

ЗНЕПИЛЮВАННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ СУШИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

О.О. Буров, канд. техн. наук, **О.І. Буров**, доктор техн. наук,
Л.В. Винограденко, інж.

Одеський національний політехнічний університет

Представлені результати знепилювання транзитних потоків повітря і димових газів сушильної установки, в топці якої спалюється лушпиння і тверде деревне паливо.

Ключові слова: газ, зола, знепилювання, потік, сепарація, фільтрація, циркуляція.

Вступ. Локальні забруднення повітря виробничим пилом залежать в певній мірі від рівня розвитку знепилюючої відцентрової техніки. Аерозольні тверді частки поглинають газові і рідкі забрудники атмосфери, здатні накопичуватися і переміщатися на довільні відстані. Вони не затримуються у верхніх дихальних шляхах, накопичуються в легенях і перешкоджають газовому обміну організму з довкіллям. Ріст кількості малих виробництв робить актуальним підвищення ефективності знепилювання газових викидів в атмосферу.

Проблема. Спалювання в топці зерносушилки твердого палива замість природного газу пов'язане з втратою тонкодисперсного продукту - золи і забрудненням довкілля. Ці негативні наслідки зменшуються з мінімальними витратами при знепилюванні транзитних газових потоків у відцентрових апаратах із замкнутими контурами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними [1,2] знепилювання викидів в атмосферу різними циклонами до 5 разів дешевше, ніж в рукавних і електрофільтрах. Винесення тонкодисперсного пилу з циклонів може бути в десятки разів більше, ніж з фільтрів. Заміна циліндричних протиточних циклонів буранами з чотирма замкнутими контурами знижує до 5 разів викидів пилу в атмосферу при менших капітальних затратах і експлуатаційних витратах. Бурани працюють роками без ремонту в умовах, при яких циклони виходять з ладу через декілька місяців [3,4].

Мета досліджень. Зниження втрат тонкодисперсної золи, забруднення нею довкілля і затрат, пов'язаних із заміною в топці зерносушилки природного газу лушпинням і деревним твердим паливом.

Результати досліджень. Перехід до спалювання зажадав включення в існуючу сушильну установку бункерів твердого палива і витягнутої золи, систем знепилювання димових газів і повітря, використовуваного для пневмотранспорту уловленої золи. Модернізація зерносушилки показана на рисунку 1. Закручений транзитний потік димових газів знепилюється в горизонтальному газоході із замкнутим контуром - прямоточному циклоні (рис.

2), охолоджується і уловлюється в корпусі елеваторної зерносушилки, а звідти спрямовується в атмосферу. У центральній області сильно закрученого транзитного потоку виникає поворотна течія (рис. 3а, г). Її виникнення і існування підтверджується радіальними розподілами компонент швидкостей повітря на вході і виході транзитного потоку (рис. 3б, д).



Рис.1. Модернізована сушильна установка.

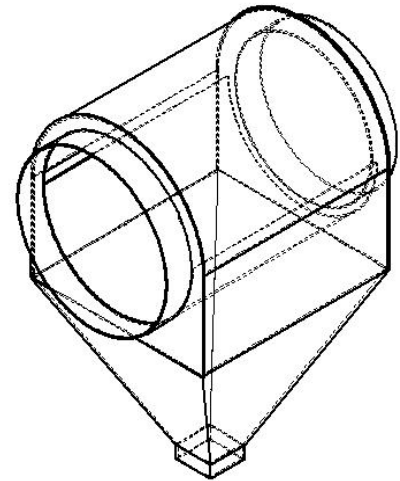
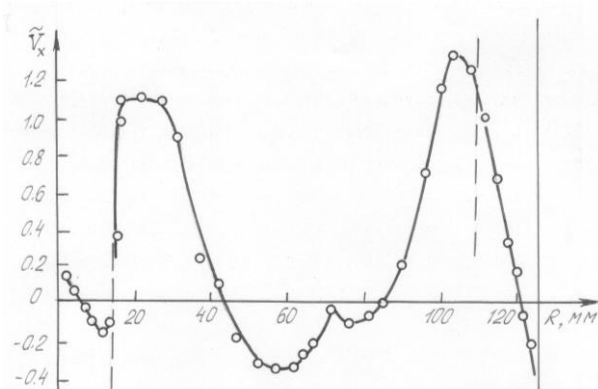
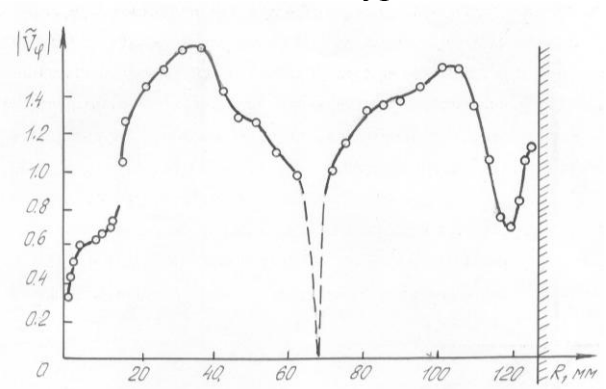


