



УКРАЇНА

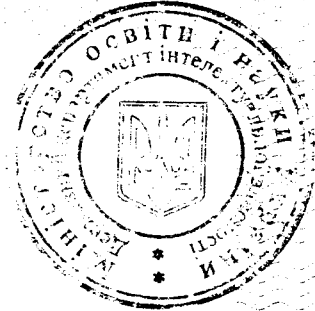
(19) UA

(11) 32501

(51) 5 B 01J 19/32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ



ПАТЕНТ на винахід

зарєєстровано відповідно до постанови Верховної Ради України
"Про введення в дію Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі"
від 15 грудня 1993 року № 3687-XII

Голова Департаменту

М. Паладій

(10) 1646593

(21) 4605285

(22) 15.11.1988

(24) 15.12.2000

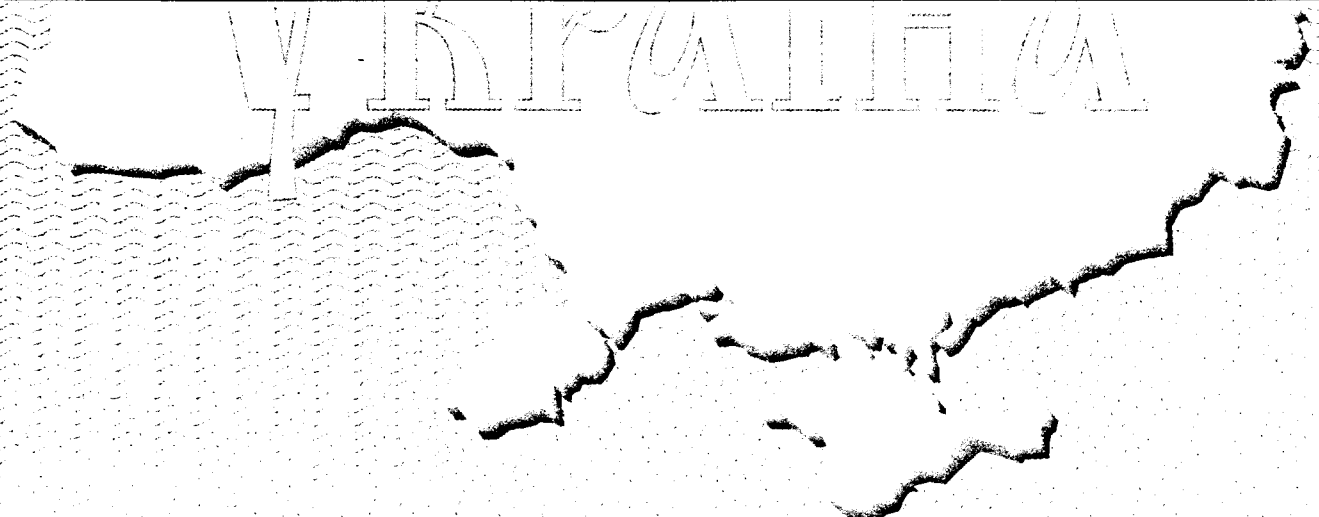
(46) 15.12.2000. Бюл. № 7

(72) Марценюк Олександр Степанович

(73) Український державний університет харчових технологій

(54) РЕГУЛЯРНА НАСАДКА

У К Р А Ї Н А
У К Р А Ї Н А





ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

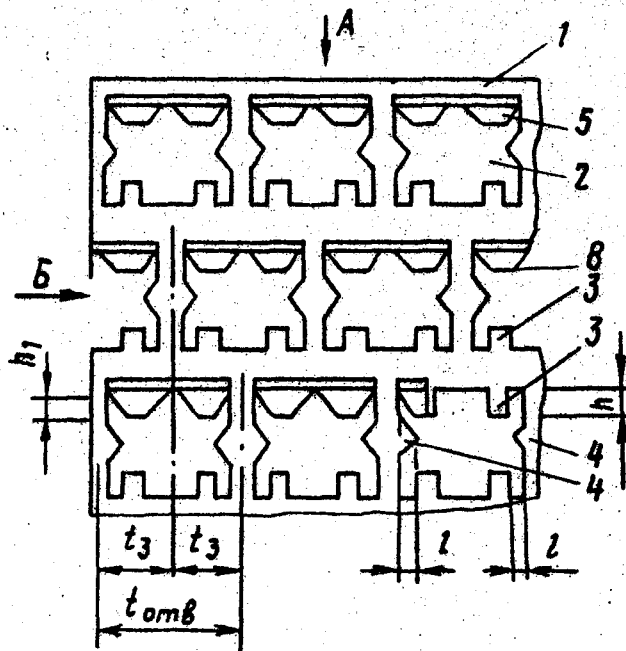
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

