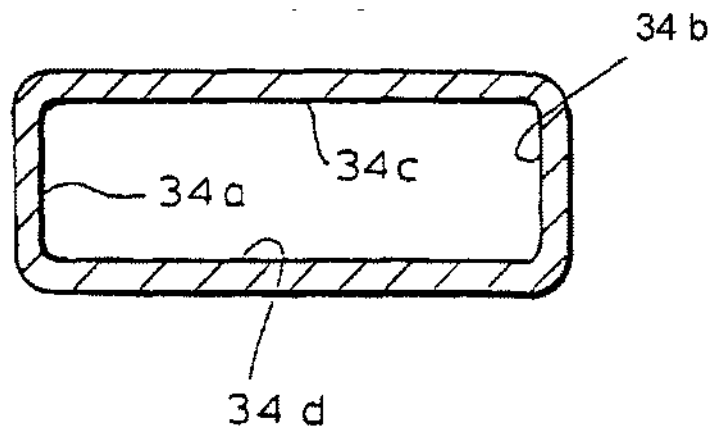
Фиг. 6



Фиг. 6а

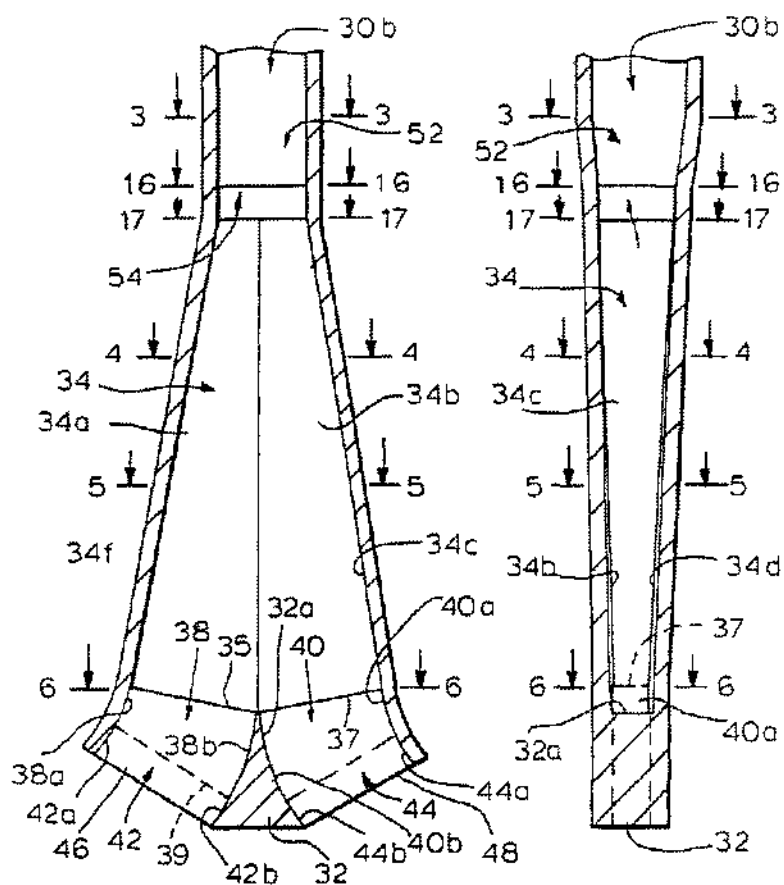


Фиг. 6b



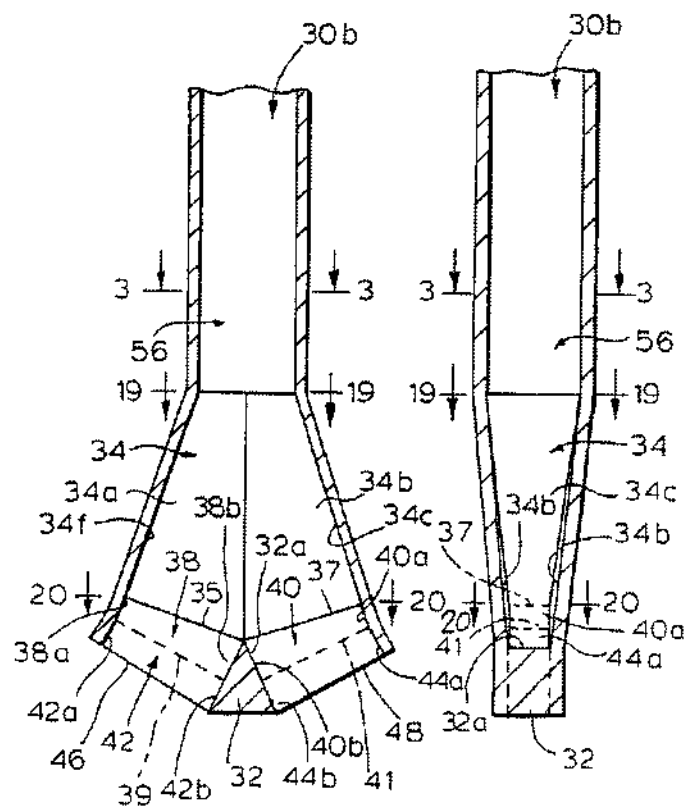
Фиг. 6с





