

ПРЕЧИСТВАНЕ НА МИРИЗМИ ОТ ИЗХОДЯЩИТЕ ГАЗОВЕ НА ПРОМИШЛЕНА РАЗПРЪСКВАТЕЛНА СУШИЛНЯ

Т. Г. Джурков

Университет по хранителни технологии – Пловдив

COMMERCIAL SPRAY DRYER EXHAUST GASES ODOR REMOVING

T. G. Djurkov

University of Food Technologies

/Abstract/

Unpleasant odors exhausted in significant quantities in the atmosphere from industrial dryers are noxious and deteriorates production plant's environment.

A method for effective cleaning of exhaust gases of a spray dryer from unpleasant odors has been scrutinized. The operation principle of a bubble through scrubber that is constructed for this purpose has been described. Industrial experiment data have been cited.

Ключови думи: разпръсквателна сушилня, пречистване на миризми, изходящи газове, скруббер

Пречистването на изхвърляните в атмосферата промишлени газове е особено актуален проблем в последните години поради влошаващата се екологична обстановка [2].

Сложността при почистването на изходящите газове от разпръсквателни сушилни се състои в многокомпонентния и неизяснен състав на отделяните при изсушаването на течни материали пари. Независимо от състава на парите, последните са носител на неприятните миризми и могат да бъдат разглеждани като аерозол. Аерозолът е дисперсна фаза под формата на микроскопични капчици водни пари в дисперсната среда – въздуха, което предполага, че отделянето на аерозолите от изходящите газове ще гарантира и обезмирисяването на тези газове [1]. Намаляването на изхвърляните вредности до пределно допустимите норми може да се реализира чрез внедряване на нови и интензификация на съществуващи технологични процеси на обработка на изходящите газове [3].

Сравнителният анализ на основните известни методи за почистване на изходящи газове (абсорбционни, адсорбционни, каталитични, биологични и термични) показва, че за комплексно почистване на газовете от аерозоли и респективно от миризми най-подходящ е абсорбционния метод чрез скрубери. Мокрото почистване в скрубери не изисква допълнителна подготовка на газовете и скъпо струващи катализатори или адсорбенти, като позволява изходящите газове да се очистят, както от аерозоли, така и от прах, а също така води до намаляване на температурата на изхвърляните в

атмосферата газове. Този универсален метод за почистване на газове от прах, дим, аерозол или миризми е най-разпространения начин в заключителния етап на почистване на газове и особено при такива, които се нуждаят и от охлаждане. При апаратите с мокро почистване се прилагат различни начини за организиране на максимално добър контакт между газовата и течната фази, което определя и многообразието от конструкции на скрубери. Най-често прилаганите конструкции скрубери са:

- Струйни скрубери;
- Апарати с пълнеж;
- Центробежни скрубери (оросявани циклони);
- Барботажни (пенни) апарати;
- Скрубери тип Вентури;
- Ударно-инерционни скрубери;
- Апарати с флуидизирани инертни частици.

Предвид на гореизложените съображения, и анализът на работа на отделните видове апарати установихме, че най-подходящ за условията на конкретния сушилен апарат е барботажния тип скрубер с провални решетки, в който са монтирани две тарелки по височина.

В барботажните апарати газовете подлежащи на пречистване преминават под формата на мехури през слой течност. Улавянето на аерозолите става в резултат на силно развитата междуфазна контактна повърхност, създадена чрез фино диспергиране на течността посредством дюзи и пяната възникваща върху



барботажните тарелки (решетки) при преминаването на газа от долу нагоре.

