

І. В. Васильківський
Т. С. Тітов
Д. В. Зелінський
І. С. Корсун
Т. І. Сидорук

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА КАЛИНІВСЬКОГО МАШИНОБУДІВНОГО ЗАВОДУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано виробничу діяльність Калинівського машинобудівного заводу, та його вплив на довкілля. Дана характеристика джерел утворення газових викидів забруднюючих речовин, рідких стоків та твердих відходів підприємства. Запропоновані природоохоронні заходи спрямовані на підвищення екологічної безпеки Калинівського машинобудівного заводу.

Ключові слова: машинобудування, екологічна безпека, забруднення повітря, забруднення води, забруднення ґрунту, промислові відходи, природоохоронні заходи.

Abstract

The production activities of the Kalynivka Machine-Building Plant and its impact on the environment are analyzed. The sources of gaseous emissions of pollutants, liquid effluents and solid waste of the enterprise are characterized. The proposed environmental protection measures are aimed at increasing the environmental safety of the Kalynivka Machine-Building Plant.

Keywords: mechanical engineering, environmental safety, air pollution, water pollution, soil pollution, industrial waste, environmental protection measures.

Вступ

Найважливішою галуззю промисловості розвинених країн є машинобудування, воно має вплив на продуктивність і ефективність всіх сфер економіки. Машинобудування займається виробництвом машин та устаткування, які забезпечують виробництво товарів і послуг підприємствами інших галузей, стимулюючи тим самим їхній розвиток. Саме в галузі машинобудування закладається основа для зростання продуктивності праці, створюються засоби виробництва, фактори, які сприяють зниженню матеріалоємності і енергоємності, та підвищенню якості продукції.

Машинобудування є фундаментом економічного потенціалу України. Машинобудування є основним промисловим видом діяльності, оскільки будь-яка галузь не може обійтися без машин, без промислового обладнання та машинобудівної техніки. Стабільний розвиток машинобудування забезпечує рентабельність і конкурентоздатність більшості товарів і послуг, зростання інтелектуального й матеріального рівня населення, соціальний захист і розвиток економіки як окремих регіонів, так і держави.

Машинобудування як галузь промисловості, що займається виробництвом матеріальних благ, є великим споживачем природних ресурсів і своєю діяльністю забруднює ґрунт, атмосферне повітря, поверхневі і підземні води. Для проведення повноцінної діагностики сучасного стану машинобудівних підприємств, слід приділити увагу екологічній складовій, яка пов'язана з впливом на живі і неживі природні системи, включаючи екосистеми, земельні ресурси, атмосферне повітря і водне середовище.

Актуальними завданнями для вітчизняних промислових, зокрема машинобудівних підприємств, є підвищення рівня екологічної безпеки, збереження навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів та зменшення негативного впливу на довкілля.

Метою роботи є екологічна оцінка діяльності Калинівський машинобудівний заводу та розроблення рекомендацій для підвищення рівня екологічної безпеки підприємства і зменшення його впливу на навколишнє середовище.

Основна частина

Приватне акціонерне товариство «Калинівський машинобудівний завод» розташоване в місті Калинівка, Вінницької області (рис. 1, 2). Підприємство займає площу понад 20000 м². На цій території розташовані цехи основного і допоміжного виробництва, складські та адміністративні корпуси. Приватне акціонерне товариство «Калинівський машинобудівний завод» спеціалізується на поставках та інсталяції обладнання для харчової та переробної промисловості. Підприємство реалізує комплексні проекти - технологічні рішення, підбір, проектування, виготовлення, автоматизацію, поставку, монтаж та електромонтаж обладнання, пуско-налагоджувальні роботи, сервісне, гарантійне та післягарантійне обслуговування [1].



Рис. 1. Адміністративний корпус і складальний цех заводу



Рис. 2. Калинівський машинобудівний завод з висоти

ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» є одним із лідерів з виробництва промислового устаткування. Діяльність підприємства зосереджена переважно на постачанні та облаштуванні обладнання для харчової та переробної промисловості. Завод виріс з напівкустарних майстерень колишнього цукрового заводу, збудованого ще в 1873 році. На підприємстві діє власне науково-конструкторське бюро, яке займається науково-дослідницькою роботою, постійно розробляючи та вводячи у виробництво новітні технології.

ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» налічує 69 стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря: організованих – 54, неорганізованих – 15. На кількісний та якісний склад викидів в атмосферу впливають технологічні процеси в окремих цехах підприємства. Усі неорганізовані викиди в атмосферу відбуваються через аераційні ліхтарі, організовані – викидаються через димарі.

