

А також в зв'язку з видаленням аміачно-холодильної установки викиди аміаку, які склали 0,125 тонни на рік, з території видалена отруйна речовина – аміак. На підприємстві аміак знаходився у газоподібному та рідкому стані в устаткуванні та трубопроводах аміачно-холодильної установки у кількості 0,63 тони.

**Висновки.** Таким чином, в процесі отримання олії із зернової сировини здійснюється поступання в атмосферу шкідливих речовин. Організаційно-технічні рішення для зниження виділення забруднень передбачають постійну модернізацію згідно новітніх науково-технічних розробок.

### Список літератури

1. <https://lektsii.org/5-62258.html>
2. <https://infopedia.su/6x9fa7.html>
3. Іваненко Ф. В. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц [Електронний ресурс]. — К.: КНЕУ, 2014. — 125 с.
4. <https://news.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/03/olijnytsya-1.pdf>
5. Олійно-жирова промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід : наук.-допом. бібліогр. покажч. / уряд. Т. П. Фесун ; Наук.-техн. б-ка; Нац. ун-т харч. технологій. – Київ : НУХТ, 2019. – 185 с.

УДК 504.75

М. Синюк, студ. гр. ЕО-21М

Л. Коломієць, доцент кафедри ЕОНСЗСЖ

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ЕЛЕВАТОРАХ

У статті висвітлено необхідність використання очисного обладнання в процесах елеваторних комплексів, проаналізовано існуюче обладнання зерноочистки.  
**елеватори, зернопереробка, зерновий пил, екологічна безпека, фільтри, циклони, аспіраційні системи, газоочисні установки**

**Актуальність теми.** Зернопереробна галузь – це ланка, яка з'єднує виробника сільськогосподарської продукції з ринком хлібопродуктів та виконує функції заготівлі, зберігання, обробки зерна та перетворення сировини в продукти харчування чи корми; включаючи логістику. Україна є аграрною державою, тому даний напрямок народного господарства постійно розвивається, збільшуються потужності, з'являються нові виробничі майданчики з відповідним обладнанням, в процесі роботи якого створюються деякі впливи на довкілля. На фоні росту антропогенного тиску на останнє актуальним зокрема є контроль рівня виділення пилу та впровадження заходів, покликаних знизити забруднення атмосферного повітря.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В процесі зернообробки застосовується різноманітне технологічне обладнання, призначене для очищення, сушіння, подрібнення, провіювання зерна і продуктів його переробки, для змішування і дозування сировини, гранулювання і брикетування комбікормів, а також для транспортування і зберігання. Пиловловлювальне обладнання за призначенням підрозділяється на наступні типи:

– обладнання, яке використовується для очищення повітря, що подається в приміщення системами припливної вентиляції, кондиціонування повітря і повітряного опалення (повітряні фільтри);

– обладнання, що застосовується для очищення від пилу повітря, що викидається в атмосферу системами місцевої витяжної вентиляції (пиловловлювачі).

Залежно від способу відділення пилу від повітряного потоку розрізняють обладнання для уловлювання пилу сухим способом (частки осідають на суху поверхню) і обладнання для уловлювання пилу мокрим способом, при якому відділення частинок від повітряного потоку здійснюється з використанням рідин.

Устаткування, що вловлює пил сухим способом, поділяється на чотири групи: гравітаційне, інерційний, фільтраційну, електричне.

У кожній групі розрізняються види обладнання. Так, група інерційного обладнання для уловлювання пилу сухим способом поділяється на такі види: камерне, жалюзійних, циклон, ротаційне.

Використовується також комбіноване пиловловлювальне обладнання. До нього відноситься обладнання, в якому відділення пилу від повітряного потоку здійснюється послідовно в кілька ступенів, що розрізняються за принципом дії, конструктивним особливостям і способу очищення [1-3].

Слід зазначити, що класифікація обладнання проведена за основним принципом дії. Практично немає газоочисних установок (ГОУ), які працювали б на використанні лише одного фізичного чи хімічного явища. Ступінь очищення повітря від пилу (ефективність) характеризує відношення маси пилу, вловленого в обладнанні, до маси що надійшла в нього пилу (зазвичай в%, іноді в частках одиниці). Ефективність очищення є найважливішою характеристикою пиловідокремлювачів. Отож її приймають до уваги при виборі пиловловлюючого обладнання відповідно до гранично допустимою концентрацією пилу в очищеному повітрі.

