



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 32495

(51) 4 B 01D 53/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ



ПАТЕНТ на винахід

зареєстровано 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) 1291191

(21) 3930038

(22) 18.07.1985

(24) 15.12.2000

(46) 15.12.2000. Бюл. № 7

(72) Марценюк Олександр Степанович

(73) Український державний університет харчових технологій

(54) РЕГУЛЯРНА НАСАДКА



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1291191 A1

(51) 4 В 01 D 53/20

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

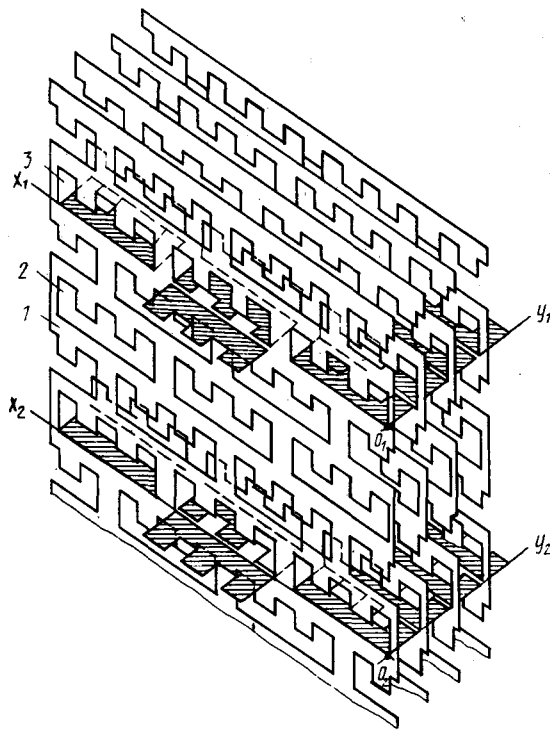
ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 3930038/31-26
- (22) 18.07.85
- (46) 23.02.87. Бюл. № 7
- (71) Киевский технологический институт пищевой промышленности
- (72) А. С. Марценюк
- (53) 66.074.513 (088.8)
- (56) Авторское свидетельство СССР № 1143447, кл. В 01 D 53/20, 1983.
- Авторское свидетельство СССР № 440147, кл. В 01 D 53/20, 1974.

- (54) РЕГУЛЯРНАЯ НАСАДКА
- (57) Изобретение относится к конструкции регулярных насадок и может найти применение в теплообменных аппаратах,

используемых в химической, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности. Целью изобретения является расширение диапазона работы и повышение эффективности за счет увеличения поверхности контакта фаз и дополнительной турбулизации газового потока при минимальном возрастании гидравлического сопротивления и сохранении равномерности орошения по высоте насадки. Насадка содержит плоские параллельные вертикальные пластины, перфорированные сплошными зубчатыми отверстиями, расположенными в шахматном порядке горизонтальными рядами. В пластинах между рядами зубчатых отверстий со сплошным прорезом имеются одиночные горизон-



Фиг. 1

(19) SU (11) 1291191 A1

тальные ряды зубчатых просеченных отверстий с трехсторонним прорезом и зубчатыми просечными элементами, отогнутыми в горизонтальное положение, примыкающими вплотную к соседним пластинам, расположенными в одной плоскости и образующими в совокупности горизонтальные решетки, причем шаг всех отверстий кратен шагу

зубьев отверстий, шаг зубьев отверстий со сплошным и трехсторонним прорезом равны, во всех отверстиях соблюдается соосность выступов и впадин зубьев, а выступы зубьев отверстий каждого ряда просечных элементов находятся соосно под впадинами зубьев высеченных отверстий вышележащего ряда. 9 ил.

1

Изобретение относится к конструкции регулярных насадок, применяемых в качестве контактных и перераспределительных устройств теплообменных аппаратов, работающих в системе газ—жидкость в химической, нефтеперерабатывающей, газовой пищевой и других отраслях промышленности.

Цель изобретения — расширение диапазона работы и повышение эффективности теплообмена за счет увеличения поверхности контакта фаз и дополнительной турбулизации газового потока при минимальном возрастании гидравлического сопротивления и сохранении равномерности орошения по высоте насадки.

