

регенеранта от борной кислоты. Камеры концентрирования заполняют дистиллированной водой. Полученный концентрат кислоты - регенеранта после разведения может быть повторно использован для регенерации сорбента.

Полученный при разделении борной и соляной кислот диализат, содержащий 540 мг/дм^3 бора и $0,01 \text{ моль/дм}^3$ соляной кислоты, обрабатывают 10% раствором СаО до рН 9,5-10,5 и направляют в камеру обессоливания электродиализного аппарата в прямоточном режиме с целью максимального концентрирования соединений бора. В камеры обессоливания, расположенные слева и справа от основной камеры обессоливания, подают раствор хлорида натрия с целью избегания осадкообразования в камерах концентрирования. Камеры концентрирования предварительно заполняют дистиллированной водой.

Преимущества разработанной технологической схемы переработки кислого борсодержащего регенерационного раствора по сравнению с известной [7, 8] состоят в том, что вся последовательность операций и режимы электродиализной обработки обеспечивают:

повышение степени концентрирования соединений бора в 1,7-1,8 раз (при одновременном исключении образования малорастворимого бората кальция в камерах концентрирования электродиализатора), что приводит при дальнейшей переработке к увеличению выхода ценного бората кальция в твердую фазу и уменьшению приблизительно в 2 раза потерь бора с маточным раствором;

снижение почти на порядок рН раствора, который направляется для концентрирования соединений бора, что существенно снижает затраты щелочного реагента и обеспечивает оптимальные условия эксплуатации мембран при одновременном сохранении высоких коэффициентов извлечения бора (89,6-96,4%).

Выводы. Полученные результаты являются основой для разработки рекомендаций по обратнoсмотическому опреснению борсодержащих вод с использованием мембран ESPA-1, а также разработки общей технологической схемы удаления бора из природных вод с целью повышения эффективности удаления бора и минимизации экологических рисков.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Taniguchi M., Fusaoka Y., Nishikawa T., Kurihara M. //Desalination. – 2004. – 167. – P. 419-426.
2. Oren Y., Linder C., Daltrophe N., Mirsky Y., Skorka J. and Kedem O. //Desalination.-2006.-199, N 1-3. P 52-54.
3. Мельник Л.А.//Химия и технология воды. – 2010. – 32, № 5. – С. 559-571.
4. Guidelines for drinking water quality, 3rd ed., vol. 1. Recommendations. – WHO: Geneva, 2004. – 494 p.
5. Ozturk N., Kavak D., Kose T. E. // Desalination – 2008 – 223. – P. 1-9.
6. Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа прородных вод.- М.: Госгеолтехиздат, 1963.- 404 с.
7. Мельник Л.А., Бутник И.А., Гончарук В.В. //Химия и технология воды. – 2008. – т. 30, № 3. – С. 304-327.
8. Патент UA № 76924. Мельник Л.О., Гончарук В.В., Бутник І.А. Спосіб очистки борвмісних вод. Бюл. №9, 15.09.2006.

УДК 621.928.9

Батлук В. А., Параняк Н. М., Мельников О. В., Мірус О. Л. (Україна, Львів)

ПРИНЦИПОВО НОВІ ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ ОЧИСТКИ ПОВІТРЯ ВІД ДРІБНОДИСПЕРСНОГО ПИЛУ

Постановка проблеми. Загалом нинішню екологічну ситуацію в країні можна охарактеризувати як кризову. За даними Держкомстату, в Україні щорічно у навколишнє природне середовище надходить від 60 до 100 млн. т шкідливих речовин. У 2010 році середньорічна концентрація пилу (недиференційованого за складом) перевищувала норматив екологічної безпеки у 23 містах України [2]. За даними Мінстату України, у 1998 р. загальний обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря становив 6,04 млн т, причому 4,16 млн т - від стаціонарних джерел забруднення, та 1,88 млн т - від автотранспорту (нестаціонарних джерел).

У всіх регіонах антропогенне навантаження у розрахунку на 1 кв. км території є значно меншим від середнього рівня по країні, а висока частка викидів без очищення свідчить про те, що на підприємствах із року в рік не вирішується проблема вловлення забруднюючих речовин [3].