Якщо вирішується питання про вибір того чи іншого виду обладнання, то кращим звичайно є той з них, який за інших рівних умов (економічність, капітальні та експлуатаційні витрати та ін.) має більш високу ефективність очищення. Порівнюють при цьому не відсоток (або частку) вловленої пилу, а відсоток (або частку) пропущеної пилу. Наприклад, якщо ступінь очищення одного апарату 99%, а іншого 98%, то вони пропускають відповідно 1 і 2% пилу. Отже, ефективність очищення в першому апараті в два рази вище, ніж у другому.

Ефективність очищення не є повною характеристикою обладнання, так як показує лише масову частку вловленої пилу, не кажучи нічого про фракційному складі вловленої і пропущеної пилу.

Продуктивність характеризується кількістю повітря, яке очищується за 1 год. Пиловідокремлювачі, в яких повітря очищається через фільтруючий шар, характеризуються питомим повітряним навантаженням, тобто кількістю повітря, яке проходить через 1 м<sup>2</sup> поверхні, що фільтрує за 1 год.

Гідравлічний опір має важливе значення, оскільки від цієї величини залежить необхідний тиск вентилятора, а отже, і витрата електроенергії. Витрата електричної енергії залежить в значній мірі від гідравлічного опору апарату. У пристроях, заснованих на осадженні пилу під дією електростатичного поля, електроенергія витрачається безпосередньо на створення цього поля. Витрата електроенергії при одноступінчастому очищенні знаходиться в межах від 0,035 до 1,0 кВт-год на 1000 м<sup>3</sup> повітря.

При виборі пиловловлюючого обладнання, крім можливостей пиловловлювачів, в уловлюванні частинок відповідної дисперсності враховують також особливості пилу: фізичні і хімічні властивості, в тому числі здатність утворювати вибухонебезпечні суміші, умови займання, схильність до коагуляції і ін., а також цінність пилу з огляду на можливість утилізації.

Серед конструкцій пилоуловлюючих пристроїв розрізняють характеристики (ефективність і ін.), отримані при уловлюванні пилу, на які розраховані дані апарати. Виділяють наступні види:

- Пиловловлювальні камери, принцип роботи яких оснований на дії сили тяжіння (гравітаційної сили);

- Інерційні пиловловлювачі, принцип роботи яких заснований на дії сили інерції;
- Циклони, батарейні циклони, принцип роботи яких заснований на дії відцентрової сили.

Інерційні методи застосовуються в тих випадках, коли газовий потік містить шкідливі домішки у вигляді пилу (розміри частинок 5-50 мкм), туману і диму (розміри частинок 0,1 - 5 мкм). Ці методи засновані на осадженні твердих частинок і дрібних крапель туману на поверхні пиловловлювачів і фільтруючих елементів. З цією метою використовують пиловловлювачі і фільтри різної конструкції [4-6].

Інерційні методи очищення газових потоків від шкідливих домішок широко поширені на збагачувальних фабриках, металургійних заводах, теплових електростанціях, що спалюють вугілля і мазут, на підприємствах деревообробки, в шинній промисловості і у виробництві гумових технічних виробів.

При розмірах часток пилу 25-50 мкм і високих їх концентраціях в газовому потоці (більше 50 г/м<sup>3</sup>) зазвичай використовують пилоосаджувальні камери і інерційні пиловловлювачі.

Пилоосаджувальна камери в більшості випадків застосовуються для попереднього очищення сильно забруднених газових потоків від великих часток пилу. Запилений газ в пилоосаджувальній камері має швидкість руху 0,2-1,5 м/с. При цьому частинки пилу, що мають розміри більше 50 мкм, осідають на полицях і стінках камери, а очищений газ викидається в атмосферу або подається на наступну стадію очищення - від більш дрібних частинок.

Після утворення шару пилу певної товщини на стінках і полицях даний пристрій вмикається вібраційне пристрій, і пил падає вниз.

Ступінь очищення запиленого газу в пилоосаджувальних камерах не перевищує 40 - 50%. У інерційних пиловловлювача швидкість запиленого газу на вході в апарат становить 5-15 м/с. Принцип дії інерційних пиловловлювачів полягає в наступному.

При збільшенні швидкості руху запиленого газу на частинки пилу одночасно діють сили тяжіння і інерційні сили. Якщо різко змінити напрямок руху газу, то частинки пилу будуть продовжувати свій рух по інерції, що призведе до виділення пилу з газового потоку.

