



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 32498

(51) 4 B 01D 53/20,
B 01D 11/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ



ПАТЕНТ
на винахід

зарєстровано 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) 1443949

(21) 4251825

(22) 29.06.1987

(24) 15.12.2000

(46) 15.12.2000. Бюл. № 7

(72) Марценюк Олександр Степанович

(73) Український державний університет харчових технологій

(54) РЕГУЛЯРНА НАСАДКА З ПЛІВКОВО-КРАПЛИННОЮ ТЕЧІЄЮ
ДИСПЕРСНОЇ ФАЗИ



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1443949 A1**

(51) 4 В 01 D 53/20, 11/04

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4251825/31-26
(22) 29.06.87
(46) 15.12.88. Бюл. № 46
(71) Киевский технологический институт пищевой промышленности
(72) А.С.Марценюк
(53) 66.074.513(088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР № 183185, кл. В 01 D 53/20, 1966.
Авторское свидетельство СССР № 1327939, кл. В 01 D 53/20, 1984.
(54) РЕГУЛЯРНАЯ НАСАДКА С ПЛЕНОЧНО-КАПЕЛЬНЫМ ТЕЧЕНИЕМ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ
(57) Изобретение относится к конструкции регулярной насадки с пленочно-капельным течением дисперсной фазы, может быть использовано в аппаратах для процессов теплообмена в системах газ-жидкость и жидкость-жидкость, позволяет интенсифицировать теплообмен за счет улучшения условий перемешивания жидкости и дополнительной турбулизации газовой фазы. В насадке, содержащей верти-

кальные листы с просеченными окнами с зубчатыми верхними и нижними краями и отогнутыми по верхним краям окон зубчатыми лепестками, наклоненными под углом вниз поочередно в противоположные стороны относительно листа и перекрывающимися друг друга в вертикальных рядах смежных листов, а зубья и впадины окон и лепестков расположены вертикальными рядами и последовательно чередуются сверху вниз, участки листов между горизонтальными рядами окон выполнены гофрированными в горизонтальном направлении. Верхние гофры каждого гофрированного участка могут быть направлены в сторону отклонения лепестков, находящихся над этим участком. Каждый гофрированный участок может иметь по два гофра, выступающих поочередно в одну и другую сторону от плоскости листа на величину, равную половине высоты зубьев верхних краев окон. 2 з.п. ф-лы, 2 ил.

(19) **SU** (11) **1443949 A1**

Изобретение относится к конструкции регулярных насадок, используемых в качестве контактных устройств для проведения процессов теплообмена в системах газ(пар) - жидкость (процессы абсорбции, ректификации, дистилляции, дезодорации, обработки воздуха различными растворами) и жидкость - жидкость (процессы экстракции в стационарном и пульсирующем режимах), и может быть использовано в химической, пищевой, нефтегазоперерабатывающей и других отраслях промышленности.

Целью изобретения является интенсификация процесса теплообмена в насадке за счет улучшения условий перемешивания жидкости в потоках, стекающих по листовой части насадки, и дополнительной турбулизации газовой фазы.

На фиг. 1 изображена насадка, вид спереди; на фиг. 2 - разрез А-А на фиг. 1.

Регулярная насадка состоит из вертикальных листов 1 с просеченными в них окнами с зубчатыми верхними и нижними краями. Окна расположены правильными горизонтальными и вертикальными рядами. По верхним краям окон отогнуты зубчатые лепестки 2, наклоненные под углом вниз поочередно сверху вниз в противоположные стороны относительно листа. Между каждыми двумя смежными листами образуются вертикальные ряды лепестков, перекрывающих друг друга, но не прикасающихся со смежными листами.

Зубья и впадины окон и лепестков также расположены вертикальными рядами и последовательно чередуются сверху вниз.

Участки листов насадки в промежутках между горизонтальными рядами зубчатых окон выполнены гофрированными в горизонтальном направлении.

Протяженность гофрированных участков 3, а также конфигурация и размеры гофров могут быть различными.

Между вертикальными рядами окон выполнены размещенные периодически отверстия 4 в виде равнобедренных треугольников с выпуклой вверх средней основой.

Насадка может работать в системах газ-жидкость и жидкость-жидкость.

В системах газ-жидкость насадка может работать в условиях противото-

ка, эмульгирования, нисходящего и восходящего прямого тока. При восходящем прямого тока насадка должна быть перевернута.

В системах жидкость-жидкость (например, смесительные зоны экстракторов) насадка работает в режиме противотока.

Более тяжелая дисперсная фаза подается сверху и в пленочно-капельном режиме стекает навстречу движущейся снизу дисперсионной фазе. Если дисперсная фаза легче сплошной, она подается снизу и движется вверх, а насадка в этом случае должна быть перевернута. На зубьях окон и лепестков дисперсная фаза образует капли, которые растекаются в пленку при падении на лепестки и гофры. Затем пленка опять формируется в капли и процесс многократно повторяется.

Насадка в системе газ(пар) - жидкость при невысоких скоростях газа в условиях противотока фаз работает следующим образом.

Жидкость равномерно распределяется на верхнем торце насадки и стекает, контактируя с газом (паром), поступающим вверх по каналам насадки.

