

Корнієнко Д. Г.,
Приміський В. П.

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА ОЧИСТКИ ПРОБОПІДГОТОВКИ ГАЗОАНАЛІЗАТОРІВ ДИМОВИХ ГАЗІВ

Досліджено забруднення пилових фільтрів систем пробопідготовки газового аналізу димових газів промислових підприємств. Проаналізовані існуючі пасивні системи очистки забруднених димових газів. Наведена розроблена схема автоматичної очистки пилових фільтрів, часовий режим і графік роботи системи. Представлено детальний опис роботи системи автоматичної очистки при різних режимах і рівнях концентрації забруднення пило газового потоку димового газу.

Ключові слова: фільтр, газоаналізатор, проба, газ, клапан, витратомір, витрата, пил, очистка, регулятор, графік.

1. Вступ

Сучасні вимоги створення автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем екологічного моніторингу викидів димових газів енергетичних і промислових підприємств передбачають наявність спеціалізованих газових пробовідбірників і систем, які використовуються для автоматичного очищення газової проби запиленого димового газу при її транспортуванні до газоаналізатора. Саме газоаналізатори є основним елементом систем екологічного моніторингу. Як правило димова проба викидів промислових підприємств вкрай запилена, містить пари токсичних хімічних сполук (пари кислот, луг) і потребує фільтрації і підготовки перед її подачею на газоаналізатори.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В схемах і конструкціях пробовідбірних пристроїв для газоаналізаторів відсутня можливість автоматичного очищення пило газових фільтрів по мірі їх забруднення [1–3]. В більшості газовідбірних зондів і пробовідбірних пристроїв реалізується схема пасивного очищення пило газового потоку, перед подачею на газоаналізатор [4, 5]. На газопроводах подачі проби встановлюються різноманітні механічні, металокерамічні фільтри, які затримують пил на своїй поверхні. Потім візуально визначається стан заповнення і відбувається очистка або заміна фільтрів. Для ряду пилогазових потоків з компонентами оксиду азоту, озону, які є агресивними і токсичними, використовуються специфічні хіміко-фізичні фільтри для очистки [6–8]. Але в них також реалізується принцип пасивної очистки проби, з наступним очищенням фільтрів.

Автоматичні газоаналізатори, на основі яких будуються стаціонарні системи екологічного моніторингу, мають штатну систему пробовідбору і пробопідготовки. Однак в більшості випадків викиди кожного промислового об'єкту по своїм характеристикам: температура, тиск, концентрації токсичних газів, витрати пилогазового потоку і т. д., індивідуальні і специфічні, і штатна системи пробопідготовки потребує розробки

і вдосконалення для конкретного технологічного процесу промислового, енергетичного підприємства. Однією з актуальних проблем екологічного моніторингу, є необхідність постійного очищення димової проби перед її подачею на газоаналізатори, що контролюють димові викиди [9]. Більшість сучасних газоаналізаторів реалізують різноманітні оптичні методи газового аналізу: інфрачервоний (вимірювання концентрації CO, CO₂, CH₄), хемілюмінесцентний (вимірювання концентрації NO, NO₂), флуоресцентний (SO₂), фото-іонізаційний і тому чутливі до наявності пилу в пробі газу. Розробники систем екологічного, технологічного контролю викидів повинні вирішити проблему періодичної очистки і заміни пилових фільтрів на входах газоаналізаторів [9].

3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Об'єкт дослідження є пилогазові потоки в димових трубах промислових підприємств енергетичних об'єктів: котельня, теплова електростанція (ТЕС), цементні і цегляні заводи. Пилогазові потоки, згідного природоохоронного законодавства, повинні постійно контролюватися на рівень концентрації газових токсичних компонентів на відповідність нормативам. Прилади контролю — газоаналізатори, пред'являють підвищені вимоги до якості проби димового газу, що надходить до аналізу, головна вимога — відсутність пилу.

Застосування різноманітних пилових фільтрів з одного боку вирішує проблему, а з іншого створює нову — як обслуговувати фільтри, міняти, очищати. В промислових умовах на діючому об'єкті, обслуговування фільтрів на димовій трубі, на висоті 50–150 м, досить складна і затратна операція.

Проведені дослідження ставили за мету розробити схему автоматичної очистки пилових фільтрів, без участі оператора, залежно від наперед заданого рівня забруднення фільтру, для кожного конкретного типу газоаналізатора.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- аналіз існуючих методів очистки фільтрів;
- встановлення найбільш типових рівнів забруднення пилових фільтрів залежно від технологічних процесів;

- створення принципово нової автоматичної схеми очистки пилових фільтрів залежно від конкретного технологічного процесу;
- експериментальні дослідження розробленої схеми автоматичної чистки для встановлення часового алгоритму роботи системи.