На фиг. 1 изображен элемент насадки в косоугольной проекции, общий вид; на фиг. 2 — то же, в прямоугольной проекции, общий вид; на фиг. 3 — разрез А-А на фиг. 2; на фиг. 4 — разрез Б-Б на фиг. 2; на фиг. 5 — схема равномерного распределения стекающей по листу насадки жидкости; на фиг. 6 — просечный элемент симметричной формы с зубчатыми верхними и нижними краями; на фиг. 7 — элемент насадки, у которой все отверстия имеют зубчатые верхние и нижние края, общий вид; на фиг. 8 — смещение рядов отверстий в пластинах насадки с отверстиями, имеющими зубчатые верхние и нижние края; на фиг. 9 — пластина насадки, у которой отверстия просечных элементов имеют зубчатые верхние и нижние края, а остальные отверстия имеют зубчатые только верхние края.

Насадка состоит из плоских вертикальных пластин 1, установленных параллельно друг другу. Пластины перфорированы отверстиями зубчатой формы, расположенными горизонтальными рядами. В некоторых рядах отверстия образованы высечением части пластин насадки, например отверстия 2. Между рядами отверстий 2 имеются ряды зубчатых просеченных отверстий 3 с трехсторонним прорезом, кромки которых отогнуты на угол 90° , расположены в одной плоскости и примыкают вплотную к соседним

2

пластинам насадки, образуя горизонтальные решетки, напоминающие решетчатые тарелки массообменных колонн. Шаг (t') всех отверстий кратен шагу t_3 зубьев отверстий, шаг зубьев равен во всех отверстиях, выступы 5 и впадины 4 зубьев расположены соосно, а выступы зубьев отогнутых кромок каждого ряда размещены соосно под впадинами зубьев высеченных отверстий вышележащего ряда.

Каждая горизонтальная решетка представляет собой контактную зону, работающую по принципу решетчатой провальной тарелки. Вертикальные участки перфорированных пластин насадки между горизонтальными решетками представляют собой контактную зону, работающую по принципу пленочных аппаратов с капельно-прерывистым течением жидкости. Расстояние между горизонтальными решетками определяется исходя из нагрузок по пару и жидкости и условий обработки продуктов.

Горизонтальные решетки могут быть образованы путем отклонения просечных элементов в одну сторону относительно плоскости пластин насадки и путем их отклонения поочередно в одну и другую сторону относительно плоскости пластин. При первом варианте упрощается изготовление пластин. При втором варианте несколько усложняется изготовление пластин, но работа такой насадки может оказаться более эффективной вследствие более равномерного распределения жидкости при резких колебаниях расходов жидкости и газа.

Насадка работает следующим образом.

Жидкость, равномерно распределенная на верхнюю часть пластины насадки, стекает вниз, встречая на своем пути зубчатые отверстия. Микротоки жидкости, набегаящие на верхние выступы 5 зубьев, отклоняются этими выступами, обтекают их справа и слева и попадают на впадины 4 зубьев или на участки 6 поверхности пластин, находящиеся между отверстиями. На впадинах зубьев образуются капли жидкости. Достигнув определенного размера, капли отрываются от зубьев, пролетают в газовой среде

путь до нижних краев отверстий, падают на нижние края отверстий 3, с которых далее стекают вертикально вниз. Стекающие вниз микропотоки опять попадают на верхние выступы зубьев нижележащего ряда отверстий и картина течения жидкости повторяется.

Собравшаяся на горизонтальной решетке жидкость стекает через отверстия решетки вниз. Через эти же отверстия противотоком проходит газ, вступая в контакт со стекающей жидкостью. В зависимости от расходов жидкости и газа и свободного сечения решетки на последней может быть образован газожидкостный барботажный слой определенной высоты, служащий дополнительной зоной эффективного взаимодействия фаз.

Прошедшая через горизонтальную решетку жидкость попадает на вертикальные поверхности пластин насадки и стекает дальше вниз организованными потоками, равномерно распределяясь по ширине листов.

Ширина зубьев отверстий, образованных высеканием части пластин насадки, выбирается из условий обеспечения образования капель на впадинах зубьев отверстий. Ширина зубьев просечных элементов выбирается из условий организации тесного контактирования фаз в отверстиях горизонтальных решеток. Но шаг зубьев отверстий и шаг зубьев просечных элементов горизонтальных решеток должны быть равными.

