

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 12027

(13) U

(46) 2019.06.30

(51) МПК

F 24F 3/00 (2006.01)

F 28D 1/00 (2006.01)

(54)

## АППАРАТ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ С ВЫТЯЖНОЙ ШАХТОЙ

(21) Номер заявки: u 20180308

(22) 2018.11.12

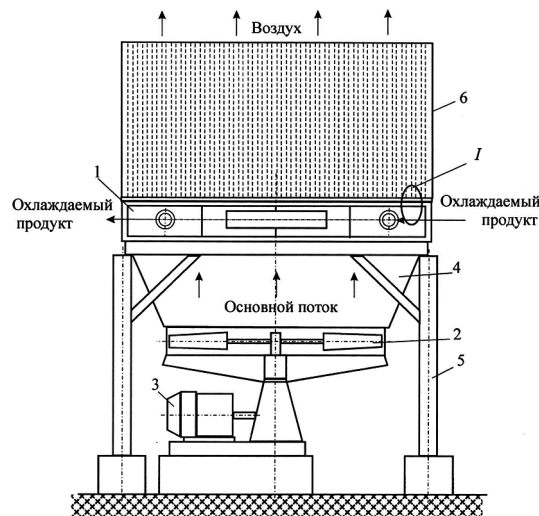
(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Белорусский государственный техно-  
логический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Сухоцкий Альберт Борисо-  
вич; Маршалова Галина Сергеевна  
(ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Белорусский государственный  
технологический университет"  
(ВУ)

(57)

Аппарат воздушного охлаждения с вытяжной шахтой, состоящий из блока горизонтально расположенных теплообменных секций многорядных пучков из биметаллических ребристых труб, осевого нагнетательного вентилятора с электрическим приводом, диффузора с круглым поперечным сечением в зоне вращения колеса вентилятора, опорной металлоконструкции, отличающийся тем, что установленная над теплообменным пучком вертикальная вытяжная шахта имеет прямоугольное сечение, равное общему сечению горизонтальных теплообменных секций, с установленными внутри вытяжной шахты вертикальными перегородками, параллельными оси каждой четной поперечного верхнего ряда пучка трубы, имеющими высоту и ширину равные соответственно высоте и ширине вытяжной шахты, а толщину не более 0,1 диаметра несущей оребренной биметаллической трубы пучка.



Фиг. 1

(56)

1. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: Справочник / Под общ. ред. В.Б. Кунтыша, А.Н. Бессонного. - СПб.: Недра, 1996. - С. 28-29.

Патент РБ 9446, МПК<sup>7</sup> F24F 3/00, F28D 1/00, 2013.

3. Васильев Ю.Н., Марголин Г.А. Системы охлаждения компрессорных и нефтеперекачивающих станций. - М.: Недра, 1977. - С. 111 (прототип).

4. Сухоцкий А.Б., Сидорик, Г.С. Особенности гравитационного течения нагретого воздуха в вытяжной шахте над оребренным пучком // Тепловые процессы в технике. - 2018. - № 1-2. - Т. 10. - С. 62-70.

---

Полезная модель относится к поверхностным рекуперативным теплообменникам типа аппарат воздушного охлаждения (АВО), применяемым для охлаждения природного газа на компрессорных станциях (КС) магистральных газопроводов, в процессах нефтехимии - в производстве стирола, полистирола, этанола, ацетальдегида, капролактана, в нефтеперерабатывающей промышленности для охлаждения продуктов разделения нефти, в коксохимической промышленности в процессах охлаждения коксового газа, дистилляции бензола, очистки коксового газа от сероводорода, в энергетике в системах охлаждения масла трансформаторов для охлаждения воды в сухих градирнях и др.

В общем случае конструкция любого АВО представляет собой аппарат, состоящий из двух основных частей: трубного пучка из биметаллических ребристых труб (БРТ) с подсоединенными к нему технологическими продуктовыми крышками и ограждающими боковыми стенками, образующими в целом теплообменную секцию, а также систему подачи охлаждающего атмосферного воздуха. Внутри БРТ движется горячий теплоноситель. Охлаждающий воздух принудительным однократным поперечным током снаружи омывает БРТ, отводя от них тепловой поток, а затем нагретый воздух выбрасывается в окружающую среду. Наибольшее применение получили АВО горизонтального типа.

Известна конструкция АВО [1], состоящая из блока теплообменных секций, расположенных горизонтально на опорной металлоконструкции, и подсоединенного к нему снизу диффузора с узлом увлажнения воздуха, а также осевого нагнетательного вентилятора с электроприводом. Сверху теплообменных секций установлены жалюзи. Теплообменные секции имеют боковые стенки для организованного движения воздуха через межтрубное пространство пучка из БРТ.

Недостатками АВО являются большие габариты поверхности охлаждения в виде теплообменных секций, значительная металлоемкость их и аппарата в целом, высокая потребляемая мощность привода вентилятора, обусловленная большими потерями давления охлаждающего воздуха при движении его через многорядный пучок оребренных труб и значительное количество труб в аппарате, а также отсутствие интенсифицирующих теплоотдачу устройств.