2

(21) 4605285/26
(22) 15.11.88
(46) 07.05.91. Бюл. №17
(71) Киевский технологический институт пищевой промышленности
(72) А.С.Марценюк
(53) 66.074.513 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 1291191, кл. В 01 D 53/20, кл. В 01 J 19/32, 1985.
(54) РЕГУЛЯРНАЯ НАСАДКА
(57) Изобретение относится к регулярным насадкам для теплообменных аппаратов с пленочно-капельным течением жидкости и позволяет расширить диапазон устойчивой работы насадки и повысить эффективность теплообмена путем улучшения условий контактирования взаимодействующих

фаз на нижних поверхностях лепестков. Регулярная насадка состоит из плоскопараллельных вертикальных листов 1 с выполненными в них продольными зубчатыми отверстиями 2, которые расположены вертикальными рядами в шахматном порядке в смежных рядах. Верхние и нижние горизонтальные края каждого отверстия имеют выступающие зубья 3, расположенные симметрично попарно один напротив другого. Вертикальные края отверстий имеют посередине по одному выступу 4. Над отверстиями расположены лепестки 5. Каждый лепесток по продольной оси имеет просечки, промежутки между которыми изогнуты вниз и образуют V-образные зубчатые выступы 8, зубьям отверстий соответствуют зубчатые впадины лепестков. 1 з.п.ф-лы, 10 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к конструкции регулярных насадок для теплообменных аппаратов с пленочно-капельным течением жидкости и может быть использовано для проведения различных процессов: абсорбции, ректификации, дистилляции, дезодорации, обработки воздуха различными растворами, тепловлажностной обработки воздуха и др.

Цель изобретения – расширение диапазона устойчивой работы насадки и повышение эффективности теплообмена путем улучшения условий контактирования взаимодействующих фаз на нижних поверхностях лепестков.

На фиг. 1 изображена предложенная насадка; на фиг. 2 – вид А на фиг. 1 (верхний ряд лепестков насадки); на фиг. 3 – вид Б на фиг. 1; на фиг. 4 – отдельный лепесток в аксонометрической проекции; на фиг. 5 – лепесток до выполнения в нем прогиба с образованием V-образных зубчатых выступов; на фиг. 6 – лепесток с перфорациями, контуры которых лежат на линиях, соединяющих края зубчатых впадин; на фиг. 7 – вариант листа насадки с нечетным числом пар зубьев в отверстиях; на фиг. 8 – вариант листа насадки с отверстиями, расположенными вертикальными рядами; на фиг. 9 – смачивание нижней поверхности лепестков насадки при формировании; на фиг. 10 – то же, при подвисании капель жидкости на нижних краях V-образных зубчатых выступов лепестков.

Регулярная насадка состоит из плоскопараллельных вертикальных листов 1 с выполненными в них продолговатыми зубчатыми отверстиями 2, которые расположены вертикальными рядами в шахматном порядке в смежных рядах. На фиг. 1 правое нижнее отверстие показано без лепестка. Верхние и нижние горизонтальные края каждого отверстия имеют выступающие зубья 3, расположенные симметрично попарно друг напротив друга. Между зубьями и вертикальными краями отверстий имеются зазоры 1.

Вертикальные края отверстий имеют посередине по одному выступу 4, углубленному внутрь отверстий на величину зазора 1 между краем отверстия и задним зубом. Шаг зубьев t_3 укладывается целое число раз в шаг отверстий. Поэтому, несмотря на то, что отверстия в горизонтальных рядах сдвинуты, зубья всех рядов отверстий расположены друг под другим. Над отверстиями расположены лепестки 5, отогнутые под прямым углом к плоскости листов по линии верхних горизонтальных краев отверстий.

