

Повышение эффективности рабочих режимов аппаратов с подвижной насадкой

Е.А. Лоскутов

заместитель директора по производству
info@gas-cleaning.ru

ООО НПО ЦЕНТР ШВ, Ижевск, Россия

В приведенной ниже статье описаны преимущества АПН серии ШВ соответствующего конструктивного оформления перед аналогичными аппаратами других производителей.

Материалы и методы

Для проведения исследовательской работы использовалась лабораторная модель из органического стекла.

Ключевые слова

механические примеси, очистка, пылеуловитель, абсорбер

Существует множество типов пылегазоочистных установок (ПГУ): поверхностные, пленочные, насадочные, барботажные и др.

Одним из основных их недостатков является то, что эффективность их работы с газожидкостными системами, загрязненными механическими примесями и асфальто-смоло-парафиновыми соединениями (АСПС), а так же газами, в результате абсорбции которых образуются отложения солей, низка.

Причиной низкой эффективности обработки систем является то, что при контакте с поверхностями технологического оборудования образуются так называемые асфальто-смоло-парафиновые отложения (АСПО).

Устранение недостатков в работе известных ПГУ возможно применением ПГУ (аппаратов) с подвижной насадкой (АПН).

В настоящее время АПН широко используются в химической, металлургической, строительной, автодорожной и других промышленности для осуществления процессов массообмена (абсорбции, десорбции, ректификации), контактного теплообмена, очистки газов от жидких и твердых неоднородных примесей.

Оптимизация работы АПН достигается в аппарате, разработанном Заслуженным изобретателем Российской Федерации, доктором технических наук, академиком УрО РАН Шаймардановым В.Х. под наименованием «Аппарат для обработки газожидкостных систем Ш.В.». АПН ШВ показан на (рис. 1.)

Работа аппарата заключается в следующем: Жидкость (абсорбент) поступает в АПН через ороситель 14 или циркуляционную емкость 15. Затем она стекает в камеру приема газа, контактируя с элементами ПН 13 и 7 и идущим ей навстречу газом. В камере приема газа жидкость накапливается до образования расчетного зазора «в» между уровнем ее разлива и нижним торцом эрлифтной трубы 2.

Газ поступает в камеру его приема тангенциально. При этом он, совершая вращательное движение, приводит во вращательное движение и накопленную жидкость в камере приема, часть которой совместно с газом поступает в эрлифтную трубу 2. Затем, следуя навстречу потоку свежей жидкости, газожидкостная эмульсия последовательно проходит через прозоры решетки 5 и кольцевой зазор между конусом 6 и стенкой корпуса 1 АПН, слой подвижной насадки 7, решетку 12, слой подвижной насадки 13. В последующем смесь газа с жидкостью поступают в объем перфорированного диффузора 9, где отделяется друг от друга. При этом жидкая фаза перетекает в циркуляционную емкость 15, а очищенный газ совместно с уносимыми каплями жидкости — в каплеотделитель 16. При движении газа и воды они попадают в условия интенсивного перемешивания ПН 7 и 13, находящегося в псевдооживленном состоянии.

Кроме того, газ в зоне ПН 7 начинает входить в контакт и с жидкостью, стекающей из циркуляционной емкости 15. Поэтому в слое

ПН 7 достигается достаточно большая плотность орошения, что является одним из необходимых условий устойчивого псевдооживления ПН и эффективной очистки газа.

Перфорация диффузора 9 позволяет создать внутреннюю циркуляцию жидкости по циклу: уровень расположения решетки 12 — верхняя часть камеры 8 — перфорация диффузора 9 — циркуляционная емкость — уровень расположения решетки 12. Эта циркуляция достигается за счет уменьшения скорости потока газа от центра к периферии. В процессе работы АПН векторы скоростей газа распределяются по сечению корпуса АПН, образуя параболоид вращения. Поэтому скорости в центре корпуса АПН оказываются максимальной величины, которые постепенно затухают в направлении к стенке, и жидкость, оказавшаяся в контакте с перфорацией диффузора 9, стекает в циркуляционную емкость. При этом жидкость из циркуляционной емкости эжектируется на уровне решетки 12 в основной поток газа, идущий из горловины 11 с высокой скоростью — порядка 10 м/с и более. Такая высокая скорость газа позволяет не только эжектировать жидкость из циркуляционной емкости, но и интенсивно псевдооживлять ПН 13 повышая эффективность процесса обработки газа жидкостью до максимально допустимой величины.