Для снижения гидравлического сопротивления насадки, повышения ее пропускной способности по газу и жидкости, лучшего диспергирования жидкости и более рационального использования энергии газового потока просечные элементы можно выполнять с зубчатыми и верхними, и нижними краями, т. е. и в месте их отгиба, и в месте их прилегания к соседним листам насадки.

Число зубьев в просечных элементах может изменяться.

В промежутках между горизонтальными решетками, образованными просечными элементами симметричной формы, могут быть расположены горизонтальные ряды отверстий, у которых и верхние, и нижние края также выполнены зубчатыми.

Смещение рядов отверстий, находящихся под горизонтальными решетками, на величину, кратную шагу зубьев, позволяет улучшить равномерность распределения жидкости по ширине листов насадки, перфорированной отверстиями с зубчатыми и верхними, и нижними краями, и этим обеспечить ее более высокую эффективность.

Для обеспечения равномерного беспровального стекания жидкости при уменьшении расстояния между горизонтальными решетками и упрощения формы отверстий просечные элементы горизонтальных решеток можно выполнять симметричными одновременно относительно продольной и попе-

речной осей, а отверстия, образованные высеканием части пластин насадки, выполнять с зубчатыми только верхними краями. Выполнение отверстий между горизонтальными решетками зубчатыми только с одной стороны позволяет снизить их высоту и этим уменьшить расстояние между горизонтальными решетками.

Чтобы при малом расстоянии между горизонтальными решетками не происходил случайный провал жидкости (например, в случае колебания нагрузок по жидкости и газу), отогнутые кромки соседних горизонтальных рядов смещают на половину их шага.

Отверстия, образованные высеканием части листов насадки, смещены по отношению к отверстиям, образованным просечными элементами и по отношению друг к другу также на половину их шага для соблюдения соосности выступов и впадин зубьев. Соблюдение соосности выступов и впадин зубьев в соседних рядах отверстий необходимо для сохранения равномерного распределения жидкости по высоте листов насадки.

Соблюдение условий равномерного распределения жидкости с перераспределением и дополнительной ее турбулизацией на каждом нижележащем ряду отверстий возможно только при условии, если между отверстиями горизонтальных решеток будет расположено четное число рядов отверстий, образованных высеканием части пластин насадки.

Выполнение между горизонтальными решетками четного числа рядов отверстий с зубчатыми только верхними краями и одновременное сдвигание отверстий на половину их шага так, чтобы сохранилась соосность выступов и впадин зубьев, позволяет упростить изготовление насадки, сохранив равномерность распределения жидкости по ширине листов насадки, и этим повысить ее эффективность. Эффективность насадки повышается вследствие того, что отверстия с зубчатыми только верхними краями имеют меньшую высоту, поэтому на единице высоты насадки размещается большее количество рядов отверстий, что способствует интенсификации теплообмена.

Просечные элементы, образующие горизонтальные решетки, могут быть отклонены в горизонтальное положение по линии верхних или нижних краев отверстий.

Варианты расположения линии отгиба просечных элементов (по верхнему или нижнему краям отверстий) определяются равномерностью распределения жидкости по сечению колонны. Например, если по сечению колонны жидкость распределена равномерно и нужно лишь поддерживать эту равномерность по высоте насадки, применяется вариант с отклонением просечных элементов по линии верхних краев отверстий. В этом случае жидкость в каждом канале горизонтальной решетки между двумя смежными пластинами насадки ограничена не перфо-

5 рированными участками листов и не перераспределяется в соседние каналы. Возможно лишь частичное перераспределение жидкости в пределах одного канала между потоками, стекающими по правой и левой сторонам канала.

Если жидкость при подаче на горизонтальную решетку распределена неравномерно, необходимо применять вариант, когда просечные элементы отклонены в горизонтальное положение по линии нижних краев отверстий. В этом случае жидкость с перегруженных участков решетки растекается на менее загруженные участки и равномерно распределяется по сечению насадки, перетекая через отверстия решеток, образованные просечными элементами.

Насадка предназначена для работы в системе газ—жидкость в режиме противоточного взаимодействия фаз. Жидкость подается сверху и под действием силы тяжести стекает вниз. Газ подается снизу и, поднимаясь вверх между листами насадки, вступает в теплообмен со стекающей жидкостью.