4. Результати дослідження схеми автоматичної системи пилової пробопідготовки газоаналізаторів

Згідно діючих технологічних нормативів викидів у димових газах різноманітних технологічних процесів нормується наступна кількість пилу (твердих суспендованих частинок) [10] (табл. 1).

Таблиця 1

Технологічні нормативи викидів пилу із стаціонарних джерел технологічних процесів

№	Виробничий процес	Технологічні нормативи викидів суспендованих частинок	
		Поточні, мг/м ³	Перспективні, мг/м ³
1	Теплосилові установки потужністю більше 50 мВт	400–2000 (вугілля) 5–50 (газ)	30–50 (вугілля) 5–10 (газ)
2	Виробництва цементного клінкеру потужністю більше 500 тонн на день	50–1200	50
3	Виробництво нормального електрокорунду	260	50
4	Котелени, що працюють на лушпинні соняшнику	100–600	50–100
5	Коксові печі	50–800	35–50
6	Устаткування (установки) для випалювання та агломерації металеві руди, включаючи сульфідну руду, — агло-мерацийні машини	190–980	50
7	Устаткування (установки) для плавки феросплавів з плавильною потужністю, що перевищує 20 тонн на день	20–150	20
8	Устаткування (установки) для виготовлення скла, включаючи скловолокно	100	10

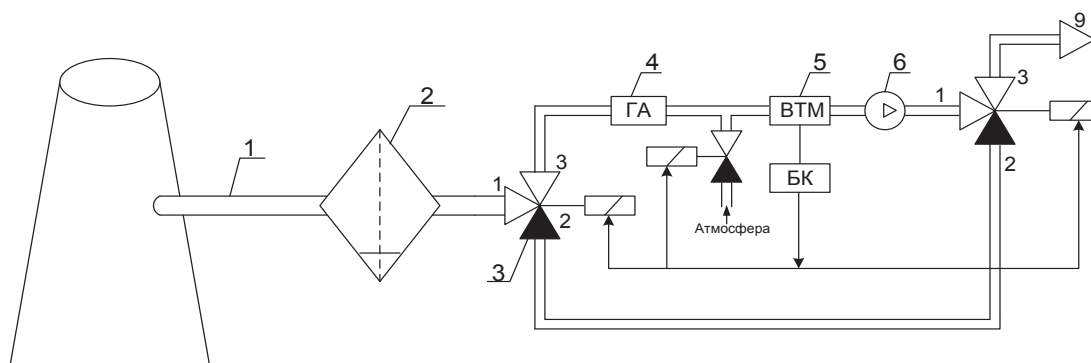


Рис. 1. Функціональна схема автоматичної системи очистки пробо підготовки: 1 — газопровід; 2 — механічний фільтр Ф2; 3 — перший тривходовий електромагнітний клапан (ПЕМК); 4 — газоаналізатор; 5 — електронний витратомір (ВТМ); 6 — збудник витрат (ЗВ); 7 — другий тривходовий електромагнітний клапан (ДЕМК); 8 — блок керування; 9 — вихідний газопровід; 10 — атмосферний електромагнітний клапан (АЕК)

Таким чином, з даних табл. 1 встановлено, що інтервал пилу у димових газах, більшості діючих на Україні технологічних нормативів знаходиться у межах від 10–2000 мг/м³. Саме виходячи з наведених значень рівня концентрації пилу у димових газах і була розроблена автоматична система очистки пило газівих фільтрів.

В основу роботи автоматичної системи очищення пилових фільтрів перед газоаналізаторами покладено принцип замкнутої системи автоматичного регулювання. Електронний вимірювач витрати контролює рівень витрати димової проби в л/хв. Електронний вимірювач витрати перетворює витрати в електричний сигнал — напругу, прямо пропорційну витраті димової проби. Рівні напруг пов'язані витратою з дискретним кроком 0,1 л/хв зберігаються в блоці управління, як правило мікропроцесор. Система постійно порівнює реальний, поточний рівень витрати з фіксованим, заздалегідь введеним в блок керування. При зниженні витрати проби, внаслідок забруднення (закупорювання) фільтрів нижче фіксованого рівня блок керування видає сигнал на перемикання системи електромагнітних клапанів і за допомогою збудника витрат починається зворотне продування і пилового фільтра від пилу в димову трубу.

