**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**
ISSN 2224-5227
Volume 2, Number 318 (2018), 167 – 171

**A.A. Genbach[1], K.K. Skokolakov[2]**

[1]DSc, Professor of the Higher Attestation Commission, Faculty of Heat & Power Units, Almaty University of Energy and Communications;
[2]Post-doctoral student of Almaty University of Energy and Communications, specialty "Heat & Power Engineering", faculty of Heat & Power Units, Design Electrical Engineer of the Joint Stock Company "Kazakh Institute of Oil and Gas"
kudash@bk.ru

# DEVELOPMENT OF NOZZLE-FREE CAPILLARY POROUS DUST-AND-GAS COLLECTORS WITH FOAM GENERATING AND DEFOAMING STRUCTURES

**Abstract.** The nozzle-free foam generators of air mechanical foam were designed along with its case, inlet and outlet nozzles, a set of grids and sprayer. They help to conduct foam generation processes with high effectiveness under low hydro-and-gas dynamic resistance. For further enhancement of the combined processes of gas mechanical foam and collecting micro-and-ultramicroscopic dust, a dust collector along with its case, inlet and outlet nozzles, a set of grids and sprayer was proposed, which is equipped with defoaming grid porous structure, whereas foam generating and defoaming structures are installed into in case consequently as per the dusty gas movement and sludge collector. Besides, each subsequent grid of foam generating porous structure is made with the increased size of cells following the cleanable gas; e.g. made of metal cells for clearance 0,08*0,14*1, and defoaming made of grids with decreasing size of cells following the cleanable gas, e.g made of metal cells for clearance 0,4*0,14*0,08.

**Key words:** dust-and-gas collector, capillary porous structures, porous foam generator, foam generation, heat-mass exchange, vapor bubble.

УДК 697 (075,8)

**А.А. Генбач[1], К.К. Шоколаков[2]**

[1]Доктор технических наук, профессор ВАК, кафедра «Тепловые энергетические установки», Алматинский университет энергетики и связи;
[2]докторант Алматинского университета энергетики и связи, специальность «Теплоэнергетика», кафедра «Тепловые энергетические установки», инженер-проектировщик АО «Казахский институт нефти и газа»

# РАЗРАБОТКА БЕЗФОРСУНОЧНЫХ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ ПЫЛЕГАЗОУЛОВИТЕЛЕЙ С ПЕНОГЕНЕРИРУЮЩИМИ И ПЕНОГАСЯЩИМИ СТРУКТУРАМИ

**Аннотация.** Разработаны безфорсуночные пеногенераторы воздушно-механической пены, содержащий корпус, входной и выходной патрубки, пакет сеток, распылитель. Они позволяют проводить процессы генерации пены с высокой эффективностью при малых гидро- и газодинамических сопротивлениях. Для дальнейшей интенсификации совместных процессов генерации газомеханической пены и улавливания микро- и ультрамикроскопической пыли предложен пылеуловитель, содержащий корпус, входной и выходной патрубки, пакет сеток, распылитель, который снабжен пеногасящей сетчатой пористой структурой, причем пеногенерирующая и пеногасящая структуры установлены в корпусе последовательно по ходу движения запыленного газа, и щламосборником. Кроме того, каждая последующая сетка пеногенери-

рующей сетчатой пористой структуры выполнена с увеличивающимся размером ячеек по ходу движения очищаемого газа, например, из металлических с размером ячеек на просвет: 0,08*0,14*1, а пеногасящая – из сеток с уменьшающимся размером ячеек по ходу движения очищаемого газа, например, из металлических с размером ячеек на просвет: 0,4*0,14*0,08.

**Ключевые слова:** пылегазоуловитель, капиллярно-пористые структуры, пористый пеногенератор, пеногенерация, тепломассообмен, паровой пузырь.