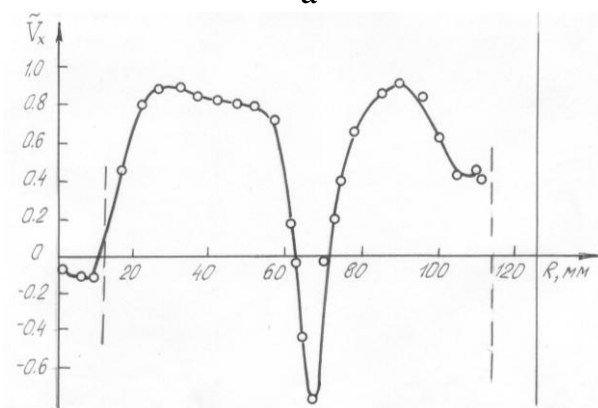
Рис. 2. Газохід із замкнутим контуром.



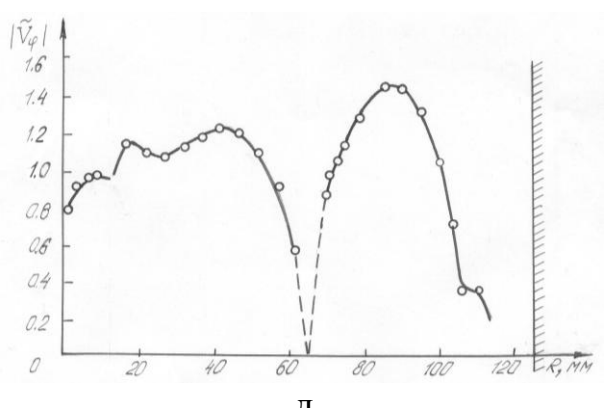
а



б



г



д

Рис. 3. Епюри осьових і модулів окружних швидкостей повітряного потоку на вході а, б і виході г, д з газоходу із замкнутим контуром.

Замкнутим контуром газоходу сполучає зону сепарації з пилезбірником. Криволінійна центральна межа циркулюючого в замкнутому контурі потоку співпадає з периферійною межею закрученого транзитного потоку. Центральна його межа визначається діаметром і довжиною оборотної течії. Максимальний шлях радіального дрейфу зваженої золи з транзитного до циркулюючого потоку визначається різницею радіусів периферійної і центральної меж транзитного потоку. Згідно [5], мінімальний еквівалентний діаметр зольних часток, що повністю переходять з транзитного до циркулюючого потоку, визначається залежністю

$$\delta_{min} = \sqrt{\frac{18\mu\Delta r}{\rho\phi V_0}}, \quad (1)$$

де μ - в'язкість димових газів; $\Delta r = r_1 - r_2$; r_1 і r_2 - радіуси центральної і периферійної меж транзитного потоку; ρ - щільність золи; V_0 - середня по радіусу окружна (тангенціальна) швидкість транзитного потоку. Величина δ_{min} не перевищує $3 \cdot 10^{-6}$ м при $\mu = 1,5 \cdot 10^{-6}$ кг/м²·з, $\Delta r = 0,5$ м; $\rho = 800$ кг/м³, $\phi = 4\pi$, $V_0 = 20$ м/с. Доля дрібніших часток в полідисперсній золі на вході в газохід із замкнутим контуром менше 5%, на виході з нього - близько 3%, що задовольняє санітарним вимогам до викидів золи в атмосферу.