На рис. 1 наведена функціональна схема автоматичної системи пилової пробопідготовки газоаналізаторів [11].

Автоматична система працює наступним чином:

На початку роботи клапана ПЕМК3 і ДЕМК7 відкриті з «входу 1 на вихід 3», клапан АЕК10 закритий, фільтр Ф чистий, без пилу. Збудник витрат ЗР6 прокачує димову пробу з димової труби по наступним послідовно приєднаним елементам системи: газопровід 1 — фільтр пиловий Ф2-ПЕМК3 (входи «1»–«3») — ГА4-ВТМ5-ЗР6-ДЕМК7 (входи «1»–«3») — газопровід скиду 9. На електричному виході електронного витратоміра ВТМ 5 формується електричний сигнал (напруга), який відповідає максимальній витраті проби, що прокачується через чистий фільтр Ф2.

Газова проба проходить через ГА4 до тих пір поки внаслідок запиленості димової проби Ф2 заб'ється пилом і витрата газу за схемою зменшиться. Витратомір ВТМ 5, зафіксує зменшення витрат, при досягненні фіксованого наперед заданого зменшення витрат газової проби, наприклад, падіння на 30–50 %. При цьому блок керування БК 8, де в пам'яті зберігається фіксований рівень зменшення витрат, видасть електричний сигнал на обмотки клапанів ПЕМК 3, ДЕМК 7, АЕК 10.

Клапани ПЕМК 3, ДЕМК 7, АЕК 10 спрацюють, входи «3» у клапанах ПЕКМ 3 і ДЕKM 7 закриваються, а входи «2» відкриваються. Відбувається зворотня продувка фільтра Ф2 по напрямку: Атмосферне повітря – відкритий клапан АЕК10-ВТМ5-ЗР6-ДЕKM37 (входи «1»–«2») – ПЕКМ 3 (входи «2»–«1») – фільтр Ф2. Пил накопичений Ф2 виштовхується в димову трубу і фільтр Ф2 очищається.

На рис. 2 показана часова схема роботи системи автоматичної очистки газової проби. Інтервал T_1 значно більший інтервала T_2 , $T_2 \geq 0,001 T_1$. Витрати проби газу 100 %, витрати при чистому, не забрудненому фільтрі Ф2.

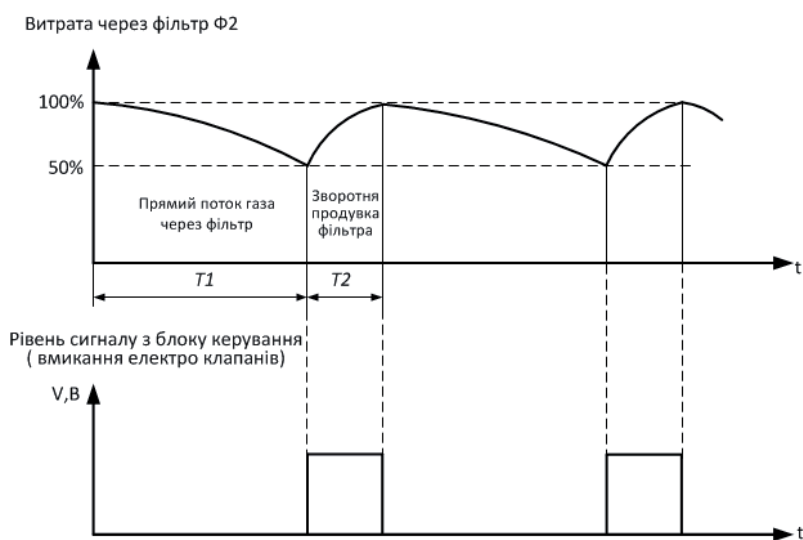


Рис. 2. Діаграма роботи системи автоматичної очистки газової проби

Представлена схема є узагальненою для багатьох технологічних процесів, звісно для кожного конкретного виробничого циклу схема має певні відмінності, але загальний принцип побудови і роботи розглянутий вище залишається незмінним.

Величина витрат визначається характеристиками збудника витрат ЗР6. В більшості промислових газоаналізаторів значення витрат коливається в межах 5–9 л/хв. Значення забруднення фільтра Ф2, при якому автоматично спрацьовує схема очистки фільтра встановлюється залежно від швидкодії ГА4 продуктивності і потужності ЗР6.