Распределение жидкости по сечению насадки настолько эффективно, что даже при первоначальной неравномерной подаче жидкости последняя, пройдя через несколько горизонтальных решеток, равномерно распределяется по сечению аппарата. Поэтому насадка может использоваться в качестве эффективных перераспределителей жидкости.

Преимуществом таких перераспределителей является сочетание в них перераспределительных свойств с одновременной высокой эффективностью контактирования фаз, что приводит к снижению высоты аппаратов с такими перераспределителями.

Для усиления эффекта перераспределения жидкости при использовании нескольких слоев насадки каждый ее слой по отношению к предыдущему следует разворачивать вокруг вертикальной оси на угол 45 или 90°. При небольшом количестве слоев лучше применять угол 90°, при количестве слоев насадки больше 5 лучше разворачивать слои насадки на угол 45°.

Периодическое размещение горизонтальных решеток по высоте аппарата способствует повышению эффективности материального обмена между контактирующими потоками. На решетках создаются зоны интенсивного взаимодействия газа и жидкости. Таким образом, горизонтальные решетки выполняют одновременно роль распределителей жидкости и роль контактных элементов.

Через отверстия решеток проходит одновременно и газ, и жидкость, интенсивно взаимодействуя между собой. В зависимости от расходов жидкости и газа на решетках может создаваться барботажный слой определенной высоты. В случае создания барбо-

тажного слоя на решетках они по принципу работы напоминают решетчатые провальные тарелки колонных аппаратов.

5 Особенностью горизонтальных решеток данной насадки является периодическое чередование более крупных и более мелких отверстий, что позволяет создать организованное движение потоков газа и жидкости, способствующее увеличению поверхности контакта и снижению гидравлического сопротивления насадки.

10 Перфорированные вертикальные пластины насадки сочетают в себе два важных положительных качества: они хорошо перераспределяют жидкость по ширине листов и, кроме того, на зубчатых отверстиях обеспечивают хорошие условия обновления поверхности контакта при многократно повторяющихся актах формирования капель, их полета и разрушения при падении на нижние края отверстий.

20 Исследования насадки показали, что перфорированные пластины обладают хорошими сепарирующими свойствами. Наличие между горизонтальными решетками по высоте перфорированных листов позволяет в 1,5—2,0 раза уменьшить расстояние между горизонтальными решетками за счет снижения высоты зон пены и брызг, образующихся над барботажным слоем. Унос жидкости с решеток при этом остается на прежнем уровне. Использование сепарирующего свойства вертикальных перфорированных листов позволяет снизить расстояние между горизонтальными решетками по сравнению с тем расстоянием, которое применяется в аппаратах с решетчатыми провальными тарелками, а следовательно, снизить высоту массообменных аппаратов.

40 Диапазон устойчивой работы насадки расширяется вследствие стабилизирующего влияния на эффективность работы вертикальных участков перфорированных пластин как контактных элементов. При снижении нагрузок по жидкости и газу до величин, при которых на горизонтальных решетках не образуется барботажный слой, работоспособность насадки поддерживается за счет работы вертикальных пластин в капельном режиме с сохранением хорошего распределения жидкости и высокой степени турбулизации газового потока горизонтальными решетками. При повышении нагрузок по жидкости и газу стабилизирующее действие на работу насадки перфорированные вертикальные пластины оказывают за счет улавливания капель жидкости над барботажным слоем и дополнительного диспергирования газожидкостных струй внутри барботажного слоя.

55 Штамповка зубчатых отверстий и просечных элементов и последующий отгиб просечных элементов в горизонтальное положение не вызывает затруднений и легко