Исследование процессов тепломассообмена кипением чистых жидкостей в капиллярно-пористых структурах выявило поведение внутренних (термогидравлических) характеристик (зарождение паровой фазы, плотность центров генерации, выброс капель из структуры, отрывной диаметр и частота отрыва пузырей, скорость роста пузырей [1-5]. Были разработаны различные пористые системы применительно к тепловым энергетическим установкам [6] и с целью их расчета обработаны экспериментальные данные с точностью ±20% в виде критериального уравнения для барботажа, вдува, отсоса, псевдоожижения, пеногенерации [7] и сконструированы высокоэффективные безфорсуночные капиллярно-пористые пылегазоуловители с пеногенерирующими и пеногасящими структурами [8-13].

Рассмотрим характерный аппарат из нового класса безфорсуночных пылегазоуловителей. Изобретение авторов «Пылеуловитель» [а.с.№1456608, МКИ Е21F 5/04, 1989] относится к различным областям народного хозяйства для высокоэффективной очистки газа (воздуха) от микро-и ультрамикроскопической пыли (фракций размером менее $5*10^{-6}$ м и $0,25*10^{-6}$ м соответственно), например, при сжигании топлива, переработке и транспортировке пылящих материалов, при удалении вентиляционных выбросов.

Известен пенный аппарат для улавливания газов и аэрозолей [а.с.№309717, кл.В. OId 47/04, 1971], содержащий патрубки ввода и удаления газа, корпус, волокнистую насадку, расположенную в корпусе, прокладку-перегородку, каплеотбойник.

Недостатком устройства является низкая эффективность улавливания микро- и ультрамикроскопической пыли, определяемая размерами пор насадки, что в свою очередь создает высокую материалоемкость, большие гидравлические сопротивления по движению жидкости и газодинамические сопротивления при прокачке газа (воздуха).

Небольшая продолжительность работы между регенерациями за счет забивания пор волокнистой насадки является серьезной проблемой. Пена образуется вне пористого тела и набрасывается на его поверхность. Это снижает эффективность улавливания пыли и интенсивность процессов массопереноса, что приводит к росту материалоёмкости, габаритов и массы аппарата.

Поток газа, проходя через волокнистую насадку, преодолевает большое газодинамическое сопротивление. Это связано с перерасходом энергии на его прокачку. Продолжительность работы между регенерациями такого аппарата будет невысокой, поскольку поры в волокнах начнут забиваться пылинками. Все это усложняет эксплуатацию аппарата и уменьшает его надежность.

В предлагаемых капиллярно-пористых структурах безфорсуночного пылегазоуловителя [8-13] высокую эффективность улавливания микро- и ультрамикроскопической пыли можно объяснить диффузионным механизмом осаждения пыли в пенном потоке в объеме и на поверхности структуры, когда пылинки испытывают непрерывное воздействие молекул газа, находящегося в броуновском движении, причем подвижность частиц будет увеличена путем термофореза, возникающего за счет разности температур между скелетом пористой структуры, пенного потока и частицами пыли, и за счет диффузиофореза, вызванного градиентом концентрации компонентов пенного потока, усиленным процессами испарения пенообразующего раствора в объеме пористой структуры и частичной конденсаций пара пенного потока.

Высокая устойчивость и стабильность пленки жидкости в ячейках сетчатых структур обеспечивается равномерным подводом жидкости распылителя и позволяет в 1,5÷2 раза уменьшить расход пенообразующего раствора при сохранении стойкости, дисперсности и высокократности пены, получаемой в пеногенерирующей структуре [8-13.]

Как показывают опыты [8,13] гидравлическое сопротивление сетчатых пористых структур по сравнению с волокнистой насадкой уменьшится в десятки раз, а газодинамическое – в несколько раз. За счет того, что предлагаемые пористые структуры имеют большие размеры ячеек по сравнению с порами волокнистой насадки, существенно увеличится период между регенерациями сеток, а значит, упрощается эксплуатация и повышается надежность работы пылеуловителя и срок службы.