На розмір та концентрацію частинок пилу в газах суттєвий вплив здійснює технологія отримання продукта. Переробка сипучих матеріалів (збагачення руди, металургійні процеси, виробництво мінеральних добрив, будівельних матеріалів, скла, кераміки, цементу та ін.) призводить до значного виділення пилу. У 2010 році зростання шкідливих викидів в атмосферу порівняно з 2009 роком сталося у 14 регіонах країни. Дані державної офіційної статистичної звітності та спеціальних досліджень свідчать про тісний зв'язок між змінами у довікллі та станом здоров'я населення У 2010 р. порівняно з 2009 роком захворюваність населення України на бронхіальну астму зросла з 423,3 до 458,2 на 100 тис. населення, тобто на 8,4 %. Між рівнями забруднення атмосферного повітря речовинами алергенної дії (пил) і показниками захворюваності населення України на бронхіальну астму виявлено прямий тісний кореляційний зв'язок.

Львівська область є досить індустріалізованою та урбанізованою, з численними джерелами забруднення довіклля шкідливими для здоров'я людини факторами. На її території розташовано 840 промислових

підприємств, у т. ч. з видобутку нафти та вугілля. Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря у 2010 р. перевищували 179 тисяч, або $8,2 \text{ т/км}^2$.

Як показали результати досліджень [4], в умовах Львівської області навіть на тлі збільшення рівня медичної допомоги (вдвічі) спостерігається зростання загального рівня захворюваності серед дорослого населення на 18 %, а серед дитячого – на 7 %, тісно зв'язаного з рівнем забруднення довкілля. Викиди пилу значно погіршують екологічний стан довкілля. В зв'язку з цим в останній час в усіх країнах світу все більшу увагу приділяють питанням боротьби з пиловиділенням при різноманітних технологічних процесах.

Аналіз останніх досягнень. Аналіз відомих методів сухого пилоочищення показує, що незважаючи на високоєфективне вловлення великодисперсного пилу, вони не можуть забезпечити очищення дрібнодисперсної фракції вище за 85%, а ряд конструктивних удосконалень веде до значного ускладнення схем пилоочищення.

Найбільші досягнення у відцентровому вловленні твердих частинок з газового потоку відмічені в частині апаратурного оформлення (конструювання), а не наукових розробок, що пояснюється, з одного боку, накопиченням багаторічного досвіду експлуатації промислових апаратів, а з іншого – надзвичайною складністю опису окремих явищ і характеристик гетерогенних систем: тверде тіло – газ у відцентровому полі.

Техногенна безпека Карпатського Євросерединного регіону в свою чергу залежить від вирішення проблем очистки повітря у викидах теплоенергетичних підприємств, досягнення вимог норм ГДК.

Метою роботи є створення такого пиловловлювача, в якому система доочистки повітря від дрібнодисперсного пилу в теплоенергетичних установках забезпечується виконанням певним чином жалюзі відокремлювача, що дозволяє виділити з уже очищеного пилогозового потоку найдрібніші фракції і протранспортувати їх зверху вниз у напрямку до пиловипускного патрубку і за рахунок цього збільшити ефективність роботи апарату.

Виклад основного матеріалу. Нами для вирішення мети запропонований мокрий пиловловлювач із спеціальною формою жалюзі, який працює наступним чином. Пилоповітряна суміш через тангенційний вхідний патрубок вводиться в простір, утворений корпусом апарату і жалюзійним відокремлювачем, де за рахунок дії відцентрових сил після його входу в апарат тангенційно через патрубок розділилося на два гвинтоподібних потоки: перший - вздовж стінки корпусу, другий - навколо жалюзійного відокремлювача.

У другому потоці частинки пилу не встигають за рухом повітря, яке круто повертає в щілини між жалюзі відокремлювача, через наявність сил інерції: які діють на них, попадають на жалюзі, відбиваються від них доти, доки не відіб'ються до стінки корпусу апарату і не підхопляться першим потоком, що рухається до пиловипускного патрубка.