В виду «параболоидного» распределения скорости газа в колонне аппарата элементы ПН отбрасываются к стенке АПН и «футеруют» ее. Поэтому эффективность работы АПН резко снижается.

Этот эффект был обнаружен при промышленной очистке генераторного газа в производстве синтетического аммиака и подтвержден в последующем на лабораторной модели из прозрачного органического стекла.

С целью устранения указанного недостатка абсорбер Ш.В. снабжен распределительными конусами 6 и 19, которые распределяют основной поток газа на центральный и периферийный. При этом последний отдувает элементы ПН от стенки предотвращая процесс «футерования».

Так как ПН 13 размещена в перфорированном диффузоре 9, расширяющемся по ходу движения газового потока, интервал работы его со скоростями начала псевдооживления ($W_{кр}$) за счет изменения сечения диффузора 9 по его высоте возрастает, что ведет к сохранению высокоэффективной стабильности работы АПН при переменных нагрузках.

Расположение оросителя 14 без использования подпорной решетки или ниже ее повышает безаварийную работу абсорбера ШВ, так как в этом случае при зависании ПН 13 прижатием к решетке 17 уноса жидкости не будет наблюдаться, она вся стечет на ниже лежащие слои ПН.

АПН ШВ снабжен каплеуловителем (осушителем газа) 16.

Принцип его работы заключается в следующем:

Очищенный газ с каплями жидкости на

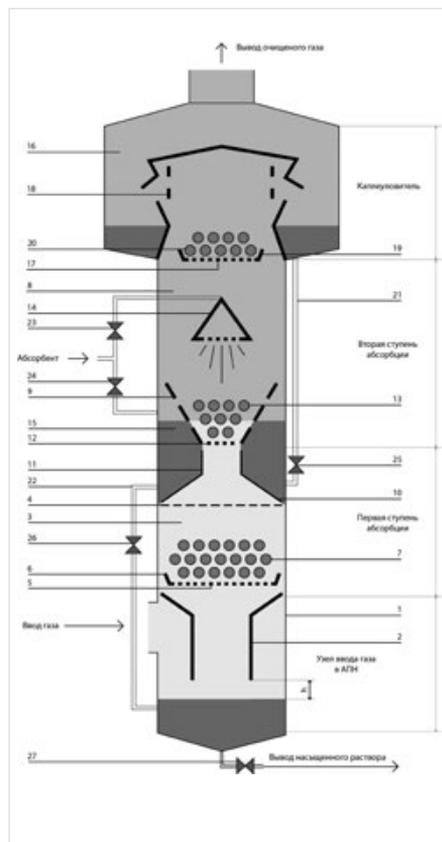


Рис. 1 — Аппарат для обработки газожидкостных систем Ш.В.

Наименование предприятия, его адрес	Фактическая производительность по газу, тыс. нм ³ /час	Предназначен для очистки газа от:	Содержание вредных веществ в газе, мг/нм ³		Степень очистки, %	Удельный расход орошающей жидкости, м ³ /1000 нм ³ газа	Гидравлическое сопротивление, Па
			до очистки	после очистки			
ОАО «Ижсталь», мартеновский цех, г. Ижевск	1,6	пыли	4390	59	98,7	0,05	3900
Целлюлозно-бумажный комбинат, г. Соликамск	30	SO ₂	1,5 % об.	следы	100,0	0,5	5000
Трест «Дормостстрой», АБЗ, г. Ижевск	20	пыли	9000	100	98,9	0,05	2800
Комбинат строительных материалов, г. Альметьевск	60	пыли, керамзита	12000	35	99,7	0,08	2800
АО «ИжММ», цех покраски, г. Ижевск	20	газов, аэрозолей	3351	0,2	99,9	0,02	2660
ОАО «Среднеуральский металлургический завод», г. Среднеуральск	30	пыли	2900	23	99,2	0,2	3900

Таб. 1 — Технологические параметры внедренных аппаратов

уровне решетки 17 разделяется конусом 19 на центральный и периферийный потоки, которые псевдооживают элементы ПН, предотвращая процесс «футерования». При этом газ, многократно сталкиваясь с элементами ПН изменяет свое направление движения, а мелкораспыленная капельная жидкость сливается в более крупные (коагулирует) и под действием инерционных сил отделяется от газовой фазы. Затем осушенный газ выводится из каплеотделителя, а одна часть укрупненных капель жидкости стекает обратно навстречу обрабатываемого газового потока, а другая — улавливаясь в корпусе 16 по трубе 21, стекает в циркуляционную емкость 15 или в сборник жидкости камеры приема газа 1.