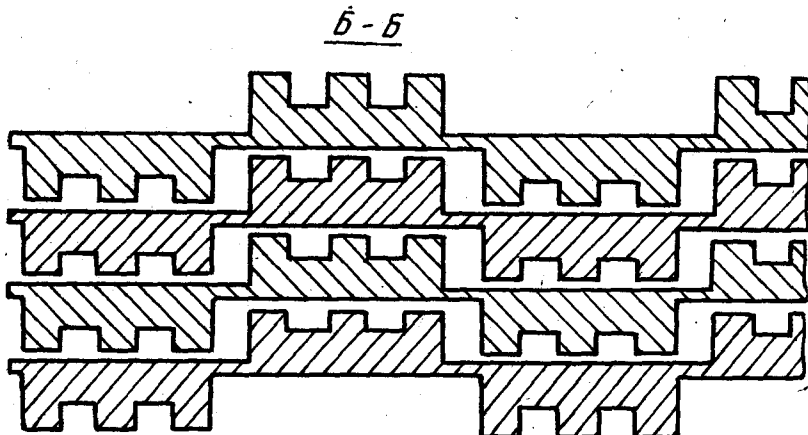
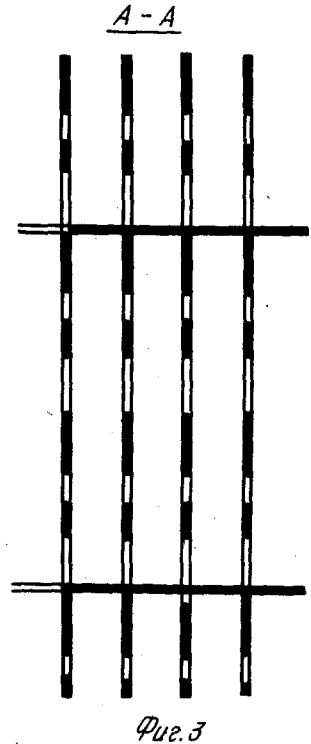
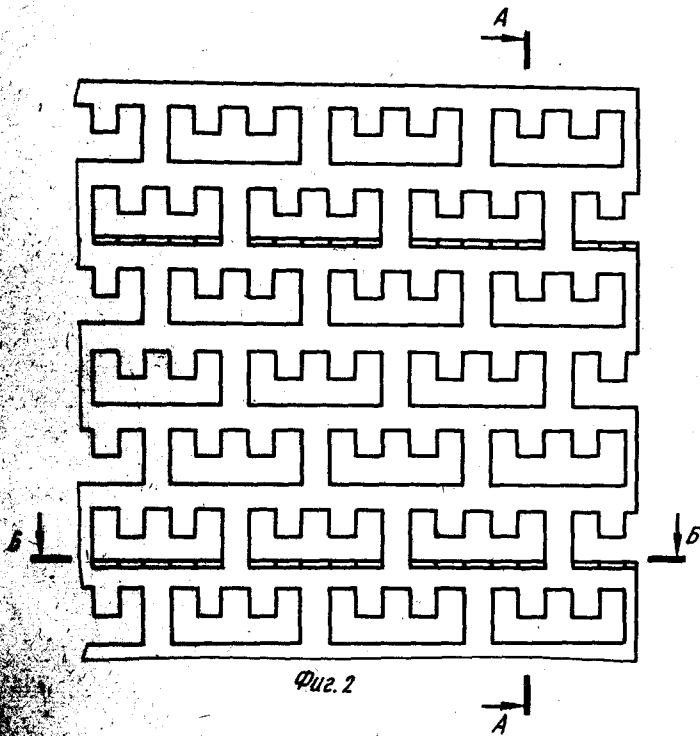
могут быть организованы на машиностроительных заводах.