Завод спеціалізується на виробництві обладнання (рисунк 3) для: молочної промисловості: сушильні установки, теплогенераторні установки, вакуум-випарні установки, пастеризатори та охолоджувачі, охолоджувально-кристалізаційні установки, станції СІР-мийки; цукрової промисловості: кагатоукладачі, штабелеукладачі; хлібопекарської промисловості: хлібопекарські печі, парогенератори, теплоутилізатори; автомобілерозвантажувальної техніки: автомобілерозвантажувачі.

Окрім цього, у 2018 році було відновлено виробництво ємностей для зберігання продовольчих товарів [1]. На території досліджуваного підприємства розташовані цехи основного і допоміжного виробництв, складські та адміністративні корпуси.



Рис. 3. Продукція Калинівського машинобудівного заводу

Завод має закритий цикл виробництва: отримує метал, виготовляє кінцевий виріб, здійснює монтаж, електромонтаж обладнання, оснащує його системами автоматизації таким чином, що може управляти ним у віддаленому доступі. Підприємство є експортно-орієнтованим, яке працює за принципом розумного співвідношення «якість-ціна». Наразі «Калинівський машинобудівний завод» демонструє динаміку до зростання.

На машинобудівному заводі працює близько 400 працівників, і, найближчим часом підприємство матиме розширення за кількістю кваліфікованих кадрів. Крім цього, відбувається налагодження роботи у напрямку постачання продукції підприємства до країн Європи та Азії [1].

Приватне акціонерне товариство «Калинівський машинобудівний завод» спеціалізується на виробництві та монтажі машин та устаткування для перероблення сільгосппродуктів, оптовій торгівлі іншими машинами та устаткуванням, будівництвом будівель, електромонтажними та газопровідними роботами. До складу підприємства входять такі підрозділи: котельня; збирально-зварювальний цех; механічний цех; заготівельна дільниця; ковальсько-заготівельний цех; ливарний цех; ремонтна дільниця ВГМ; ремонтний цех енерго-механічної дільниці; інструментальна дільниця; цех товарів народного вжитку; експериментальна дільниця; кузня; відкритий майданчик; транспортна дільниця.

Від джерел підприємства в атмосферне повітря надходять такі забруднюючі речовини: уайт-спирит, ксилол, пил абразивно-металевий, оксид вуглецю, пил металевий, оксид заліза, зола сланцева, пил абразивний, пил неорганічний з вмістом SiO_2 50-20%, мастило мінеральне, діоксид мангану, завислі речовини, оксид хрому, сульфатна кислота, емульсол, діоксид вуглецю, оксид діазоту. Забруднюючі речовини, що потрапляють в атмосферу, поступово осідають на ґрунтах у радіусі до 5 км від джерела забруднення.

У ковальсько-пресовому виробництві в процесі нагрівання та обробки металів в атмосферу виділяються: мастильний аерозоль, що утворюється в процесі змащування штампів; продукти згоряння мастильних матеріалів; пил.

Концентрація пилоподібних часток окалини та графіту в процесі здування стисненим повітрям з поверхонь матриць, штампів та поковок, у повітрі робочої зони складають 4,9-5,1 мг/м³, для пресів

можуть досягати 35-136 мг/м³.

Виділення токсичних газів від нагрівальних печей у молоткових та пресових прольотах досягають [3-5]:

- за умови спалювання 1 кг природного газу – 3-7 г CO;
- за умови спалювання 1 м³ природного газу – 0,42 г NO_x.
- за умови спалювання 1 кг мазуту – 2,2-5,2 г SO₂, 58 г CO, 0,33 г NO_x;

На дільницях зварювання та різання металів склад та маса викидів шкідливих речовин залежить від виду та режимів технологічного процесу, властивостей зварювальних речовин.

У процесі ручного електродугового зварювання сталі за витрати 1 кг електродів утворюється до 60 г пилу, 6 г фтористого водню, 3,5 г оксидів вуглецю та азоту; у процесі зварювання чавунів – до 58 г пилу і 2,6 г фтористого водню. У процесі напівавтоматичного та автоматичного зварювання загальна маса шкідливих речовин, що утворюються, менша, в 1,5–2 рази, а для зварювання під флюсом – в 5–6 рази. Зварювальний пил на 99% складається з часток розміром від 10-3 до 1 мкм, біля 1% пилу вміщують частки розміром 1–5 мкм. Хімічний склад шкідливих речовин, які виділяються в процесі зварювання, обумовлений в основному складом зварювальних матеріалів (дроту, покриття, флюсів) та практично не залежить від складу зварювальних металів [3-5].