Равномерная пленка жидкости, встретив на своем пути зубчатые края окон или лепестков, распределяется и на потоки двух разновидностей, стекающих каплями или струйками. В потоке одного вида жидкость стекает по листовой части насадки, а в потоках другого вида по вертикальным рядам лепестков, расположенных между смежными листами насадки. В потоках обоих видов жидкость часть пути проходит в виде пленки, распределенной по поверхности листов или лепестков, а оставшуюся часть пути в пустотах окон и в промежутках между лепестками - в виде капель. Таким образом, в насадке объединены два способа контактирования между газом и жидкостью - пленочный и капельный.

Повышенная эффективность теплообмена в насадке обеспечивается за счет гофрирования в горизонтальном направлении участков листов, расположенных между горизонтальными рядами окон.

Гофрированные участки находятся на пути потоков жидкости, стекающих по листовой части насадки, и непосредственно турбулизуют жидкость в

этих потоках. Воздействие гофрированных участков на потоки, стекающие по лепесткам, передается через газовую фазу, которая дополнительно турбулизуется у вершин гофров, способствуя развитию межфазной турбулентности во всем объеме насадки.

Капли жидкости, падающие на гофрированные участки, расплющиваются при ударах о гофры, слои жидкости при этом хорошо перемешиваются, и происходит быстрое обновление поверхности контакта. Обтекая выступы и впадины гофров, пленка жидкости испытывает торможение и дополнительное перемешивание, вследствие чего увеличиваются время контактирования фаз и интенсивность обработки жидкости.

Во время ударов капель о гофры и при обтекании ребер гофров газовый поток также турбулизуется.

При небольшой высоте гофров гидравлическое сопротивление насадки возрастает незначительно, а турбулизации подвергаются слои газа, движущиеся вблизи поверхности жидкости. Это приводит к увеличению турбулентности у границы раздела фаз и интенсификации процесса при минимальном возрастании гидравлического сопротивления.

Гофрированные участки могут содержать различное количество гофров разной формы.

Для снижения гидравлического сопротивления насадки целесообразно верхние изгибы гофров каждого гофрированного участка выполнять направленными в сторону отклонения лепестков, находящихся над этим участком (фиг. 2). При таком направлении верхних гофров газовый поток направляется на лепестки параллельно их плоскостям и более интенсивно взаимодействует с каплями, кроме того уменьшаются бесполезные затраты энергии газового потока на трение о недостаточно смоченные нижние плоскости лепестков. При одинаковом направлении лепестков и верхних граней гофров сближаются условия расплющивания, а следовательно, и перемешивания микрообъемов жидкости в каплях, падающих на эти поверхности. Это приводит к выравниванию условий и эффективности теплообмена в капельных потоках обеих разновидностей.

От высоты гофров h зависит интенсивность турбулизации жидкости при разбивании капель, а также гидравлическое сопротивление насадки.

Для снижения гидравлического сопротивления насадки высоту h гофров следует уменьшить. В то же время для создания условий достаточного расплющивания капель о выступающие поверхности гофров и последующего торможения образовавшейся пленки жидкости необходимо, чтобы высота гофров была не меньше наибольшего размера падающих капель.

Размер отрывающихся капель и высота капиллярного поднятия жидкости по вертикальной смачиваемой поверхности материала насадки обусловлены воздействием сил поверхностного натяжения и силы тяжести и имеют общую физическую природу. Поэтому требуемую высоту гофров можно сопоставить с высотой h зубьев верхних краев отверстий, которая принимается равной высоте капиллярного поднятия жидкости на вертикальную плоскость и может быть определена по уравнению

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

где σ , ρ и g - коэффициент поверхностного натяжения, плотность жидкости и ускорение силы тяжести соответственно, или экспериментально.

Диаметр капель, образующихся на вертикальных зубьях окон насадки, всегда меньше высоты капиллярного поднятия жидкости, т.е. h зубьев верхних краев отверстий. Однако оторвавшиеся от зубьев капли во время падения осциллируют (испытывают колебательные движения), периодически укорачиваясь и удлиняясь в различных направлениях.

Наибольший линейный размер осциллирующих капель может приближаться к размеру h , но не превышает его, так как в противном случае капля должна распадаться на более мелкие, что не наблюдается в насадке, работающей в режиме противотока. Отсюда следует, что полная высота h гофров должна быть примерно равна высоте h зубьев верхних краев отверстий.

Наименьшее число гофров гофрированного участка равно двум. При этом один гофр выступает вправо, а другой влево от плоскости листа на величину, равную $0,5h$. Увеличение числа гофров приводит к необоснованному возрастанию гидравлического сопротивления насадки, что отрицательно сказывается на ее эффективности.

Величина h зависит от соотношения сил поверхностного натяжения на границе газ-жидкость и силы тяжести, правильный ее выбор оказывает существенное влияние на работу насадки.

При повышенных скоростях газового (парового) потока насадка работает в режиме эмульгирования, а при высоких скоростях газа ($10-15$ м/с) - в режиме прямотока.