Інтервал часу на продувку, що задається БК8 визначається кількістю димового газу, що знаходиться у газовій схемі ГА-ВТМ5-ЗР6 перед початком зворотної продувки. Далі схема працює аналогічно, кожен раз коли Ф2 забруднюється вмикається автоматична схема зворотнього очищення вхідного пилового Ф2.

У ході досліджень встановлено, що найбільш оптимальним режимом спрацьовування системи є 25–30 % зниження витрати від номінального первинного значення витрати проби при «чистому» фільтрі. Також важливою особливістю роботи системи є вибір продуктивності і потужності побудника витрати для зворотного продування. У проведених дослідженнях на димових трубах вугільних котельень, ТЕС, при концентрації пилу 120–150 мг/м³ потужність побудника витрати склала 1,5–2,0 кВт, при цьому забезпечуються витрати димової проби в інтервалі до 8–10 л/хв.

5. Обговорення результатів дослідження автоматичної системи очистки пробопідготовки

Запропонована система автоматичної системи очистки пробопідготовки забезпечує автоматичну очистку пилових фільтрів в системах екологічного моніторингу теплових електростанцій, металургійних комбінатів, цементних заводів, усюди, де проводиться вимірювання концентрації забруднюючих речовин, що викидаються димовими газами. Токсичні гази контролюються автоматичними газоаналізаторами, однією з головних умов функціонування яких є підготовка – очищення газової

проби перед подачею на газоаналізатор. Розроблена система, дозволить провести очищення пилових фільтрів димової проби автоматично, з високою надійністю і без втручання персоналу.

6. Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено:

1. На даний час найбільш розповсюдженим методом очистки пилових фільтрів в системах пробо підготовки газоаналізаторів, що забезпечують цілодобовий моніторинг димових газів є метод пасивної очистки, коли вдосконалюються самі фільтри: зменшуються фільтруючі отвори, застосовуються металокерамічні матеріали, застосовуються різноманітні сита, хімічні фільтри, які з одного боку ефективно очищують пилову пробу, а з іншого виникає проблема обслуговування самих фільтрів:

періодична заміна, очистка, демонтаж. Виникає необхідність в автоматизації процесу очистки і обслуговування.

2. Концентрація пилу у димових газах, більшістю діючих на Україні технологічних процесів у промисловості, знаходиться у межах від 10–2000 мг/м³. Саме виходячи з наведених значень рівня концентрації пилу у димових газах і була розроблена автоматична система очистки пило газових фільтрів.

3. Розроблена система автоматичної системи очистки пробопідготовки забезпечує автоматичну очистку пилових фільтрів в системах екологічного моніторингу теплових електростанцій, металургійних комбінатів, цементних заводів, усюди, де проводиться вимірювання концентрації забруднюючих речовин, що викидаються димовими газами.

4. Встановлені найбільш оптимальні режими роботи системи, вибрані часові інтервали спрацьовування зворотної продувки пилових фільтрів, рівні витрат, потужність збудника витрат. Дослідження на димових трубах вугільних котельень ТЕС показали, що при концентрації пилу 120–150 мг/м³ потужність побудника витрати склала 1,5–2,0 кВт, при цьому забезпечуються витрати димової проби в інтервалі до 8–10 л/хв.

Література

1. Автоматический пробоотборник для отбора проб воздуха [Электронный ресурс]: Патент РФ № 2008646: G01N 1/22 / Блинов В. А., Блинова М. П.; заявитель и патентообладатель Новосибирский филиал Научно-практического