Хімічний склад пилу визначається головним чином маркою матеріалу, що розрізається, а розмір часток не перевищує 2 мкм. Так, в процесі ручного дугового зварювання сталей штучними електродами марки ЗА606/11 на один кг зварювальних матеріалів у середньому виділяється 15 г/кг зварювального аерозолі, зокрема 0,7 г/кг Cr₂O₃ і 0,76 г/кг Mn та його сполук, а також газів: 2,3 г/кг NO₂ і 2,3 г/кг CO.

Механічна обробка металів на верстатах супроводжується виділенням пилу, стружки, туманів мастил та емульсій, які викидаються через вентиляційні установки в атмосферу. У процесі механічної обробки металів основними забруднюючими речовинами є пил та аерозолі мастил і емульсій.

Джерелом мастильних та емульсійних туманів є рясне змочування оброблюваних поверхонь мастильно-охолоджуючими рідинами (МОР). Ці рідини дозволяють зменшити спрацювання різальних інструментів та зберегти структуру оброблюваного матеріалу, який нагрівається у результаті тертя в робочій зоні до 450–520°C. В якості МОР застосовують нафтові мінеральні мастила та їхні емульсії, лужні, мильно-лужні рідини, гас, скипидар і т. д. Емульсії – це 3-10% розчини мастил, нафтових та олеїнових кислот і лугів з добавками кальцинованої соди (до 0,3-0,5%). У процесі використання склад емульсії істотно змінюється, збільшується вміст солей і мастил, металевих домішок [3-5].

Пил, що утворюється в процесі абразивної обробки, складається з 30- 40% матеріалу абразивного кругу та 60-70% – оброблюваного матеріалу.

Значне виділення пилу спостерігається в процесі механічної обробки склопластиків, графіту та інших неметалевих матеріалів. Так, наприклад, у процесі обробки текстоліту, склотканини, карболіту та органічного скла пил виділяється у значній кількості. У процесі механічної обробки полімерних матеріалів одночасно з пилоутворенням можуть виділятися пари різних хімічних речовин та сполук (фенол, формальдегід, стирол та ін.), які входять до складу оброблюваних матеріалів.

Суттєво забруднюють середовище ливарний цех підприємств. Щоб надати деталям певних фізичних характеристик, їх піддають термічній обробці (наприклад гартуванню). Суть цього процесу зводиться до того, що металеву заготовку спочатку нагрівають до високої температури, відбувається забруднення довкілля внаслідок спалювання палива або інших засобів нагріву. Термічна обробка передбачає швидке охолодження розпеченої деталі. Розжарена деталь занурюється в воду або в масло, яке починає горіти (а вода випаровуватися) з виділенням великої кількості шкідливих газів та оксидів металу. Після термічної обробки метал покривається окалиною (товстий шар окисленого металу) який в механічний спосіб очищають. Галтовочні барабани є джерелами шумового забруднення середовища та виділення значної кількості пилу. До джерел забруднення атмосфери відносяться: ванни, агрегати для термічної обробки, нагрівальні печі, що працюють на рідкому та газоподібному паливі, а також дробоструминні, дробоскидувальні камери. У процесі роботи цих агрегатів та установок в атмосферу викидаються пари та продукти горіння мастил, аміак, ціанистий водень, пил тощо. Концентрація пилу в повітрі, що виділяється від дробоструминних та дробоскидувальних камер, де метал зачищається після термічної обробки, досягає 200 –700 мг/м³. У процесі ціанування металів виділяється до 600 мг/год ціанистого водню на один агрегат ціанування.

Значним забруднювачем довкілля є виробництво, спрямоване на поліпшення загального вигляду деталей це – фарбувальна дільниця підприємств. Фарби крім загального вигляду виробу поліпшують його фізико-хімічні властивості, наприклад – запобігають ржавінню. Фарби разом з розчинниками в процесі фарбування значно забруднюють робоче місце. У робочій зоні працівника утворюється щільна аерозольна хмара із крапель фарби і парів розчинника. Ці суміші є вибухонебезпечним середовищем, тому необхідне їх інтенсивне відведення. З цією метою фарбовий аерозоль уловлюється водяним екраном з подальшим очищенням води. Шкідливі речовини на цій дільниці виділяються в процесі: знежирення поверхонь органічними розчинниками перед фарбуванням; підготовки лакофарбових матеріалів (ЛФМ); нанесення ЛФМ на поверхні виробів; сушіння лакованих та фарбованих поверхонь.