Движущийся с большой скоростью газ (пар) срывает с зубьев окон и лепестков жидкость и диспергирует ее на мелкие капли. При этом увеличивается поверхность контакта фаз и эффективность насадки возрастает.

Перфорирование листов насадки и лепестков мелкими (диаметром $1,5-3,0$ мм) отверстиями снижает гидравлическое сопротивление и одновременно способствует лучшему диспергированию жидкости при работе насадки в режиме прямотока с большими скоростями газа (пара).

При равных условиях работы коэффициент массопередачи предлагаемой насадки на $10-15\%$ выше, чем известной.

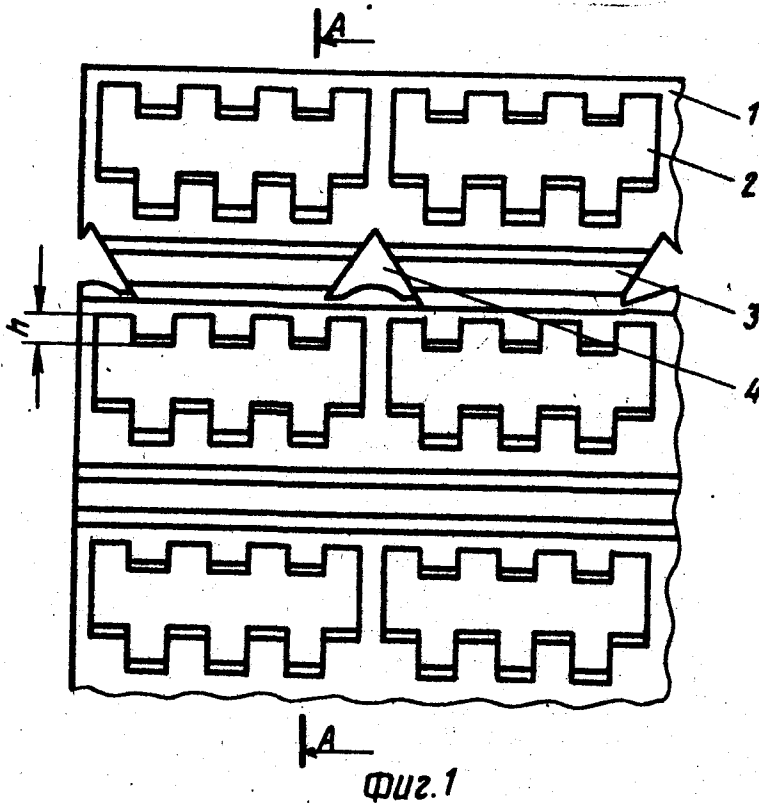
Насадка проста в изготовлении и может быть получена штамповкой или прокаткой плоских листов.

1. Регулярная насадка с пленочно-капельным течением дисперсной фазы, содержащая вертикальные листы с расположенными правильными горизонтальными и вертикальными рядами просечными окнами с зубчатыми верхними и нижними краями и отогнутыми по верхним краям окон зубчатыми лепестками, наклоненными под углом вниз поочередно в противоположные стороны относительно листа и перекрывающимися друг друга в вертикальных рядах смежных листов, а зубья и впадины окон и лепестков расположены вертикальными рядами с последовательным чередованием сверху вниз, отличающаяся тем, что, с целью повышения эффективности насадки за счет улучшения условий перемешивания жидкости в потоках, стекающих по листовой части насадки, и дополнительной турбулизации газовой фазы, участки листов насадки между горизонтальными рядами окон выполнены гофрированными в горизонтальном направлении.

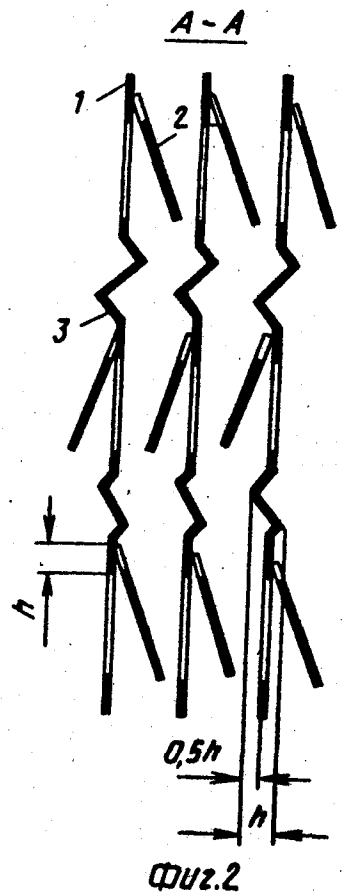
2. Насадка по п. 1, отличающаяся тем, что верхние гофры каждого гофрированного участка листа направлены в стороны отклонения лепестков, находящихся над этим участком.

3. Насадка по пп. 1-2, отличающаяся тем, что каждый гофрированный участок имеет по два гофра, выступающих поочередно в одну и другую сторону от плоскости листа на величину, равную половине высоты зубьев верхних краев окон.

1443949



Фиг.1



Фиг.2

Составитель С. Баранова
Редактор Л. Веселовская Техред Л. Олийнык Корректор В. Романецко

Заказ 6421/7

Тираж 642

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4