Организовать устойчивый процесс в многофазном слое с помощью волокнистых и им подобным фильтрующим материалам (металлокерамические, спеченные порошки) не удается, так как пузыри пены закупоривают поры насадки, прекращаю поступление свежих порций пенообразующей жидкости к пузырегенерирующим порам при нагрузках в (2…2,5) раза меньших, чем для сетчатых структур.

Работает пылеуловитель следующим образом.

Загрязненный пылью поток вводится через патрубок подвода запыленного газа 1 в корпус пылеуловителя 2 (рис.1). Очистка газа от микроскопической пыли производится в пеногенерирующей пористой структуре 3 вида 0,08*0,14*1. Газомеханическая пена 10 выдувается газовым потоком из ячеек структуры, снабжаемой пенообразующим раствором 9, например, ПО-12, подаваемым из распылителя 4.

Пористая структура по сравнению с изотропной структурой позволяет существенно интенсифицировать массообменные процессы, протекающие в ее объеме и на поверхности за счет облегченного роста пузырей 8 от вершины конуса к его основанию, что повышает коагулирующую способность пены. Следовательно, интенсификация процессов приводит к росту эффективности улавливания микроскопической пыли за счет повышения коэффициента захвата пыли пеной в объеме структуры и на ее поверхности.

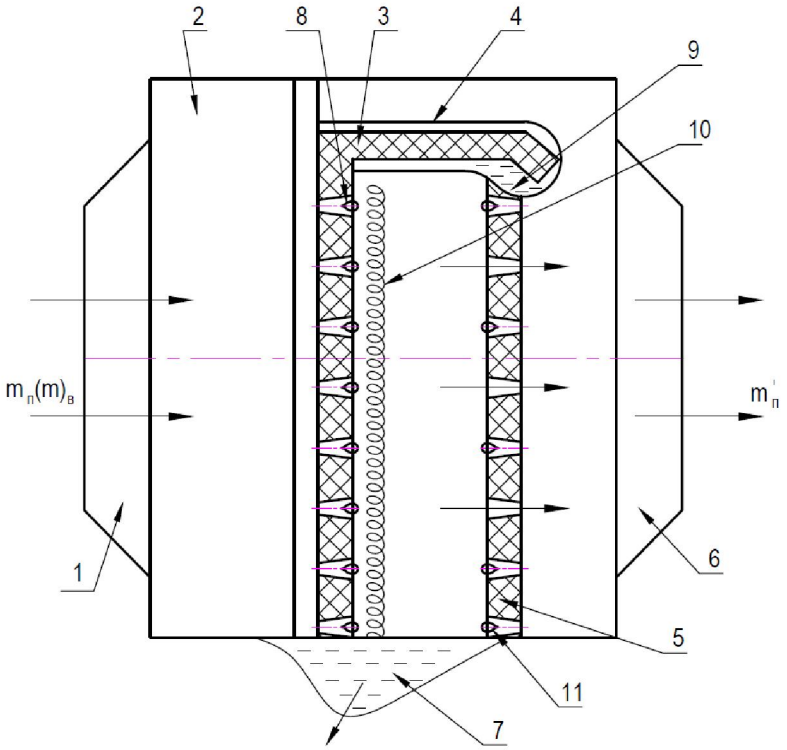


Рисунок 1 - Безфорсуночный капиллярно-пористый пылегазоуловитель с пеногенерирующими 3 и пеногасящими 5 структурами: 1 – входной патрубок; 2 – корпус пылеуловителя; 3 – пеногенерирующая пористая структура; 4 – распылитель; 5 – пеногасящая пористая структура; 6 – выходной патрубок; 7 – шламосборник; 8 – пузырь; 9 – пеногасящая пористая структура; 10 – газомеханическая пена; 11 – пузыри пены; $m_п$, $m_в$, $m^I_п$, – расходы пены, воздуха (пара)