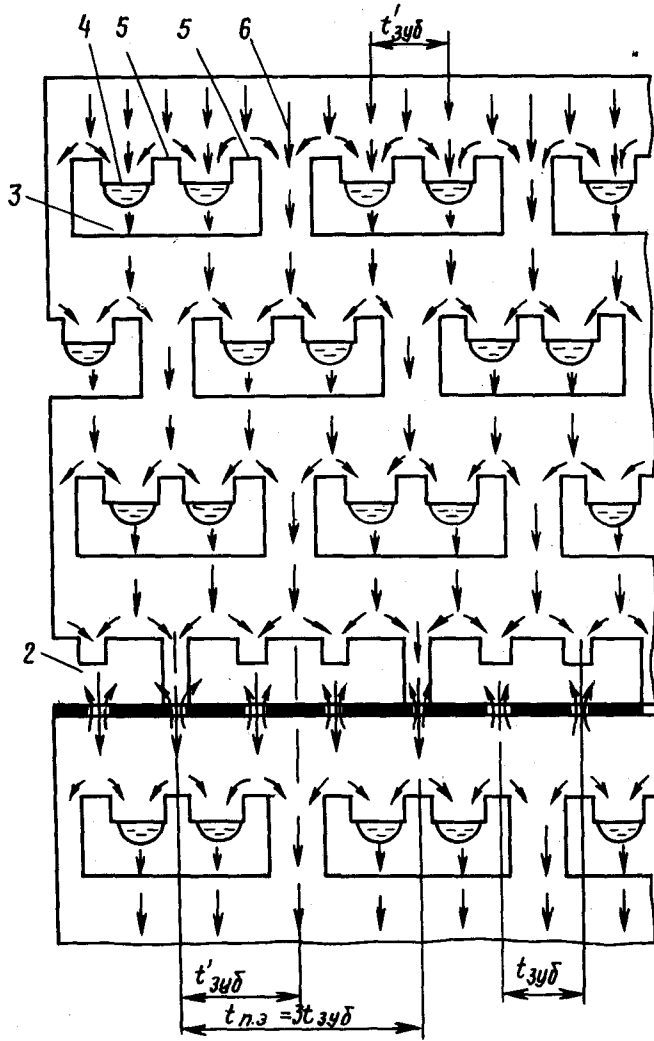
Насадка может собираться из пакетов соединенных между собой пластин и путем установки в аппарат отдельных пластин вплотную друг к другу. В обоих случаях расстояние между листами определяется размером отогнутых в горизонтальное положение просечных элементов и не требуется дополнительная установка дистанционных деталей. Это способствует упрощению изготовления, монтажа и обслуживания предлагаемой высокоэффективной насадки.

Формула изобретения

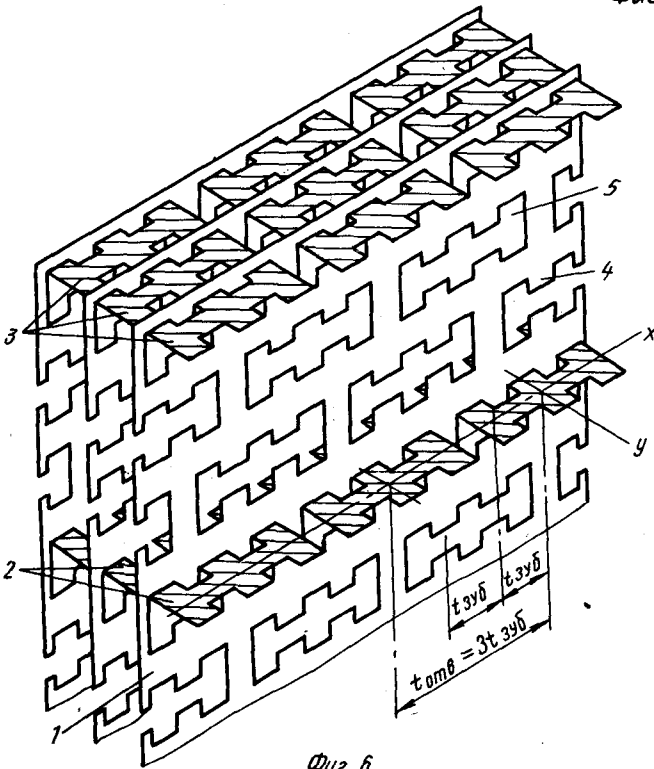
Регулярная насадка, выполненная из плоских параллельных вертикальных пластин, перфорированных высеченными зубчатыми отверстиями, расположенными в

шахматном порядке горизонтальными рядами, отличающаяся тем, что, с целью расширения диапазона работы и повышения эффективности теплообмена за счет увеличения поверхности контакта фаз и дополнительной турбулизации газового потока при минимальном возрастании гидравлического сопротивления и сохранении равномерности орошения по высоте насадки, пластины выполнены с расположенными между рядами зубчатых высеченных отверстий рядами зубчатых отверстий с трехсторонним прорезом, кромки которых горизонтально отогнуты и примыкают вплотную к соседним пластинам, при этом шаг всех отверстий кратен шагу зубьев отверстий, шаг зубьев всех отверстий равен, а их выступы и впадины расположены соосно, выступы зубьев отогнутых кромок каждого ряда размещены соосно под впадинами зубьев высеченных отверстий вышележащего ряда.