Для запиленого газового потоку з розмірами частинок 25-30 мкм ступінь очищення досягає 65 - 80%. Такі апарати знаходять застосування в металургійній промисловості для первинного очищення газових потоків від пилу.

Перевага при виборі циклону для очищення від пилу надається відцентровим циклонам, які виконують роль пиловловлюючого апарату. Ефективність уловлювання пилу в циклонах підвищується зі зменшенням діаметра корпусу, але при цьому знижується їхня пропускна здатність. Для забезпечення відповідної продуктивності пневмотранспортної установки невеликі циклони групують в батарею, коефіцієнт пиловловлення якої становить 0,76 - 0,85 і дещо підвищується зі збільшенням вхідної швидкості (з 11 до 23 м/с). Використання замість циклонів вихрових пиловловлювачів забезпечує вловлювання частинок пилу розміром 5 - 7 мкм.

Циклони рекомендується використовувати для попереднього очищення газів і встановлювати перед високоефективними апаратами (наприклад, фільтрами або електрофільтрами) очищення.

Основні елементи циклонів - корпус, вихлопна труба, бункер. Газ надходить у верхню частину корпусу через вхідний патрубок, приварений до корпусу тангенційно. Уловлювання пилу відбувається під дією відцентрової сили, що виникає при русі газу між корпусом і вихлопною трубою. Вловлений пил зсипається в бункер, а очищений газ викидається через вихлопну трубу.

Також поширені «сухі» пористі фільтри і електрофільтри.

Для очищення запилених газів все більшого поширення набуває на останніх щаблях суха очистка рукавними фільтрами. Ступінь очищення газів в них при дотриманні правил технічної експлуатації досягає 99,9%. В якості фільтрувальних матеріалів застосовують

тканини з природних волокон (вовняні, рідко бавовняні), з синтетичних (нітронове, лавсанові, поліпропіленові та інші), а також склотканини. Для фільтрувальних тканин найхарактерніше саржеве переплетення. Застосовують також неткані матеріали - фетри.

Фільтри рукавні складаються з корпусу розділеною рукавною плитою, фільтрувальних елементів, клапанних секцій з роздавальними трубами для забезпечення регенерації рукавів імпульсами стисненого повітря.

В процесі фільтрації запилений газ проходить через тканину закритих знизу рукавів всередину, виходить через верхній колектор і видаляється з апарату. Кожен рукав в фільтрі натягнутий на жорсткий каркас і закріплений на верхній решітці (плиті) [3,7-8].

- переваги рукавних фільтрів - висока ступінь очищення газу від тонкодисперсного пилу;

- недоліки - порівняно швидкий знос або закупорка тканини і непридатність для очищення гарячих і вологих газів.

Метод електроосадження. Електрофільтри призначені для уловлювання пилу з розмірами часток до 0,1 мкм з повітря і газів різного хімічного складу, вологості і температури. Принцип роботи (уловлювання пилу в електричному полі) полягає в наступному: зміст процесу електростатичного очищення газів ґрунтується на іонізації газу, тобто розщепленні його молекул на позитивно і негативно заряджені іони. Запилені гази пропускають через неоднорідне електричне поле, яке утворюється між осадувальним 2 і коронувальним 3 електродами. До електрода, розташованого в ізоляторі 4 підводиться випрямлений електричний струм при напрузі 30 - 60 кВ. Осадувальний електрод звичайно заземлюють і підключають до позитивного полюсу вирівнювача.

Процес ловлення пилу в електричному полі складається з таких підпроцесів: зарядження завислих у газі частинок; руху заряджених частинок до електродів; осадження частинок на електродах і видалення частинок з електродів.

Мокре очищення. При очищенні газів від частинок пилу і переробці газоподібних відходів успішно застосовують мокре пиловловлювання, суху і подальшу мокру очистку. Розвинена поверхня контакту фаз сприяє збільшенню ефективності пиловловлювання. У промисловості використовують мокрі пиловловлювачі крапельного, плівкового і барботажного типів. Конструктивно апарати можуть бути порожніми, тарілчастими, механічного та ударно - інерційного дії, а також швидкісного типу (трубки Вентурі і інші інжектори).