Перспективным направлением повышения экономичности эксплуатации воздухоохлаждаемых теплообменников является периодическое выключение вентиляторов при достаточно низких температурах воздуха, т.е. применение естественной тяги воздуха через теплообменные секции вместо вынужденной. В работе [2] отмечается, что при расчетной температуре воздуха и отключенных вентиляторах обеспечивается до 20-30 % номинальной тепловой нагрузки аппарата, а при температурах ниже -25 °С обеспечивается полная номинальная нагрузка.

При оснащении воздушных теплообменников дополнительными устройствами, усиливающими тягу, их теплопроизводительность может быть сохранена и при более высоких температурах окружающего воздуха без потребления электроэнергии приводом

вентилятора. Такими устройствами являются щелевые насадки подачи струй сжатого воздуха и устанавливаемая над теплообменным пучком вытяжная шахта.

Известна конструкция АВО [2], состоящая из блока горизонтально расположенных теплообменных секций с боковыми стенками и многорядных пучков из биметаллических ребристых труб, осевого нагнетательного вентилятора с электрическим приводом, диффузора с круглым поперечным сечением в зоне вращения колеса вентилятора и многоугольным, иногда круглым поперечным сечением в зоне присоединения к блоку теплообменных секций снизу, узла увлажнения охлаждающего воздуха перед поступлением в трубные пучки теплообменных секций жалюзийного устройства, опорной металлоконструкции. Внутри диффузора по периметру в его верхней части расположен коллектор, соединенный с магистралью сжатого воздуха, размещенной на полу аппарата. С коллектором механически соединены щелевые насадки, устья которых развернуты вверх в направлении центра на угол не менее  $5^\circ$  по отношению к горизонтальной плоскости. Узел увлажнения охлаждающего воздуха соединен с магистралью сжатого воздуха через запорно-регулирующую аппаратуру или посредством обратного клапана, а щелевые насадки в зоне соединения с коллектором имеют круглое поперечное сечение, переходящее в расширяющееся прямоугольное с углом раскрытия  $15-30^\circ$ . Насадки равномерно расположены по периметру коллектора, а снаружи крайних боковых стенок теплообменных секций блока на всю их длину установлено по одной распределительной гребенке, соединенной с магистралью сжатого воздуха. Гребенки снабжены плоскими расширяющимися наконечниками, концы которых незначительно выступают за внутреннюю поверхность боковой стенки и расположены равномерно посередине между первым и вторым поперечным рядом ребристых труб, считая со стороны диффузора. Продольная ось каждого наконечника перпендикулярна продольной оси ребристых труб.

Недостатком АВО является потребление электроэнергии на сжатие и ввод воздуха в аппарат через коллектор, распределительные гребенки и узел увлажнения для перевода его эксплуатации в режиме смешанной конвекции.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемым результатам является аппарат воздушного охлаждения [3], выбранный нами за прототип. Аппарат состоит из теплообменных секций прямоугольного фронтального сечения, расположенных горизонтально на опорной металлоконструкции. Трубные пучки секций многорядные и собраны из БРТ с алюминиевыми ребрами. Снизу к секциям присоединен диффузор, в коллекторе которого вращается колесоосевого вентилятора с электроприводом. Стандартизированный аппарат дополнительно оборудован вытяжной шахтой (вытяжным устройством), которое представляет цилиндр диаметром 2,81 м и высотой 4-6 м, состыкованный с конфузуром. Конфузор смонтирован над теплообменными секциями и является также дополнительным элементом конструкции. Внутри труб движется охлаждаемая среда (в этом конкретном АВО - вода с входной температурой в среднем  $55^\circ\text{C}$ ). Температура атмосферного воздуха изменялась в интервале от  $12,2$  до  $-1,9^\circ\text{C}$ . Применение вытяжной шахты для интенсификации естественной конвекции воздуха обеспечивает расчетную теплопроизводительность аппарата при температуре атмосферного воздуха от  $-0,5$  до  $-1,9^\circ\text{C}$ , а при повышении температуры до  $+12,2^\circ\text{C}$  теплопроизводительность снижается от 300 кВт до 132 кВт, т.е. в 2,3 раза при отключенном вентиляторе.

Основными недостатками прототипа является создаваемое конфузуром вытяжной шахты аэродинамическое сопротивление, приводящее к снижению расхода воздуха через теплообменный пучок.

Уменьшение аэродинамического сопротивления вытяжной шахты возможно за счет демонтажа конфузора и увеличения проходного сечения шахты до проходного сечения пучка. Однако, как показано в [4], в вытяжной шахте с низким аэродинамическим сопротивлением возникают гейзерные течения (обратные потоки холодного воздуха) за счет неравномерного нагрева труб и создания вакуумного разряжения над пучком. При этом

гейзерные течения снижают расход воздуха через пучок и не позволяют повысить теплоотдачу аппарата воздушного охлаждения.