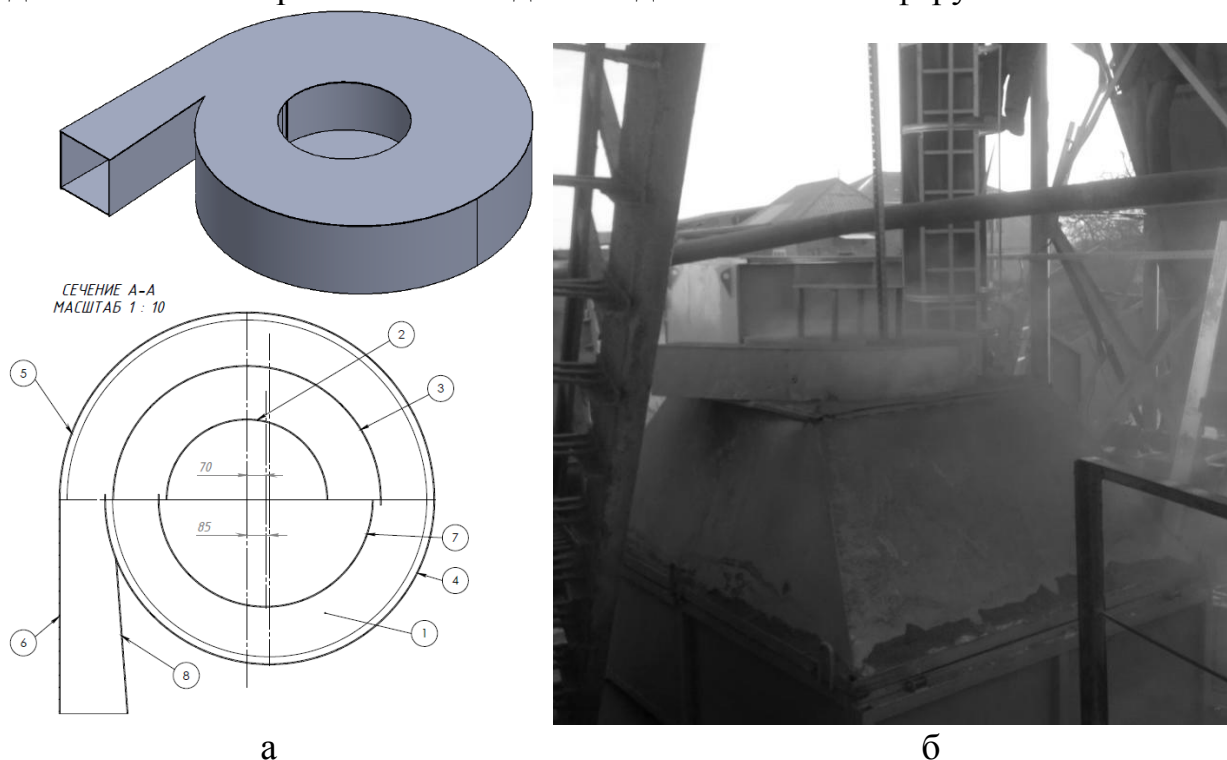


Рис. 4. Вертикальний буран – фільтр з 4-ма замкнутими контурами: а – система каналів із замкнутими контурами; б – віднесення золи з бурану.

Підвищення в циркулюючому потоці концентрації золи прискорює коагуляцію її часток і виділення їх агрегатів в пилезбірнику. З пилезбірника зола переміщається пневмотранспортом у бункер – накопичувач. Використовуване в якості агрегату, що несе, повітря знепилюється у встановленому на бункері вертикальному бурані – фільтрі з 4-ма замкнутими контурами (рис. 4а). Знепилене повітря поступає з фільтру в атмосферу (рис. 4б). Вертикальний

буран включає систему послідовно сполучених криволінійних каналів із замкнутими контурами і сполучений з нею пилезбірник. З'єднання з бункером відбувається через кільцеву щілину в нижній плоскій стінці першого каналу. Замкнутий контур утворюється кожною парою сусідніх каналів за наявності ексцентриситету між вертикальними осями обертання газових потоків непарних і парних циліндричних напівобичайок – криволінійних стінок каналів. Газова криволінійна течія ділиться на виході кожного каналу на транзитний і циркулюючі потоки. Транзитний потік проходить послідовно через усі канали і виводиться з центральної області через отвір у верхній плоскій кришці. Циркулюючий периферійний потік повертається в даний канал через наступний канал. Сполучаючи вхід і вихід даного каналу, циркулюючий потік реалізує негативний зворотний зв'язок. Циркулюючі потоки усіх каналів сполучають вихід і вхід системи в цілому, стабілізуючи процеси, що протікають в ній. Загальний коефіцієнт уловлювання полідисперсної золи в системі з n замкнутими контурами визначається відношенням

