

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ПРЕРЫВАТЕЛЕЙ ПОТОКА ГАЗА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ АППАРАТУРЫ С ПУЛЬСИРУЮЩИМ СЛОЕМ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА

А.Н. Атясов, М.С. Василишин

*Проведен сравнительный анализ применяемых для сушки и смешения и т. п. газораспределительных устройств со щелевым и локальным подводом оживающего агента, а также выполненных в виде беспровальных перфорированных решеток. Приведены сведения по использованию отдельных конструкций применительно к конкретным технологическим процессам, а также о конструкциях, принципе действия и технических параметрах промышленных клапанов-пульсаторов (в том числе разработанных авторами) и рекомендации по их применению.*

*Ключевые слова: пульсирующий слой дисперсного материала, клапан-пульсатор, беспровальные решетки, газораспределительные устройства, устройство с локальным струйным вводом, прерыватели потока газа, оживающий агент, псевдоожижение*

### ВВЕДЕНИЕ

Значительная часть дисперсных материалов, перерабатываемых или выпускаемых предприятиями химической и смежных отраслей промышленности, характеризуется полифракционным составом, а также значительными силами адгезионно-когезионного взаимодействия. Специфические свойства таких материалов не позволяют осуществлять их эффективную обработку (сушку, смешение и т.п.) в аппаратуре с псевдоожиженным слоем вследствие каналообразования, залегания части продукта на газораспределительной решетке. Избежать этих негативных явлений удаётся при использовании техники пульсирующего слоя, т.е. такого состояния дисперсного материала, при котором он подвергается воздействию восходящего прерывистого газового потока с изменяющейся по определённому закону скоростью. При этом в большинстве случаев достигается гидродинамическая стабилизация псевдоожижения.

Для обеспечения надёжной работы технологическая аппаратура с пульсирующим слоем должна проектироваться с учетом определённых требований, предъявляемых, в частности, к газораспределительным устройствам и прерывателям газового потока (клапан-пульсатор).

Опыт эксплуатации сушильного оборудования с пульсирующим слоем показывает [1-3], что наибольшее распространение в качестве газораспределителей получили беспровальные перфорированные решетки и

устройства с локальным струйным вводом псевдоожижающего агента.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Беспровальные решетки представляют собой сборную конструкцию (см. рис 1), размещаемую в нижней части рабочей камеры аппарата и состоящую из двух тонких перфорированных металлических листов, между которыми расположена сетка с размером ячейки 30-35 мкм. Доля «живого» сечения у такого газораспределителя составляет от 10 до 30 %, при этом его гидравлическое сопротивление не должно превышать 10-12 % от сопротивления слоя обрабатываемого материала. Такие решетки обеспечивают равномерное псевдоожижение всего слоя, исключают провал материала в подрешеточное пространство в случае остановки дутья и незначительно искажают форму вводимого в аппарат импульса давления.

Беспровальные решетки хорошо зарекомендовали себя в процессе сушки ряда фармацевтических препаратов [4].

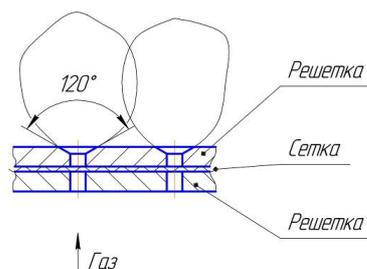


Рисунок 1 - Беспровальная газораспределительная решетка

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ПРЕРЫВАТЕЛЕЙ ПОТОКА ГАЗА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ АППАРАТУРЫ С ПУЛЬСИРУЮЩИМ СЛОЕМ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА

Устройства с локальным струйным вводом псевдоожигающего агента (см. рис. 2) широко используются во многих промышленных образцах сушилок с пульсирующим слоем.

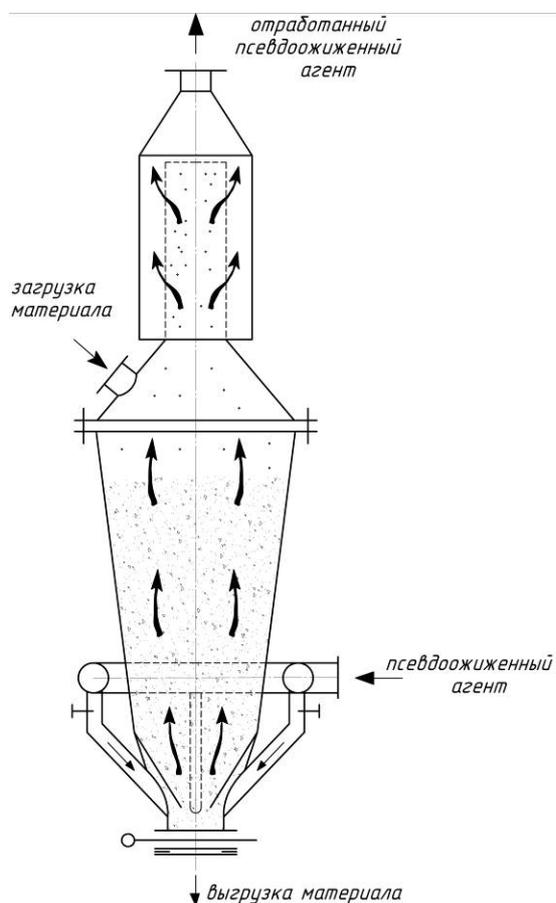


Рисунок 2 - Устройство с локальным струйным вводом псевдоожигающего агента [1]