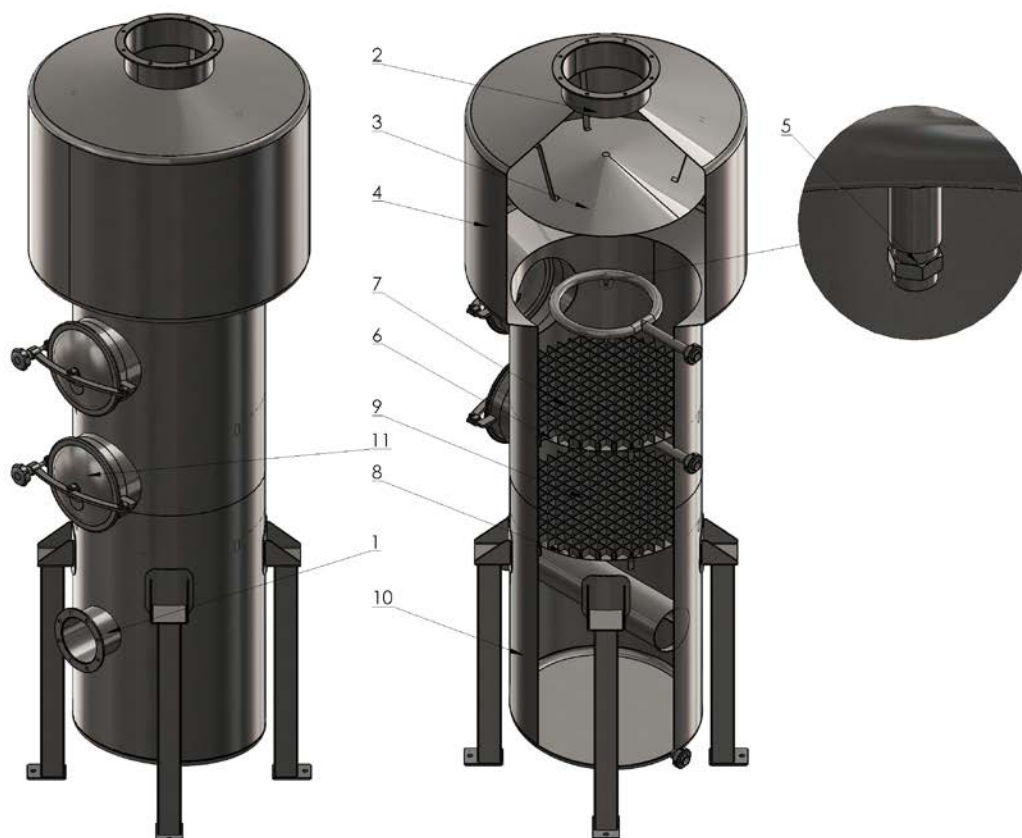
Барботажният апарат има вертикален цилиндричен корпус, във вътрешността на който са монтирани перфорирани тарелки. Течността се подава върху всяка решетка чрез система от дюзи, а газовете изхвърляни от сушилната постъпват в най-долната част на апарата и се движат нагоре в противоток с водата. Масообменният процес протича в резултат на интензивното размесване на течната и газовата фази, при което газовете се охлаждат, водата се загрива, а аерозолът се абсорбира от газовата в течната фаза и се отвежда извън апарата със загрятата вода.

В зависимост от конструкцията си барботажните апарати могат да бъдат с провални или с преливни тарелки. В първия случай течността се стича през отворите на перфорираната решетка, а във втория течността се оттича през специални преливни тръбопроводи. Конструкцията на апаратите с провални решетки е по-проста, но разхода на вода е малко по-висок. Решетките (тарелките) в барботажните апарати представляват перфориран лист ламарина с равномерно разположени отвори. Тези отвори могат да бъдат кръгли, или с друга форма, като светлото им сечение варира от 10 до 40%, а диаметра на кръглите отвори от 3 до 8 mm. За стабилизиране на пяната върху перфорираните тарелки се използват решетки с клетъчна структура, обикновено 35x35 или 40x40 mm. Височината на тези решетки е около 60 mm.

При различни натоварвания на апарата по газ и течност върху тарелките му се наблюдават различни хидродинамични режими: барботажен, пенен и вълнов. Барботажният режим възниква при скорост на газа по сечението на апарата под 1,5 m/s, поради което интензивността на масообмена не е висока. Пенният режим се наблюдава при скорост на газа над 2,5 до 4 m/s. При този режим газовете преминават през течността със скорост превишаваща скоростта на свободното движение на мехурите, поради което върху решетката се създава слой турбулизирана пяна, която допълнително помага за интензифицирането на процесите. При по-високи скорости на газа режимът на работа става вълнов. При този режим интензивността на преносните процеси е най-висока, но при него има два съществени недостатъка – увеличава се отнасянето на капки с изходящите газове и се наблюдава оголване на решетките, при което част от газовете преминават през апарата без да контактуват с течността.

Барботажният скрубер има вертикален цилиндричен корпус /10/ с диаметър 1200 mm и две барботажни тарелки по височина /6/ и /8/. Диаметърът на отворите на долната решетка е 6 mm, а на горната 4 mm. Диаметърът на отворите на долната решетка е по-голям, тъй като е необходимо тя да поеме по-голямо количество вода предвид на избрания метод за оттичане на водата – чрез провални решетки. Върху тарелките са монтирани стабилизиращи пяната решетки с квадратни клетки /7/ и /9/ съответно с височина 60 mm и размери на клетките 35x35 mm. Над всяка решетка на височина около 500 mm са монтирани колектори със система от дюзи, така че факела на водата която разпръскват да покрива цялото сечение на апарата. В горната част на апарата е разположено сепарационно пространство с диаметър 1700 mm. Диаметърът на сепарационното пространство е изчислен така, че да пропуска нагоре само капки с диаметър по малък от 35 μ m. В тази част на апарата е монтиран отражателен щит /3/, който служи за връщане на капките отнасяни с потока изходящ от скрубера газ. Над всяка тарелка са монтирани люкове /11/ за почистване на решетките през определен период от време.