Каждый лепесток на продольной оси симметрии 6 имеет просечки 7 (фиг. 5), про-

межутки между которыми прогнуты вниз и образуют V-образные зубчатые выступы 8 (фиг. 4). Просечки (перфорации) лепестков имеют правильную геометрическую форму относительно продольной и поперечной осей. Внешние контуры заготовки козырьков до прогибания промежутков между просечками (фиг. 5) повторяют внутренние контуры зубчатых отверстий. Зубьям 3 отверстий соответствуют зубчатые впадины 9 лепестков. Согласно фиг. 4 и 5 в лепестке вдоль продольной оси 6 выполнены просечки 7 ромбической формы, расположенные между зубчатыми впадинами 9 и ориентированные так, что противоположные вершины ромбов лежат на продольной оси симметрии 6. После прогибания вниз промежутков между ромбическими высеками вдоль продольной оси лепестков образуются V-образные зубчатые выступы 8, расположенные напротив впадин боковых краев лепестков и одновременно вертикальными рядами друг под другом.

Просечки между зубчатыми впадинами лепестков можно выполнять так, чтобы их контуры лежали на линиях, соединяющих края зубчатых впадин лепестков (фиг. 6). Целесообразно высоту V-образных зубчатых выступов лепестков h_1 выполнять равной высоте зубьев отверстий h , т.е. $h_1 = h$.

Наименьшее число пар зубьев в отверстиях равно двум и может быть увеличено до разумных пределов. С его увеличением возрастает длина отверстий и незначительно увеличивается эффективность насадки, однако вследствие уменьшения числа перемычек между отверстиями уменьшается жесткость листов насадки. Располагать отверстия в шахматном порядке предпочтительно при четном числе пар зубьев в отверстиях (фиг. 1). При нечетном числе пар зубьев отверстия в нижележащих рядах сдвигают на величину, кратную шагу зубьев (фиг. 7).

На фиг. 8 показан вариант насадки, в котором зубчатые отверстия с лепестками расположены вертикальными рядами, а в междурядах имеются отверстия 10, имеющие форму равнобедренных треугольников с горизонтальными основаниями, края которых лежат на линиях, соединяющих контуры крайних зубьев отверстий.

Насадка в аппарате устанавливается так, чтобы V-образные зубчатые выступы лепестков были направлены вниз, и работает в условиях противотока.

Насадка работает следующим образом. Жидкость подается на верхний торец насадки и стекает вниз, контактируя с движущимся вверх парогазовым потоком. Стекающая вниз равномерно распределенная

на верхней части листов насадки жидкость на уровне лепестков первого ряда перераспределяется: часть жидкости попадает на зубья 3 отверстий, а другая часть попадает на верхние горизонтальные поверхности лепестков 5.

Жидкость, распределившаяся на поверхности листов, образует на зубьях отверстий стекающие вниз капли или струйки. Поскольку зубья всех рядов отверстий расположены друг под другом, по вертикальным рядам зубьев организуется равномерное прерывистое пленочно-капельное течение жидкости, при котором отрывающиеся от выступающих вниз зубьев капли пролетают промежутки между зубьями, падают на нижележащие зубья, выступающие вверх, расплющиваются в пленку на вертикальной части листов между зубьями, а затем стекают на нижележащие выступающие вниз зубья, где опять формируются капли, и процесс повторяется.

Жидкость, попавшая на верхние горизонтальные поверхности лепестков, стекает в их V-образные зубчатые выступы, перетекает через их кромки на нижние поверхности V-образных выступов и собирается в капли. Поскольку V-образные зубчатые выступы лепестков расположены вертикальными рядами друг под другом, оторвавшиеся капли падают на верхние поверхности нижних V-образных зубчатых выступов, опять перетекают на их нижние поверхности и вновь образуют капли.

На насадке в целом создается равномерное пленочно-капельное течение жидкости, осуществляемое и на вертикальных поверхностях листов и на лепестках, заполняющих промежутки между вертикальными листами. При ударах о зубья и о V-образные зубчатые выступы лепестков капли дробятся на брызги, образуя завесы на каждом ряде лепестков. В это время парогазовый поток, двигаясь вверх между листами насадки и обтекая лепестки, тесно контактирует с каплями, брызгами и пленкой жидкости. У вершин V-образных зубчатых выступов лепестков и в местах высечек лепестков образуются вихревые зоны, способствующие более тесному взаимодействию турбулентных струй газа с поверхностью жидкости.