$$\eta = \frac{\eta_1}{\eta_1 + \prod_{i=1}^n \varepsilon_i}, \quad (2)$$

де $\varepsilon_i = 1 - \eta_i$ – коефіцієнт віднесення золи транзитним потоком з i -го каналу, n – число каналів (замкнутих контурів). Система каналів із замкнутими контурами ділить по масі частки полідисперсної золи на три групи. Дрібні тонкодисперсні частки уносяться наскрізним потоком з фільтру в атмосферу. Великі частки і їх агрегати з масою більше певного значення накопичуються в пилезбірнику. Частки і агрегати з проміжними масами розподіляються по рівноважних орбітах і циркулюють в замкнутих контурах. Тому транзитний потік фільтрується в кожному з каналів через циркулюючі шари монодисперсної золи. Зі зменшенням маси при подрібненні циркулююча частка (агрегат) переміщається послідовно на орбіти з більшою кривизною і відноситься транзитним потоком. Зі збільшенням маси при коагуляції часток їх агрегати також послідовно переміщаються на орбіти з меншою кривизною, дрейфують до першого каналу і накопичуються в пилезбірнику. Вірогідність обох результатів зрівнюється при тривалій циркуляції золи в кожному замкнутому контурі. В цьому випадку на виході кожного каналу реалізується умова $\eta_i = \varepsilon_i = 0,5$ з урахуванням якого з (2) слідує залежності:

$$\varepsilon = \frac{C_\kappa}{C_n} = \frac{1}{1 + 2^{n-1}} \quad \text{і} \quad C_\kappa = \frac{C_n}{1 + 2^{n-1}} \quad (3)$$

де C_n і C_κ – концентрації золи в транзитному потоці на вході в перший канал і виході з останнього каналу системи із замкнутими контурами.

Висновки. Рівність (3) свідчить про порівнянний з рукавними і електрофільтрами знепилюванні при $n \geq 10$. Представлений на рисунку 4б віднесення золи досягає 10% від початкового її змісту в повітрі. Втрати тонкодисперсної золи і забруднення нею довкілля усуваються при роботі пневмотранспорту золи після замкнутої схеми - з'єднання виходу з вертикальної системи каналів із замкнутими контурами і входу у відцентровий вентилятор.

ЛІТЕРАТУРА

1. Буров А.А. Сепарация и фильтрация газовых выбросов в атмосфере / А.А. Буров, А.И. Буров, А.В. Карамушко, Е.С. Максимовская, О.Н. Цабиев // Сборник научных статей Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. — Киев: — 2013. — Выпуск №2(13) — С. 12 — 17.
2. Буров А.А. Центробежная очистка промышленных выбросов в атмосферу / А.А. Буров, А.И. Буров, А.В. Силин, О.Н. Цабиев // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, №6, 2005. — С. 44 — 51.
3. Лепихин А.П. Использование пылеуловителей новой конструкции вместо циклонов / А.П. Лепихин, И.В. Деревянченко, А.А. Буров, А.Д. Серебрянский // Металлург. — М.: 2004, №5. — С. 52 — 56.
4. Burov A.A. Gases vacuum dedusting and cooling / A.A. Burov, A.I. Burov, L.V. Vinogradenko // Праці одеського політехнічний університету: Науковий та науково-виробничий збірник. — Одеса, 2015. — Вип. 1(38) — С. 9 — 14.
5. Буров О.О. Вільний рух частки у криволінійному каналі / О.О. Буров, О.І. Буров, А.В. Карамушко// Аграрний вісник Причорномор'я. — Одеса, 2012, Вип. 63. — С. 140 — 143.

ОЧИСТКА ГАЗОВИХ ВЫБРОСОВ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Буров А.А., Буров А.И., Винограденко Л.В.

Ключевые слова: газ, зола, очистка, поток, сепарация, фильтрация, циркуляция.

Резюме

Представлены результаты очистки транзитных потоков воздуха и дымовых газов сушильной установки, в топке которой сжигается шелуха и твердое древесное топливо.

DEDUSTING GAS EMISSIONS DRYING PLANT

Burov O.O., Burov A.I., Vinogradenko L.V.

Key words: gas, ash, dust removal, flow separation, filtration, circulation.

Summary

The results dedusting transit flows of air and flue gas drying installation in a furnace which burnt husk and solid wood fuel.