Задача полезной модели - увеличение тепловой мощности аппарата воздушного охлаждения увеличением расхода охлаждающего воздуха через теплообменный пучок и вытяжную шахту.

Поставленная задача достигается в аппарате воздушного охлаждения с вытяжной шахтой, состоящем из блока горизонтально расположенных теплообменных секций многорядных пучков из биметаллических ребристых труб, осевого нагнетательного вентилятора с электрическим приводом, диффузора с круглым поперечным сечением в зоне вращения колеса вентилятора, опорной металлоконструкции, отличающегося тем, что установленная над теплообменным пучком вертикальная вытяжная шахта имеет прямоугольное сечение, равное общему сечению горизонтальных теплообменных секций, с установленными внутри вытяжной шахты вертикальными перегородками, параллельными оси каждой четной поперечного верхнего ряда пучка трубы, имеющими высоту и ширину равные, соответственно, высоте и ширине вытяжной шахты, а толщину не более 0,1 диаметра несущей оребренной биметаллической трубы пучка.

Принципиальным отличительным конструктивным признаком заявляемого аппарата воздушного охлаждения является вытяжная шахта (вытяжное устройство), имеющая прямоугольное сечение, равное общему сечению горизонтальных теплообменных секций, с установленными внутри вытяжной шахты вертикальными параллельными оси каждой четной поперечного верхнего ряда пучка трубы перегородками, имеющими высоту и ширину, равные соответственно высоте и ширине вытяжной шахты, а толщину не более 0,1 диаметра несущей оребренной биметаллической трубы пучка.

Вытяжная шахта, не имея сужений проходного сечения, создает минимальное аэродинамическое сопротивление движению потока воздуха, а установленные в вытяжной шахте перегородки стабилизируют воздушный поток, исключая его поперечные перетоки, тормозящие вертикальное движение воздуха. При использовании перегородок теплоотдача АВО увеличивается на 20-50 % [4].

Таким образом, в заявленном аппарате полностью решена сформулированная задача.

Полезная модель поясняется фиг. 1 и 2. На фиг. 1 изображен общий вид аппарата воздушного охлаждения. Аппарат воздушного охлаждения состоит из блока четырех горизонтальных теплообменных секций 1; осевого нагнетательного вентилятора 2 с электроприводом 3; диффузора 4; опорной металлоконструкции 5; вытяжной шахты 6.

На фиг. 2 изображено сечение теплообменного пучка и вытяжной шахты. Теплообменный пучок состоит из биметаллических труб 7, над которыми размещены перегородки 8 вытяжной шахты.

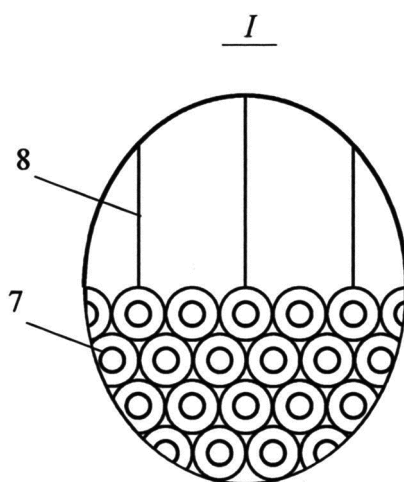
АВО работает следующим образом. Внутри биметаллических ребристых труб 7 многорядных пучков теплообменных секций 1 направляется охлаждаемый продукт (горячий теплоноситель), который конденсируется или охлаждается, передавая тепло через стенки труб и ребер, выполненных из теплопроводного металла, а затем покидает теплообменные секции. Подведенное от охлаждаемого продукта к поверхности ребристых труб тепло отводится вынужденной (принудительной) конвекцией охлаждающего воздуха, подаваемого вращающимся колесом вентилятора 2 с электроприводом 3 к теплообменным секциям с помощью диффузора 4. Принудительный поток воздуха омывает снаружи ребристые трубы, нагревается и выбрасывается из теплообменных секций в атмосферу через вытяжную шахту 6.

При снижении температуры наружного воздуха до температуры, при которой возможна работа АВО в режиме смешанной конвекции, вентилятор выключается и теплота отводится от пучков теплообменных секций с помощью смешанной конвекции, которая организуется благодаря установленной над АВО вытяжной шахте 6, имеющей прямоугольное сечение, равное общему сечению горизонтальных теплообменных секций. Воз-

# ВУ 12027 U 2019.06.30

дух под действием гравитационных сил подсасывается через диффузор и движется вверх, охлаждая горячий теплоноситель внутри биметаллических ребристых труб пучков теплообменных секций, проходит через вытяжную шахту и выбрасывается в атмосферу.

Полезная модель может быть использована заводами по изготовлению АВО, а также проектно-конструкторскими институтами нефтехимического и газового машиностроения; нефтеперерабатывающими, химическими предприятиями и компрессорными станциями магистральных газопроводов.



Фиг. 2