Они представляют систему патрубков, вводимых на различных по высоте уровнях, в рабочую камеру аппарата. Точки ввода патрубков закрыты козырьками, предотвращающими прямое попадание обрабатываемого материала в коллекторы подвода псевдоожигающего агента. Патрубки каждого уровня подключаются к индивидуальному клапану-пульсатору. Пульсирующая газовая струя, выходящая из такого патрубка, обладает значительной кинетической энергией, способствует эффективному перемешиванию материала и разрушению агломератов. Такие газораспределители имеют незначительное гидравлическое сопротивление и широко используются при обработке высоко-

влажных, склонных к комкованию дисперсных материалов [5].

Несомненно важнейшим элементом установок с пульсирующим слоем является прерыватель потока газа. Конструкция прерывателя должна отвечать ряду требований [6], к числу которых относятся: существенная пропускная способность при незначительном гидравлическом сопротивлении, высокое быстродействие, возможность изменения частоты и скважности прерывания газового потока в достаточно широких пределах, полное перекрытие потока запорным элементом. Кроме того, пульсаторы должны быть простыми в конструктивном исполнении, технологичными, надежными и достаточно долговечными.

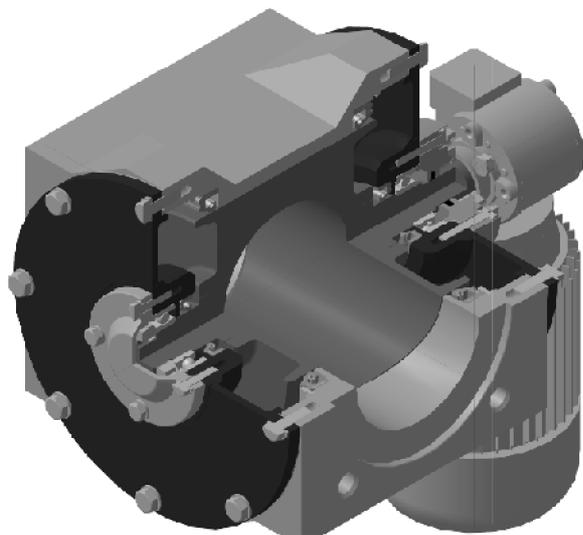
Опыт эксплуатации клапанопульсаторов показал, что в максимальной степени этим критериям отвечают устройства роторного типа.

Нами разработан ряд конструкций таких клапанов. На рис. 3 показан клапан-пульсатор, предназначенный для циклической подачи газового потока в аппараты, снабженные преимущественно беспровальными перфорированными решетками.

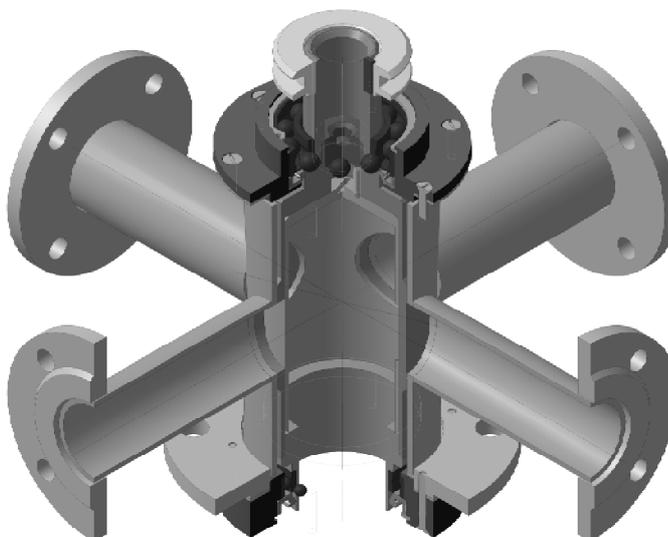
Клапан имеет корпус с присоединительными патрубками, внутри которого в подшипниковых опорах установлен ротор с поперечным сквозным каналом диаметром 100 мм. Привод ротора осуществляется от мотор-редуктора и обеспечивает постоянную частоту вращения 1,6 с<sup>-1</sup>. При вращении ротора периодически изменяется площадь проходного сечения патрубков, что создаёт циклическое изменение расхода газа и скорости его движения. Пропускная способность клапана 0,06 м<sup>3</sup>/с, а гидравлическое сопротивление не превышает 0,8 кПа. Конструкция клапана отличается простотой и надежностью.