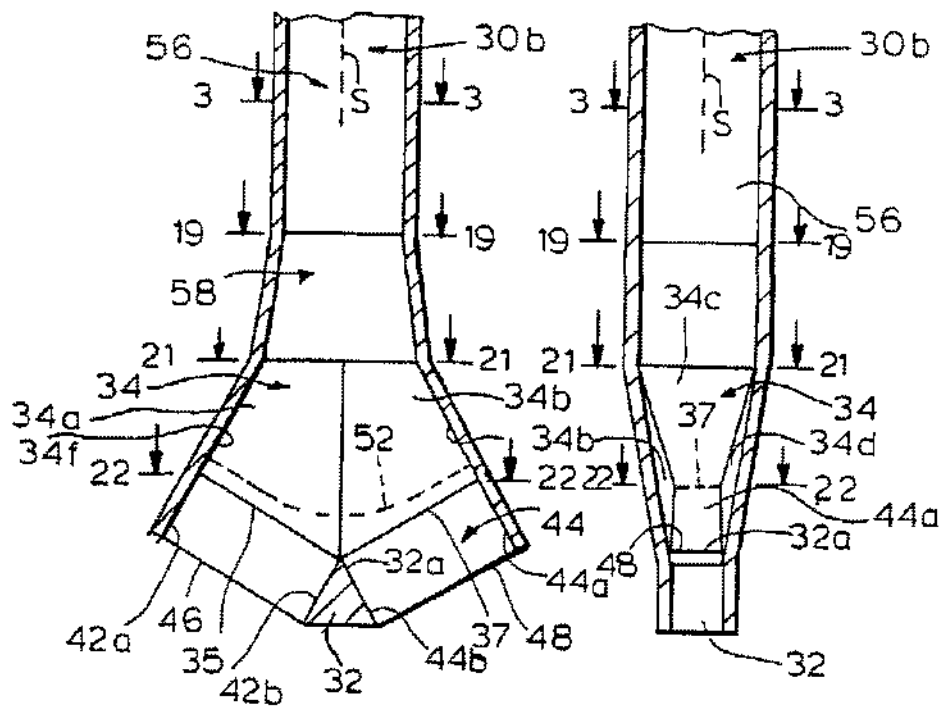
**Фиг. 7**

**Фиг. 8**



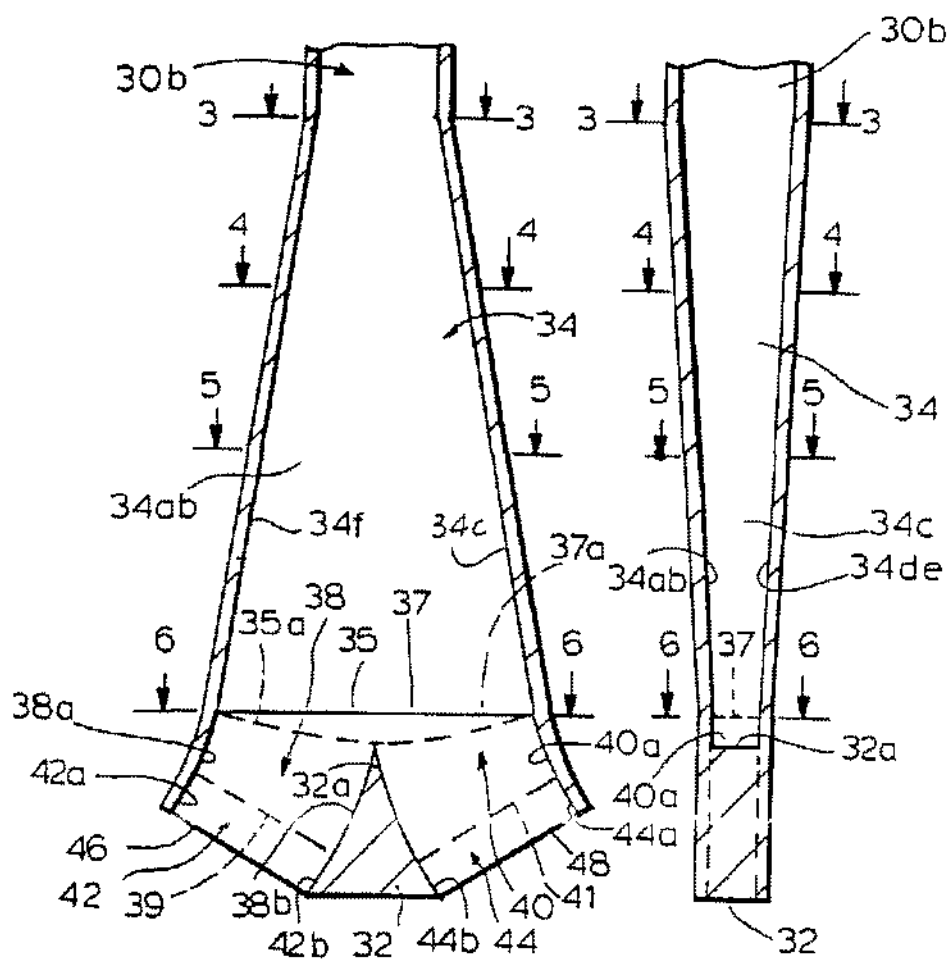
**Фиг. 9**

**Фиг. 10**



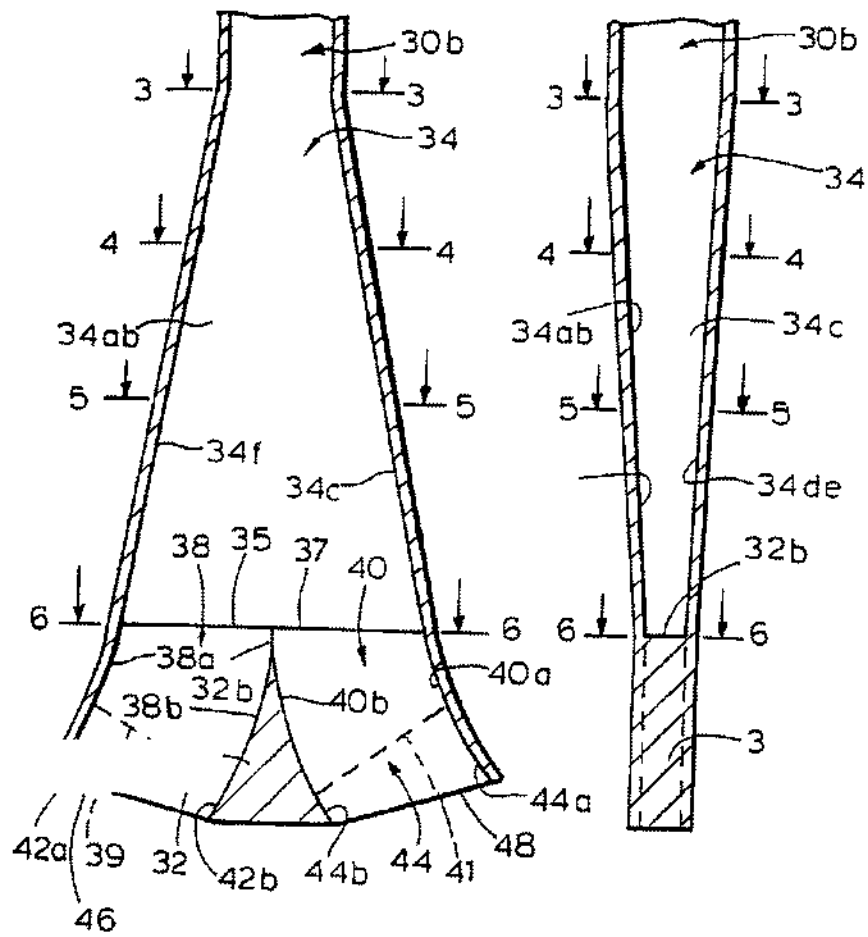
Фиг. 11

Фиг. 12