Скрубери (газопромивачі). При об'ємно - рідинному способі потік запиленого газу пропускають через певний обсяг рідини. Для цієї мети використовують пінні пиловловлювачі з провальними тарілками або тарілчасті скрубери, ефективність яких може досягати 90 - 95%.

Для очищення або знешкодження газоподібних відходів або технологічних газів з метою вилучення з них супутніх (корисних) газоподібних компонентів широко використовують метод абсорбції. Абсорбція заснована на безпосередній взаємодії газів з рідинами. Виділяють фізичну абсорбцію, засновану на розчиненні газу в рідині, і хемосорбцію, в основі якої лежить хімічна реакція між газом і рідким поглиначем [8].

**Постановка завдання.** Для вирішення питання екологічної безпеки підприємств зернопереробної спеціалізації, елеваторних комплексів слід проводити інвентаризацію джерел викидів, моніторинг стану атмосферного повітря, заміри викидів газопилової суміші, та обладнувати виробництва АС (аспіраційними системами) та ГОУ згідно виробничих потреб та потужностей, орієнтуючись на світовий досвід у галузі природоохоронних технологій, використовуючи для модернізації новітні технологічні розробки очисного обладнання.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Технологічні процеси супроводжуються виділенням різних шкідливих елементів в виробничі приміщення – надлишкових теплоти, вологи, шкідливих газів і пилу. Це несприятливо позначається на мікрокліматі і санітарно-гігієнічному стані цехів підприємств,

сприяючи виникненню небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що впливають на працюючих. Підвищені вологість і запиленість погіршують режим експлуатації і скорочують термін служби технологічного обладнання та будівельних конструкцій. Серйозною проблемою на підприємствах галузі є висока вибухо- і пожежонебезпека, причинами якої стають значні неорганізовані пилонадходження органічних горючих речовин і виникнення пожежо-вибухонебезпечних пилоповітряних сумішей.

Крім пилу повітря забруднюється шкідливими газами – оксидом вуглецю, діоксидом сірки, діоксидом вуглецю, що виділяються в приміщеннях зерносушарок. Значна кількість діоксиду вуглецю утворюється в приміщеннях складів зерна. Однак основний шкідливістю, що виділяється при переробці зерна, залишається органічний пил використовуваної сировини, проміжних продуктів і готової продукції.

Процеси навантаження, вивантаження і транспортування сировини, його обробка, складування і зберігання супроводжуються значними пиловиділенням, що призводить при недостатньо ефективній вентиляції, до запиленості повітря у виробничих приміщеннях, набагато перевищує безпечні концентрації.

На зерносушільних комплексах зерно проходить технологічні операції приймання, очищення, сушіння, відпустки, освіження, піддаючись багаторазовому переміщенню транспортними механізмами, самопливом по точках, в системах пневмотранспорту. Тертя зерна об стінки обладнання і трубопроводів призводить до стирання оболонок зерна і виникнення органічного і мінерального пилу, що утворюється через засмічення зерна при збиранні та транспортуванні різними неорганічними домішками. Очищення зерна на сепараторах знижує його початкову запиленість, водночас, оскільки частина зернового пилу знаходиться в зв'язаному стані, залягаючи в борозенках і оболонках зерен, пиловиділення має місце на кожному етапі технологічного процесу. Значні пиловиділення спостерігаються під час продування повітрям шару зерна при активному вентиляванні і сушінні.

Збільшенню пилонадходження в атмосферу сприяють як недостатня герметизація устаткування, так і неефективна робота аспіраційних систем (АС), газоочисних установок (ГОУ) і вентиляції в цілому. Навіть при задовільній роботі АС та ГОУ в повітрі присутній пил, що походить від процесу отримання кінцевого продукту. Гранично допустима концентрація (ГДК) зернового пилу - 4 мг/м<sup>3</sup>, борошняного пилу - 6 мг/м<sup>3</sup>. У працівників, особливо за недотримання вимог охорони праці, можуть виникати професійні захворювання верхніх та нижніх дихальних шляхів через перебування в зоні запилення протягом робочого часу та багаторічної трудової діяльності.

В окремих зонах виробничих приміщень і при аварійних ситуаціях концентрація пилу в повітрі може перевищувати нормативні значення і підвищуватися до вибухонебезпечних концентрацій. Пил, зважений в повітрі, поступово осідає на будівельних конструкціях та технологічному обладнанні, утворюючи нещільний, легко зрушуваний з місця рухом повітря шар осілого пилу. Вторинне запилення, викликане зди́манням осілого пилу при підвищеній рухливості повітря різко збільшує кількість пилу в повітрі і може призвести до вибуху.