- объединения «Гигиена и профпатология». — № 4841747/26; заявл. 21.06.1990; опубл. 28.02.1994. — Режим доступа: \www/URL: <http://ru-patent.info/20/05-09/2008646.html>
2. Аспиратор-пылепробоотборник [Электронный ресурс]: Патент РФ № 2516622; МПК: E21F G01N / Кудряшов В. В., Иванов Е. С., Курьянов М. В.; патентообладатель Институт проблем комплексного освоения недр Российской академии наук (ИПКОН РАН). — № 2012141693; заявл. 02.10.2012; опубл. 20.05.2014. — Режим доступа: \www/URL: <http://bankpatentov.ru/node/595189>
 3. Вартанов, А. З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг [Текст] / А. З. Вартонов, А. Д. Рубан, В. Л. Шкурятник. — М.: Горная книга, 2009. — 640 с.
 4. Юшкетова, Н. А. Метод пассивного отбора проб для мониторинга химического загрязнения атмосферного воздуха. Часть 1. Теоретические основы (обзор) [Текст] / Н. А. Юшкетова, В. А. Поддубный // Экологические системы и приборы. — 2007. — № 2. — С. 3–10.
 5. Юшкетова, Н. А. Метод пассивного отбора проб для мониторинга химического загрязнения атмосферного воздуха. Часть 2. Практические аспекты (обзор) [Текст] / Н. А. Юшкетова, В. А. Поддубный // Экологические системы и приборы. — 2007. — № 3. — С. 15–23.
 6. De Santis, F. A performance of the open end tube diffusion sampler (Palms sampler) for monitoring nitrogen dioxide [Text] / F. De Santis, A. Fino, S. Tiwari et al.; eds.: J. W. S. Longhurst, C. A. Brebbia, H. Power // Air Pollution VIII. — Boston: WIT Press, 2000. — P. 419–429.
 7. Gerboles, M. Laboratory and field comparison of measurements obtained using the available diffusive samplers for ozone and nitrogen dioxide in ambient air [Text] / M. Gerboles, D. Buzica, L. Amantini, F. Lagler // Journal of Environmental Monitoring. — 2006. — Vol. 8, № 1. — P. 112–119. doi:10.1039/b511271k
 8. Plaisance, H. Influence of meteorological factors on the NO₂ measurements by passive diffusion tube [Text] / H. Plaisance, A. Piechocki-Minguy, S. Garcia-Fouque, J. C. Galloo // Atmospheric Environment. — 2004. — Vol. 38, № 4. — P. 573–580. doi:10.1016/j.atmosenv.2003.09.073
 9. Порев, В. А. Аналітичні екологічні прилади та системи [Текст] / В. А. Порев, О. А. Дашковський, Я. Л. Миндюк та ін.; під заг. ред. В. А. Порєва. — Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2009. — 336 с.
 10. Приміський, В. П. Особливості застосування і контролю відповідності технологічних нормативів викидів в промисловості [Текст] / В. П. Приміський, В. М. Івасенко, Д. Г. Корнієнко // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2014. — № 3/1(69). — С. 8–15. doi:10.15587/1729-4061.2014.24973
11. Автоматична система пилової очистки пробо підготовки газоаналізаторів: Заявка на винахід № а201411028 / Корнієнко Д. Г. — Заявлено 09.10.2014.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОЧИСТКИ ПРОБОПОДГОТОВКИ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ

Исследовано загрязнения пылевых фильтров систем пробоподготовки газового анализа дымовых газов промышленных предприятий. Проанализированы существующие пассивные системы очистки загрязненных дымовых газов. Приведена схема автоматической очистки пылевых фильтров, временной режим и график работы. Представлено детальное описание работы системы автоматической очистки при различных режимах и уровнях концентрации загрязнения пылегазового потока дымового газа.

Ключевые слова: фильтр, газоанализатор, проба, газ, клапан, расходомер, расход, пыль, очистка, регулятор, график.

Корнієнко Дмитро Григорович, аспірант, кафедра аналітичного екологічного приладобудування, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: kpi_naeps@ukr.net.

Приміський Владислав Пилипович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент, кафедра аналітичного екологічного приладобудування, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: kpi_naeps@ukr.net.

Корнієнко Дмитрій Григорьевич, аспірант, кафедра аналітичного екологічного приборостроєння, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна.

Приміський Владислав Филиппович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент, кафедра аналитического экологического приборостроения, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.

Kornienko Dmytro, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: kpi_naeps@ukr.net. Primisky Vladislav, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: kpi_naeps@ukr.net

УДК 62-503.5

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.37106

**Лавриненко С. Н.,
Запороженко Е. Е.,
Сазонова М. С.,
Лавриненко О. С.**

ЭКСПЕРТНО-ВЕРОЯТНОСТНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА БИОИНЖЕНЕРНЫХ РЕГИСТРАТОРОВ ИЗЛУЧЕНИЙ

В статье рассмотрены аспекты применения теоремы Байеса об условной вероятности определенного события при заданной вероятности другого события для решения проблем повышения качественных показателей при производстве изделий биоинженерного назначения. К ним, в частности, относятся регистраторы ионизирующего излучения.

Ключевые слова: байесовский подход, повышение качества, регистраторы излучения, биоинженерные изделия.

1. Введение

Расширение областей применения и повышение содержания радиоактивных изотопов в биосфере, а также

изменение их качественного состава, увеличивает опасность радиоактивного заражения среды обитания человека и оказывает неблагоприятное воздействие на жизненные процессы. Чрезвычайно важен контроль загрязнений