Важным преимуществом насадки является то, что V-образные зубчатые выступы располагаются по осевым линиям лепестков, т.е. по центрам зазоров между парами смежных листов насадки. Поэтому образующиеся на V-образных зубчатых выступах капли и струи жидкости падают по центрам зазоров между листами, что приводит к тому, что капли контактируют с "ядром" парогазового

потока, имеющим более высокую скорость движения, чем периферийные участки, и более высокую концентрацию компонента, участвующего в массообмене.

Кроме того, при "центральном" взаимодействии потоков капли жидкости в значительно меньшей степени отклоняются парогазовым потоком в сторону и точно падают на нижележащие V-образные зубчатые выступы лепестков, приобретая во время падения необходимое количество кинетической энергии, достаточное для их эффективного расплющивания о верхние поверхности V-образных зубчатых выступов. Это способствует повышению эффективности насадки и позволяет увеличить предельные нагрузки по газу и жидкости, расширив этим диапазон работы насадки.

При ударах о поверхности зубьев и лепестков капли расплющиваются и образуют брызги, которые падают на вертикальные поверхности листов насадки и поверхности лепестков, смачивая дополнительно всю поверхность насадки. В результате образования брызг непрерывно происходит частичный обмен жидкостью между потоками, стекающими по вертикальной части листов и потоками, стекающими по лепесткам, что способствует более равномерной обработке жидкости и интенсифицирует процесс тепломассообмена. За счет образования множества мелких брызг происходит увеличение поверхности контакта фаз и более быстрое обновление поверхности жидкости в моменты образования, полета и расплющивания капель. В образующихся и летящих каплях жидкая фаза перемешивается более интенсивно, чем в стекающей пленке, так как в каплях, не ограниченных твердой поверхностью, происходит более интенсивная циркуляция жидкости, приводящая к лучшему перемешиванию ее слоев. В моменты ударов капель и брызг о твердые поверхности в жидкой и газовой фазах возникают дополнительные пульсации вещества и наблюдается интенсивное перемешивание и разрушение пограничных слоев, препятствующих межфазному переносу.

Существенное влияние на повышение эффективности тепломассообмена оказывают условия формирования и подвигания на нижних краях V-образных зубчатых выступов лепестков (фиг.9 - 10). Верхние края формирующейся капли жидкости двигаются вверх на поверхность листа насадки на высоту h , равную высоте капиллярного поднятия жидкости на поверхность вертикальной пластины, смачиваемость которой такая же, как и смачиваемость поверхности насадки. Движение жидкости вверх при формирова-

нии и подвисяния капель приводит к смачиванию нижних поверхностей лепестков. Однако хорошее смачивание происходит только тогда, когда высота V-образных зубчатых выступов лепестков h_1 не превышает высоты капиллярного поднятия рабочей жидкости по поверхности листов насадки.

Парогазовый поток фронтально набегаёт на нижние смоченные поверхности лепестков и эффективно взаимодействует с жидкостной поверхностью. Под воздействием гидродинамического напора парогазового потока пленка жидкости дополнительно увлекается вверх и еще лучше смачивает нижние поверхности лепестков. Энергия парогазового потока расходуется по целевому назначению, т.е. взаимодействует с жидкостью. Повышается эффективность теплообмена и улучшается степень использования гидродинамического напора парогазового потока.

Высота капиллярного поднятия пленки жидкости по поверхности насадки может быть определена экспериментально или по известному уравнению

$$h = \frac{\sqrt{2\sigma}}{\rho g},$$

где σ и ρ — коэффициент поверхностного натяжения и плотность жидкости;

g — ускорение силы тяжести.

Поскольку высота зубьев в отверстиях лепестков насадки, как и высота V-образных зубчатых выступов лепестков, принимается равной высоте капиллярного поднятия жидкости, то для наиболее эффективной работы насадки высота V-образных выступов лепестков должна равняться высоте зубьев отверстий. Если высоту V-образных зубчатых выступов лепестков принять более расчетного значения размера h , то нижняя поверхность лепестков не полностью смачивается жидкостью, что приводит к бесполезным потерям энергии парогазового потока, уменьшению работающей поверхности насадки и снижению ее эффективности. При заниженном значении h часть жидкости из лепестков перераспределяется на листы насадки, это ухудшает равномерность орошения и снижает эффективность процесса.