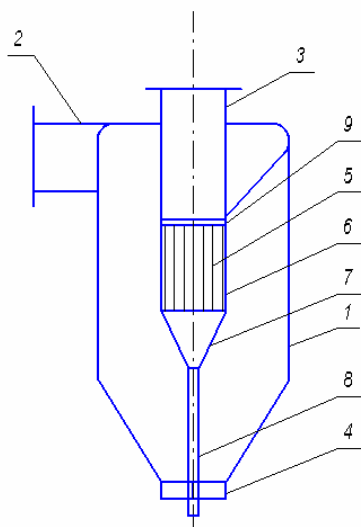


Рис. 1. Пиловловлювач зі змоченими жалюзіями

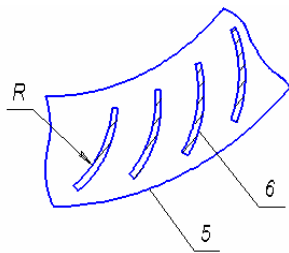


Рис. 2. Жалюзі

Крім того, виконання частини корпусу конічним запобігає подальшому змішуванню виділеного пилу, що рухається вздовж стінки корпусу, з потоком, що йде на доочистку в відокремлювачі за рахунок збільшення відстані між ними.

Більш дрібні частинки пилу захоплюються потоком повітря до жалюзійного відокремлювача. Повітря проходить інерційний відокремлювач крізь щілини, що розміщені між жалюзі і пастками. При цьому повітря робить різкий поворот малого радіуса на кут більший за 90° , але менший за 180° . Дрібні частинки пилу також виконують поворот в напрямку щілини 1, але, завдяки силі інерції, радіус повороту в них значно більший, ніж у повітря, за рахунок чого дрібні пилові частинки пролітають мимо щілини 1, стикаються з жалюзі, відбиваються від них або сповзають по їх поверхні (залежно від маси і пружності частинок, місця їх попадання на жалюзі та кута, під яким відбувається удар частинки з жалюзі) і попадають у вхідну щілину пасток.

Якщо пилова частинка дуже сильно відіб'ється від жалюзі, вона знову попадає до пилоповітряного потоку, що обертається навколо жалюзійного-відокремлювача, знов вдаряється об одну з наступних жалюзі доти, доки не попадуть в щілину пастки. Частинки пилу, попавши в пастки через вхідні щілини, рухаються в них спочатку вздовж каналу пастки вниз, де знов попадають у пиловий потік великодисперсних фракцій пилу, який рухається паралельним курсом зверху вниз вздовж стінки корпусу апарату і транспортується через пиловипускний патрубок в бункер для збирання пилу. Із жалюзійного відокремлювача очищене повітря, що пройшло крізь щілини через вихлопну трубу, викидається назовні.

Очищений від великодисперсного пилу потік, доочищений додатково в другій ступені очищення – жалюзійному відокремлювачі, проходить через щілини між жалюзі усередину відокремлювача і попадає під дію четвертої ступені очищення – потоком води, який рухається вздовж жалюзі по її внутрішній стороні. Вода подається через систему водопостачання, яка складається з трубопроводу і насоса, після очищення у фільтрі

до форсунок для води, розташованих у верхній частині жалюзі на рівні нижнього краю патрубку для виходу очищеного повітря, через які розпилюється на жалюзі відокремлювача. Вода після попадання на жалюзі у верхній їх частині опускається вниз по її внутрішній поверхні по вертикальному каналу, утвореному пасткою жалюзі і при цьому захоплює дрібнодисперсні частинки пилу, які несуться разом з потоком, і транспортує їх вниз у конічне дно – для збору пилово водяної суміші, звідки по трубопроводу у фільтр, де відбувається відокремлення пилу від води. Після цього очищена вода по трубопроводу за допомогою насоса подається примусово до форсунок для води, розташованих на рівні нижнього краю патрубку для виходу очищеного повітря. Перевагою запропонованого пиловловлювача є те, що він має третю ступінь очищення – у пастці, тобто пил, який не відбився жалюзі назад всередину корпусу апарата, проскакує в щілину між жалюзі і попадає у вхідний отвір пастки жалюзі б, звідки вже самостійно вибратися не може і опускається під дією сили ваги зверху вниз по каналу пастки, розташованому із зовнішньої вигнутої сторони жалюзі аж до нижнього краю жалюзійного відокремлювача, де змішується з потоком великодисперсних фракцій пилу, який рухається паралельним курсом зверху вниз вздовж стінки корпусу апарата і транспортується через пиловипускний патрубок в бункер для збирання пилу.