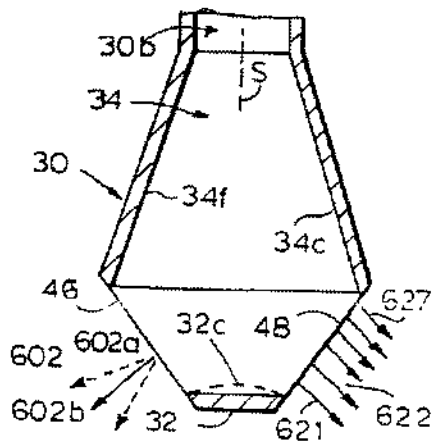
Фиг. 13

Фиг. 14

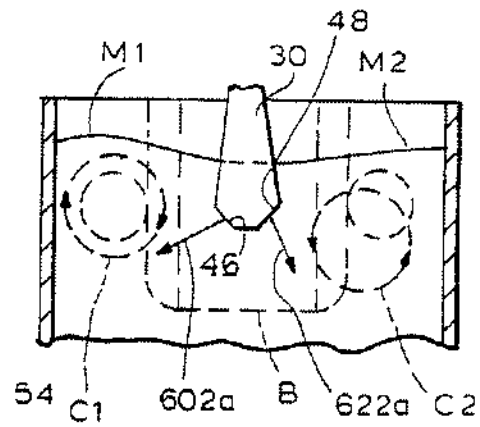


Фиг. 15

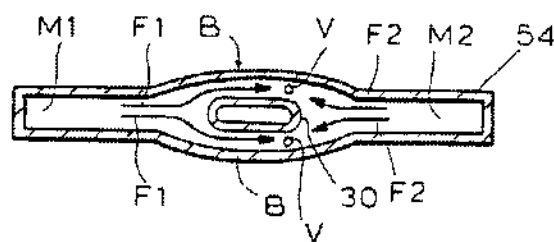
Фиг. 16



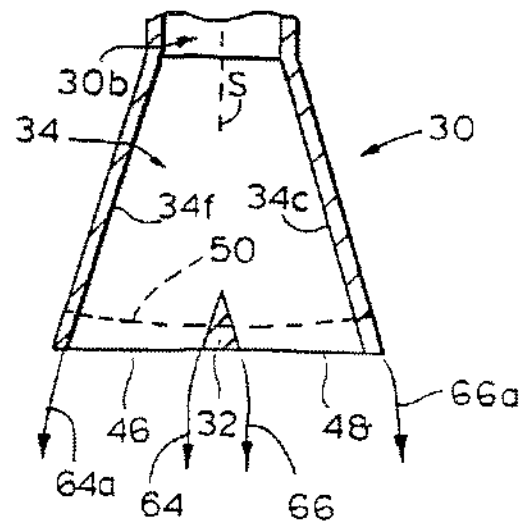
Фиг. 17



Фиг. 17a



Фиг. 17b



Фиг. 20

---

Тираж 50 экз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101  
 (03122) 3-72-89 (03122) 2-57-03

---