Правильность положения, что высота V-образных зубчатых выступов лепестков должна равняться высоте зубьев отверстий, подтверждена экспериментально. В опытах брали насадку с зубчатыми отверстиями, у которой предварительно определяли оптимальную высоту зубьев. Сохраняя оптимальную высоту зубьев отверстий, подбирали высоту V-образных зубчатых выступов

лепестков, ориентируясь на наименьшее значение высоты единицы переноса массы (ВЕР) для системы этанол-вода. Наилучшие результаты получены, когда высота зубьев отверстий и высота V-образных зубчатых выступов лепестков были одинаковыми.

Через просечки в местах прогибов лепестков проходит значительная часть парогазового потока, вследствие чего существенно снижается гидравлическое сопротивление насадки.

Для того, чтобы между рядами отверстий с лепестками не возникали потоки байпасирующей жидкости, отверстия располагают в шахматном порядке или сдвигают в соседних рядах на величину шага зубьев по горизонтали. При этом все зубья и V-образные зубчатые выступы лепестков остаются расположенными друг под другом, обеспечивая устойчивое периодически прерывающееся пленочно-капельное течение жидкости вниз без нежелательного явления ее самопроизвольного перераспределения.

Предотвратить байпасирование жидкости в междурядьях отверстий можно и при расположении отверстий вертикальными рядами. Для этого в междурядьях зубчатых отверстий выполняют отверстия треугольной формы в виде равнобедренных треугольников (фиг.8) с горизонтальными основаниями, причем контуры оснований этих треугольников лежат на линиях, соединяющих контуры крайних зубьев соседних по высоте отверстий. Таким образом, при описанном выполнении насадки жидкость, попадающая вследствие разбрызгивания в междурядья отверстий и стекающая в виде байпасирующих пленок или струек, встретив на своем пути треугольные отверстия, отклоняется от вертикального течения в междурядьях и возвращается в потоки с организованным течением, стекающие в виде отдельных капель или струй. Предполагается, что эффективность теплообмена насадки на 20 – 25% выше, чем известной.

Насадка довольно проста в изготовлении и может быть получена штамповкой плоских листов с последующим отгибанием лепестков в горизонтальное положение.

Все лепестки насадки отогнуты в одну и ту же сторону плоскости листа и при сборке насадки стыкуются со смежными листами, одновременно выполняя роль дистанционных элементов. Это облегчает сборку листов в пакеты, а также позволяет монтировать насадку в аппарате отдельными листами, устанавливая их вплотную друг к другу.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Регулярная насадка, содержащая плоскопараллельные вертикальные листы с

расположенными горизонтальными рядами и в шахматном порядке продолговатыми зубчатыми отверстиями с лепестками, отогнутыми под прямым углом по линии верхних краев отверстий, отличающаяся тем, что, с целью расширения диапазона устойчивой работы насадки и повышения эффективности теплообмена путем улучшения условий контактирования фаз на нижних поверхностях лепестков, лепестки по осевой линии имеют просечки правиль-

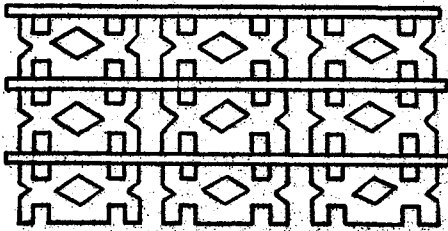
5

ной геометрической формы, промежутки между которыми прогнуты вниз и образуют V-образные зубчатые выступы напротив зубьев отверстий, при этом все V-образные зубчатые выступы лепестков насадки расположены друг под другом.

10

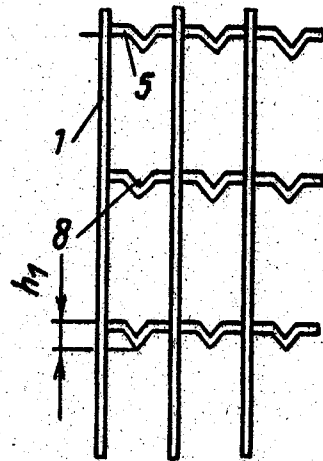
2. Насадка по п.1, отличающаяся тем, что высота V-образных зубчатых выступов лепестков равна высоте зубьев отверстий.