Кількісний та якісний склад пилових часточок залежить від сировини, що переробляється, його вологості, типу технологічного устаткування і його технічного стану, а також від ефективності роботи вентиляційних систем.

Пил зернопереробних підприємств та елеваторів являє пожежо- та вибухонебезпечну суміш; витаючий в повітрі – вибухонебезпечний, осілий на будівельні конструкції та обладнання – пожежонебезпечний. Вибухонебезпечні концентрації можуть утворюватися в технологічному і транспортному устаткуванні, в силосах та бункерах, в трактах АС та ГОУ і пневмотранспорту, в пиловловлюючому обладнанні.

Пиловий вибух є найстрашнішим наслідком присутності зернового пилу, крім пожеж, займань та задимлень. Це практично миттєве загорання дрібних часточок зернового пилу, котрий через органічне походження має високий вміст вуглецевих сполук, що і сприяє миттєвій реакції горіння, яка у випадку різкого підвищення температури та тиску виражається вибухом. [2,7].

### **Висновки.**

Таким чином, в сільському господарстві галузь зернопереробки має значну роль та впливає на довкілля, оскільки використовує машини, механізми та технологічне обладнання, в процесі використання яких для сушіння, вентилявання, очищення зерна спричиняється утворення великих об'ємів органічного пилу.

Організаційно-технічні рішення для зниження виділення пилу передбачають обладнання ГОУ та АС, важливим елементом таких є батареїні циклони, які дозволяють уловлювати та накопичувати зерновий пил.

### **Список літератури**

1. <https://esu.com.ua/article-15961>
2. Джирма С.О., Яцун В.В., Дарієнко В.В., Горпинченко О.В. Технологія зведення збірних і монолітних залізобетонних елеваторів: навчальний посібник. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф.. – 2022. – 108 с.
3. <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/24134-ahrosektor-1991-2021-u-tsyfrakh-i-faktakh.html>
4. Екологічна безпека [Текст]: підручник / В. М. Шмандій, М. О. Клименко, Ю. С. Голік та ін. – Херсон: Олді-плюс, 2013. – 366 с.
5. ДБН В.2.6-221:2021 [https://dnaop.com/html/60659/doc94.2.2-20\\_2012](https://dnaop.com/html/60659/doc94.2.2-20_2012)
6. [http://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv\\_21/page5.html](http://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_21/page5.html)
7. <https://agroelita.info/scho-take-suchasnyj-zernovyj-elevator/>
8. <https://elevator.com.ua/ru/blog/dvizhenie-zerna-na-elevatore-i-avtomatizaciya-ego-ucheta-s-pomoschyu-programmnykh-resheniy-ges>

**УДК 504.54**

**М. Колеснік, студ. гр. ЕО-21М**

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## **ЗАХОДИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ЕКСПЛУАТАЦІЙНИМИ ВІДХОДАМИ АВТОТРАНСПОРТУ**

У статті висвітлено необхідність повторного використання відходів автотранспорту та розвиток технологій для їх безпечної утилізації. Швидке заростання кількості автотранспорту сприяє збільшенню рівня забруднення довкілля внаслідок виділення шкідливих речовин у навколишнє середовище.

**автотранспорт, утилізація, екологістика, відходи, ресурсозбереження, охорона нпс**

**Актуальність теми.** Актуальним є впровадження новітніх ефективних технологій утилізації відходів автотранспорту, які мають мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище та економічно доступних. Щороку кількість автомобілів як у світі так і в нашій країні збільшується, тому проблема утилізації відходів автотранспорту, стає все більш актуальною. Відходи, які утворюються при експлуатації автотранспортної техніки, характеризуються великою неоднорідністю за складом і динамікою утворення, та при неправильному поводженні з ними можуть завдавати значну шкоду атмосфері, земельним і водним ресурсам.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Щороку експлуатується величезна кількість автомобілів близько 1 млрд легкових та більше 335млн одиниць комерційного автотранспорту(а згідно з прогнозами міжнародної асоціації автовиробників (ОІСА) вона може збільшитись до 3 млрд одиниць лише за 10 років, то ж під час їх використання виникає відповідна кількість відпрацьованих матеріалів серед яких є такі небезпечні речовини як