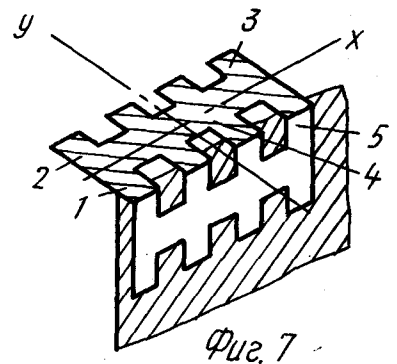




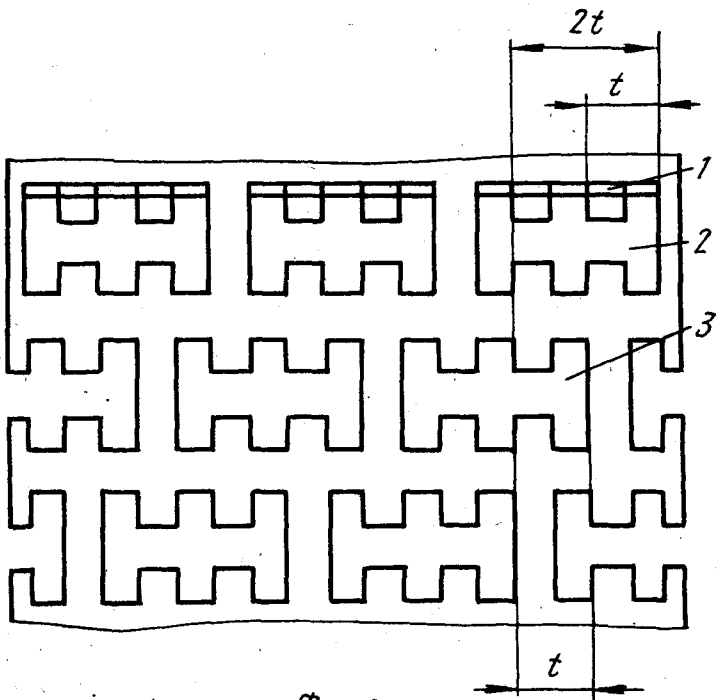
Фиг. 5



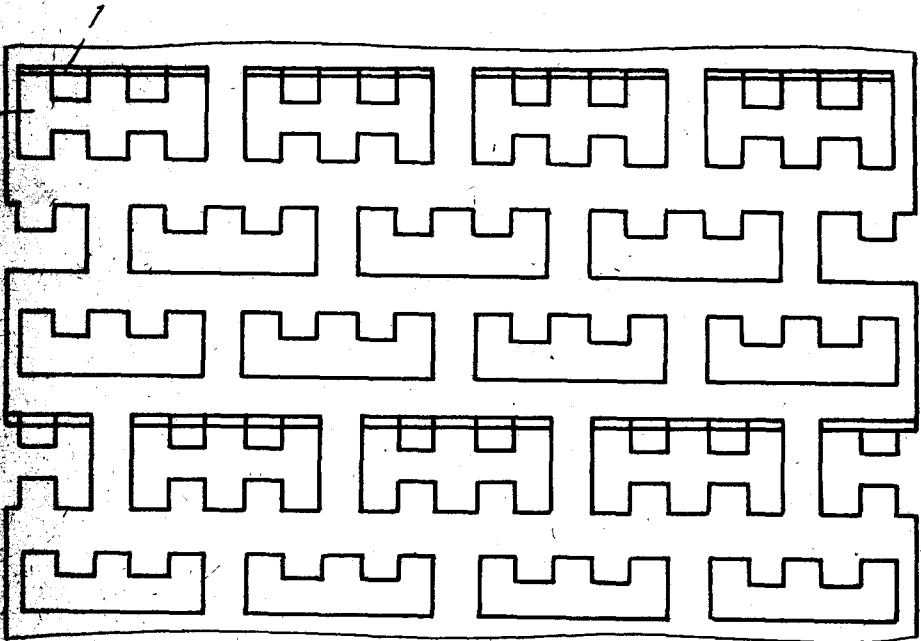
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9