Вид А

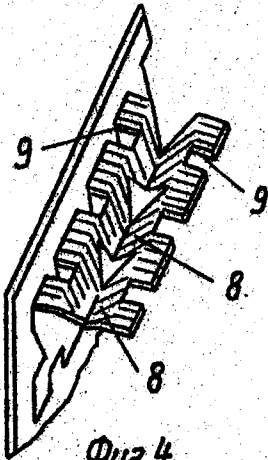


Фиг. 2

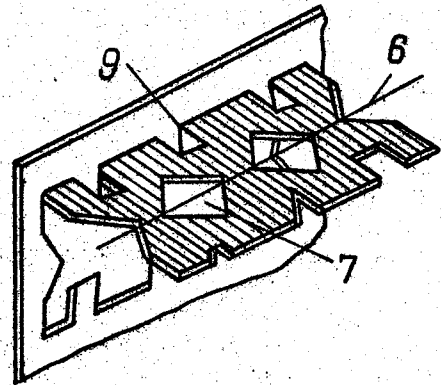
Вид Б



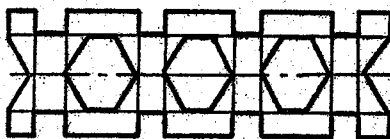
Фиг. 3



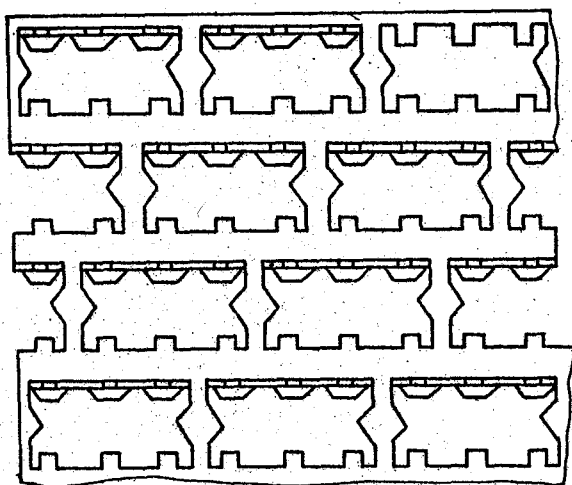
Фиг. 4



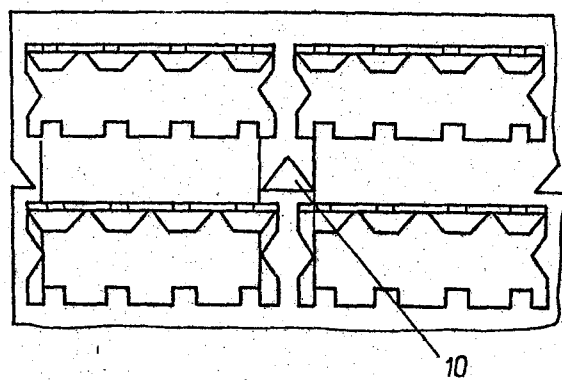
Фиг. 5



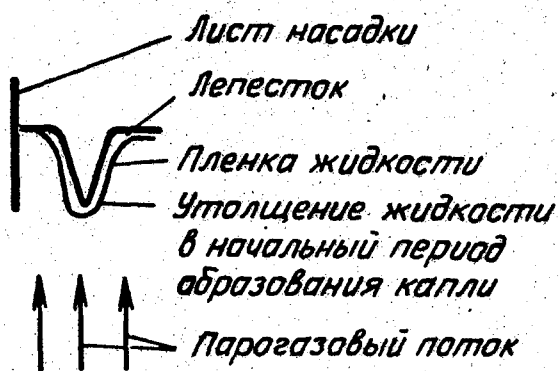
Фиг. 6



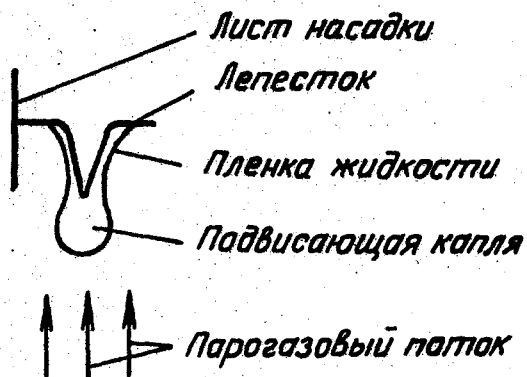
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

Редактор М.Келемеш Составитель Э.Александрова
 Техред М.Моргентал Корректор О.Кундрик

Заказ 1361 Тираж 331 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5