Принципът на работа на скрубера е следния: изходящите от разпръсквателната сушилна газове преминават през циклон и ръкавен филтър и посредством въздуховод /1/ постъпват във входящия щуцер на апарата, като се движат от долу нагоре. Въздуховодът /1/ е проектиран така, че да се получи максимално равномерно разпределение на въздушния поток по сечението на апарата. Срещуположно на посоката на движение на газовете чрез системите от дюзи се подава водата. Същата се диспергира фино през дюзите, така че се получава плътна водна завеса от микроскопични капчици, които улавят капките на аерозола и се стичат в посока надолу. Пенният слой върху всяка тарелка допълнително действа като масообменна повърхност между газовата и течната фази и също улавя миризмите носени от аерозолните частици. Вследствие на интензивния топло-и масообменен процес течността се загрива до температурата на мокрия термометър за условията в апарата, при която температура кондензира цялото количество аерозол съдържащ се в изходящите от сушилната газове. Отработената вода се събира в долната част на скрубера, която играе ролята на резервоар и се отвежда в канализацията. Пречистеният от аерозолни частици и респективно от миризми газ се издига нагоре, преминава през сепарационното пространство, където се отделят капките носени



Фиг. 1

от него и през изходящия щуцер /2/ се изхвърля в околната среда.

Показател за ефективността на апарата е температурата на отработената вода. Максимално улавяне на аерозолните частици и респективно максимално улавяне на неприятните миризми се постига при загряване на водата до температурата на мокрия термометър за параметрите на изходящия от сушилната въздух.

Количеството на необходимата вода може да се изчисли от енергийния баланс на апарата, при условие, че се пренебрегнат загубите на топлина в околната среда през стените на апарата.

$$Q = L \cdot c \cdot (t_1 - t_2) = m_w \cdot c_w \cdot (t_{w2} - t_{w1}), W \quad /1/$$

където: Q , W е топлинният поток който преминава от газа към течността,

- L , kg/s - масовият дебит на въздуха,
- c , $J/(kg \cdot K)$ – специфичния топлинен капацитет на въздуха,
- t_1 и t_2 , $^{\circ}C$ – началната и крайната температури на въздуха,
- m_w , kg/s – масовия дебит на водата,
- c_w , $J/(kg \cdot K)$ – специфичния топлинен капацитет на водата,

- t_{w1} и t_{w2} , $^{\circ}C$ – началната и крайната температури на водата.

От тук следва, че необходимия масов дебит на водата е:

$$m_w = \frac{L \cdot c \cdot (t_1 - t_2)}{c_w \cdot (t_{w2} - t_{w1})} = \frac{3,61 \cdot 1,005 \cdot (78 - 46)}{4,187 \cdot (46 - 15)} = 0,89 \frac{kg}{s} = 3220 \frac{kg}{h} \quad /2/$$

В горната формула масовият дебит на въздуха се изчислява от обемния дебит при средна температура на газа от $62^{\circ}C$:

$$L = q \cdot \rho = \frac{12500 \cdot 1,04}{3600} = 3,61 \frac{kg}{s}, \quad /3/$$

а плътността на въздуха ρ , kg/m^3 е изчислена по формулата:

$$\rho = \frac{348,34}{T + t_{cp}} = \frac{348,34}{273 + 62} = 1,04 \frac{kg}{m^3} \quad /4/$$

Средните стойности на температурите са отчетени при пускане на съоръжението в експлоатация.



Измереното количество вода, консумирана от скрубера беше 3180 kg/h, което е близко до изчисленото.

Заклучение:

Обосновано е приложението на барботажните скрубери за пречистване на миризми от изходящите газове на разпръсквателни сушилни инсталации.

Проектиран е, изработен и пуснат в редовна експлоатация барботажен скрубер. След внедряването на скрубера не са отчетени нежелани миризми в района на предприятието.

Литература:

[1] Джурков, Т. Г. Въведение във вентилационната и климатична техника. Пловдив 2000 г. Учебник за студентите от УХТ.

[2] Танева, Д. С. Възможности за пречистване на въздух от пари на органични разтворители. Автореферат на дисертационен труд за степента „Доктор“. УХТ, Пловдив 2011 г.

[3] Waldron, K. Handbook of waste management and co-product recovery in food processing. *Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2007.*