Для полной осушки газа скорость его в каплеуловителе должна быть равна 0,1 м/с, а время пребывания — не менее 2 с.

Еще в 1972 г. было показано, что подвижная насадка АПН не забивается даже битумными фракциями. Позднее исследованиями было доказано достижение в АПН полного перемешивания газожидкостных фаз за счет искусственного создания режима интенсивной турбулизации потоков при псевдооживлении элементов подвижной насадки (ПН).

Особые требования предъявляются к ПН.

При применении жидкостей по вязкости близкой к вязкости воды:

- статическая высота ПН должна быть в пределах 150–300 мм;
- элементы ПН следует применять с

плотностью несколько меньшей, чем плотность обрабатываемой жидкостной фазы (200–1000 кг/м³);

- диаметр элемента должен быть меньше 0,1 диаметра колонны;
- материал ПН подбирается таким, чтобы обладал стойкими свойствами против коррозионного и эрозийного износов и, в необходимых случаях, термостойким.

Скорость газа в АПН (в зоне расположения ПН) в период псевдооживления элементов ПН составляет 2,5–5 м/с, и с газом выносятся капли жидкости. Поэтому АПН, с целью осушки газа от унесенных капель комплектуется каплеуловителем 6 соответствующей конструкции.

Ранее в качестве ПН использовались тела кубической или шарообразной формы, обработанные эпоксидной смолой. Их существенным недостатком являлось создание высокого гидравлического сопротивления в аппарате, отсутствие достаточной развитой поверхности для осуществления процессов абсорбции и аспирации, а так же малая износостойчивость.

Для обеспечения в АПН высокотурбулентных потоков и лучшего массообмена, нами была применена ПН, изготовленная из полипропилена, диаметром 50 мм, со следующими свойствами: плотность 900 кг/м³, работа при температурах от 60 до 150°C, предел прочности на сжатие > 6,5 МПа, удельная площадь поверхности 1 м³

ПН развита за счет своей конструкции и составляет около 250 м², насыпная плотность 105 кг/м³. Кроме того, для ПН характерны такие свойства, как химическая стойкость, абразивная износостойчивость

Четко и точно структурированная решетчатая форма придает насадке высокую пористость и одновременно высокую механическую прочность. Малый вес и высокая прочность позволяют получать достаточно большую насыпную высоту без промежуточных несущих решеток.

Отличия этой насадки — высокие допустимые нагрузки при больших потоках газа и жидкостей и очень низкая потеря давления, кроме того насадка нечувствительна к загрязнениям и зарастанием АСПО.

Итоги

Благодаря данной ПН и конструктивным особенностям аппарата в колонне может быть значительно увеличена производительность и значительно уменьшены затраты на энергию.

Выводы

Исходя из вышеизложенного видно, что ПГУ в классическом исполнении не всегда справляются с поставленными перед ними задачами. Внесение в их конструкцию некоторых инженерных решений, основанных на теоретических знаниях и опыте практического применения ПГУ, позволяет значительно повысить их эффективность.

ENGLISH

OIL REFINING

Improving the efficiency of the operating modes of devices with movable head

UDC 665.62

Authors:

Egor A. Loskutov – deputy director for operations[†]; info@gas-cleaning.ru

[†]NPO Center BC, Izhevsk, Russian Federation

Abstract

The following article describes the advantages of APS series PIM appropriate structural design over similar devices from other manufacturers.

Materials and methods

To conduct research used laboratory model of organic glass.

Results

With this MH and structural features in the column unit can be greatly increased performance and significantly reduced energy costs.

Conclusions

Based on the above it is clear that the dust and gas cleaning plant (DGCP) in classical performance is not always cope with their

tasks. Adding to the design of some of their engineering solutions based on theoretical knowledge and practical experience of the application of DGCP, can significantly improve their performance.

Keywords

contamination, cleaning, dust collector absorber