Для циклической подачи газа в безрешеточные аппараты может быть использован клапан-пульсатор роторного типа [7], показанный на рис. 4.

Клапан имеет корпус с патрубками для подсоединения к технологическому аппарату и входным патрубком для подачи газа. Внутри корпуса в подшипниковых опорах размещен полый ротор с двумя диаметрально расположенными отверстиями на его боковой поверхности. Внутри полого ротора имеется стакан, боковая поверхность которого снабжена тремя отверстиями, которые могут сообщаться через отверстия ротора и патрубки на корпусе клапана с технологическим аппаратом.



*Рисунок 3 - Клапан-пульсатор для циклической подачи газа в аппараты с беспровальными перфорированными решетками*



*Рисунок 4 - Клапан-пульсатор роторного типа для циклической подачи газа в безрешеточные аппараты*

Два из отверстий на боковой поверхности стакана расположены диаметрально, а ось третьего смещена по отношению к оси любого из двух других отверстий на угол  $70^\circ$ . Стакан выполнен с возможностью поворота и фиксации таким образом, что одно или два отверстия на его боковой поверхности совпадают с одним или двумя отверстиями на боковой поверхности ротора. Вращение ротора и стакана осуществляется от электродвигателя через клиноременную передачу.

В различных вариантах взаимного положения ротора и стакана могут быть реализованы два режима циклической подачи газа в технологический аппарат: последовательно в четыре зоны рабочей камеры или последовательно попарно в две зоны. Такой режим позволяет гибко перестраивать работу технологического аппарата в случае обработки дисперсных материалов, отличающихся своими физико-механическими характеристиками.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ И ПРЕРЫВАТЕЛЕЙ ПОТОКА ГАЗА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ АППАРАТУРЫ С ПУЛЬСИРУЮЩИМ СЛОЕМ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА

Клапан предназначается для работы в составе малогабаритных промышленных и пилотных установок. Диаметр газоподводящего патрубка 85 мм, диаметр патрубков ввода пульсирующего потока в аппарат – 50 мм. Конструкция привода позволяет варьировать частоту вращения ротора в диапазоне 1-10 с<sup>-1</sup>, при этом пропускная способность клапана составляет 0,04 м<sup>3</sup>/с.

Разработанные конструкции газораспределительных устройств и прерывателей потока газа могут быть рекомендованы для эксплуатации в составе промышленных установок сушки дисперсных материалов различного назначения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработанные конструкции беспровальных газораспределительных устройств хорошо зарекомендовали себя в технологических устройствах для сушки в пульсирующем слое ряда продуктов фармацевтической промышленности.

2. Предложенные конструкции (клапанных устройств) роторного типа обеспечивают надёжную пульсирующую подачу оживающего агента в технологические аппараты и требуемый уровень перемешивания обрабатываемого материала.

3. разработанные конструкции газораспределительных устройств и прерывателей потока газа могут быть рекомендованы для эксплуатации в составе промышленных установок сушки дисперсных материалов различного назначения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Belik, L. Das Wirbelstosverfahren zur Trocknung von Schüttgut / L. Belik // Chemie Ingenieur Technik. - 1960. - №4. - S. 253-257.

2. Бокун, И.А. Исследование гидродинамики и теплообмена пульсирующего слоя: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. Минск - 1967. С. 15.

3. Василишин, М.С. Разработка аппаратуры с пульсирующим слоем для интенсификации процесса сушки фармацевтических продуктов / М.С. Василишин, Ф. В. Гусс, З. Б. Подсевалова, А.А. Лобанова // В кн. Фундаментальные и прикладные проблемы технической химии: к 10-летию ИПХЭТ СО РАН: Сборник научных трудов. – Новосибирск: Наука, 2011- С.326-331.

4. Пат. 2131567 РФ, Способ сушки медицинской аскорбиновой кислоты / Василишин М.С., Зобнин В.В., Лобанова А.А., Тараненко Г.С., Золотухин В.Н. // 6F26B3/092, 1999. Б.И. № 16.

5. Василишин, М.С. Совершенствование технологии сушки фармацевтических препаратов / М.С. Василишин, Ф. В. Гусс, З. Б. Подсевалова, В.К. Бабков // Тезисы докл. II Росс. Нац. Конгресса «Человек и лекарство» - М., 1995. С. 27.

6. Балахнина, А.В. Прерыватели потока газа для промышленных аппаратов с пульсирующим слоем дисперсного материала. Обзор /А.В. Балахнина, М.С. Василишин // Деп. в ВИНТИ 21.04.08 №340 В2008. - 2008. С. 10.

7. Заявка на патент рег.№2014124777 от 17.06.14 г. Клапан-пульсатор роторного типа / Атясов А.Н., Василишин М.С., Жарков А.С., Загородников В.М. //

**Атясов А.Н.** - Бийский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», (3854) 43-22-55.

**Василишин М.С.** - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук, (3854)30-59-55