Істотною перевагою запропонованого пиловловлювача є те, що він має четверту ступінь очищення – мокру очистку. Вода подається форсунками на кожну жалюзі з її внутрішньої сторони (сторони, яка повернута до осі апарата) всередину пастки її і під дією сили ваги опускається по кожній жалюзі по каналу, утвореному пастками жалюзі зверху вниз в напрямку до пиловипускного патрубка, проходячи через конічне дно до фільтра для очищення води від дрібнодисперсного пилу в бункер фільтра, і патрубок за допомогою насоса знов до форсунок для води у верхню частину відокремлювача, тобто в прототипі процес очистки повітря від пилу відбувається в два етапи, і той дрібнодисперсний пил, який проноситься потоком через отвори між жалюзі б відокремлювача вже не вловлюється і виноситься назовні через патрубок виходу очищеного повітря.

У запропонованій конструкції апарата мокра доочистка повітря водою, що рухається по внутрішній стороні жалюзі дозволяє виділити з потоку найдрібніші частинки пилу, які є найнебезпечнішими і звичайно тим самим збільшити ефективність пиловловлення.

На багатьох підприємствах України вода є у дефіциті, що гальмує впровадження у виробництво цілого ряду мокрих пиловловлювачів, тому нами було поставлене завдання мінімізувати кількісні втрати води, що і було реалізоване у запропонованій конструкції апарата шляхом створення в тілі жалюзі пасток певної форми, які не дають розбризкуватися воді. Крім того у наведеній конструкції апарата вода необхідна не для насичення пилу водою, а тільки для зволоження дрібнодисперсного пилу, який попав всередину жалюзійного відокремлювача не виділившись у попередніх трьох ступенях очистки. Крім того у запропонованій конструкції система водопостачання є замкнутою, тобто вода зразу ж в системі пиловловлювача очищується від пилу у фільтрі і насосом через систему трубопроводів знов подається у верхню частину жалюзійного відокремлювача. Зменшення необхідної кількості води досягається за рахунок того, що змочуванню піддається тільки та невелика кількість дрібнодисперсного пилу, яка у звичайних апаратах викидається назовні разом з очищеним повітрям, тобто та частина пилу, яка значно впливає на ефективність роботи пиловловлювача.

Проведені порівняльні дослідження запропонованого мокрого апарата та циклона, який у діючій установці забезпечував першу ступінь очистки, довели переваги першого. Експериментальний пил – кварцовий пісок з медіанним діаметром $32 \cdot 10^{-6}$ м. Запропонований пиловловлювач має ефективність роботи на 1-2 % вищу за прототип, забезпечуючи при цьому зниження гідравлічного опору, що пояснюється наявністю в запропонованому апараті третього та четвертого - мокрого ступенів очищення.

Висновки по роботі та перспективи подальших досліджень. Нам вдалося створити пиловловлювач, який дозволив підвищити ефективність пиловловлення в порівнянні з існуючим апаратом на 2-3%, що дало змогу знизити концентрацію пилу, зменшивши при цьому енерго- та металоємність, а це відкриває широкі перспективи для його впровадження. У даний час проводиться впровадження запропонованого апарата в системах очистки повітря від пилу технологічних процесів, а також досягнення вимог норм ГДК у викидах теплоенергетичних підприємств Карпатського Євросерегону.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Батлук В.А. Математические модели процессов разделения гетерогенных систем при пылеочистке//Міжнар. наук. практ. конф. «Нові машини для виробництва будівельних матеріалів і конструкцій, сучасні будівельні технології».-Полтава.-2000.-С.87-91
2. Батлук В.А.,Проскуріна І.В.,Романцов У.В.,Шелюх Ю.Є.Принципово нові перспективні методи очистки повітря від дрібнодисперсного пилу//Вестник Харьковського національного автомобільно-дорожного університета, збірник наукових трудов, випуск 38,Харків,2007 рік,с.212-216.
3. Батлук В.А.,Проскуріна І.В.Решение современных проблем очистки воздуха в коксохимическом производстве//Сборник научных трудов Донбаського державного технічного університета; випуск 24,Алчевск,2007 год,с.156 – 162.
4. The Problem of Highly Effective Cleaning of air from dust//Modern problems of radio engineering, telecommunicataions and computer science.Proceedings of the International Conference TCSET 2006, Lviv-Slavsko, Ukraine.c.46-48.