Основними джерелами загазованості повітря робочих зон та атмосфери є змішувачі ЛФМ, фарбувальні камери, сушарки, ванни з розчинами для знежирення. В процесі знежирення з поверхні дзеркала ванн випаровують пари вуглеводнів ($\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{хв})$): бензину – 68–85; гасу – 27–36; уайт-спіриту – 85–100. Концентрація шкідливих речовин, що виділяються у фарбувальних камерах, залежить від характеристики ЛФМ, витрат та способу їх нанесення.

Вплив Калинівського машинобудівного заводу на екологічний стан водного середовища досліджуваної території здійснюється через водовідведення стічних, особливо дощових і талих вод. Таким чином відбувається забруднення водних об'єктів, зокрема ставка, що знаходиться у межах впливу, солями важких металів, кислотами, токсичними органічними та неорганічними сполуками від технологічних процесів, які проводяться на підприємстві [2].

Тверді відходи машинобудівного підприємства мають обмежену номенклатуру і постійні за складом, хоча кількість відходів того чи іншого виду може коливатися в широких межах в залежності не тільки від масштабів виробництва, але також від характеру технології, яка застосовується та продукції, яка випускається. Тверді відходи містять амортизаційний брутто інструменту; відходи від виробництва прокату (стружка, обрізки, окалини); відходи виробництва литва (шлаки, сміття та ін.); відходи механічної обробки (обрізки, стружки, тирса); шлаки, золи, шлами, осади та пил (відходи систем очищення повітря). Тверді відходи складають 260 кг на 1 т металу, іноді ці відходи становлять 50% маси оброблюваних заготовок. Безповоротні втрати на 1 т споживаних чорних металів складають: 5,4 кг – для обдирання, шліфування, розпилювання та інших видів обробки; 2,1 кг – для кування, гарячого штампування та термічної обробки (втрати від окалини), 14 кг – для травлення металу; 15,2 кг – за рахунок неповного збору відходів. Остаточними відходами вважаються такі, переробка яких нерентабельна через незначний вміст в них металів.

ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» у місті Калинівка є основним джерелом забруднення ґрунтів важкими металами. До навколишніх ґрунтів потрапляють важкі метали: свинець, кадмій, мідь, цинк та ін. За ступенем рухомості всі сполуки металів у ґрунті можна поділити на нерухомі, потенційно рухомі та рухомі форми. Саме останні, тобто важкі метали у рухомій формі, зумовлюють їх негативну дію стосовно біоти та людини. Властивості ґрунтів істотно позначаються на рухомості важких металів: у ґрунтах з низькою буферною здатністю їх кількість у рухомій формі буде більшою, ніж у високобуферних ґрунтах навіть за однакових інших умов: фоновому вмісту, рівня антропогенного забруднення. Саме буферна здатність зумовлюватиме захисні властивості ґрунтів. Показник валового вмісту важких металів доцільно використовувати для загальної характеристики стану забруднення ґрунтів і їх потенційної небезпечності. Для визначення реальної небезпечності важких металів потрібно проводити контроль саме за вмістом їх рухомих сполук. Спостереження за станом ґрунтів у межах дії Калинівського машинобудівного заводу здійснюють Державна екологічна інспекція у Вінницькій області та Вінницька філія ДУ «Інститут охорони ґрунтів України».

Під час проведення планової перевірки ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод», яка здійснювалася Державними контролюючими органами, було виявлено водовідведення зливових дощових і талих вод з перевищенням лімітів скидання забруднюючих речовин: азот амонійний, азот нітратний, хлориди, завислі речовини, фосфати, залізо [6]. За матеріалами планових і позапланових перевірок контролюючими органами було встановлено порушення [6]:

- 1) небезпечні відходи обліковуються не в повному обсязі;

- 2) ступінь ризику за сферами контролю: Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання, відтворення і охорона природних ресурсів – **високий** (Державна екологічна інспекція України;

3) техногенна та пожежна безпека, цивільний захист і діяльність аварійно-рятувальних служб – **високий** (Державна служба України з надзвичайних ситуацій).

Шкідливі речовини, які викидаються в повітря, скидаються у воду, і утворюються у вигляді твердих відходів, негативно впливають на стан навколишнього середовища і здоров'я населення.

Небезпечні відходи, які утворюються в процесі виробництва мають такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини, та потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними.

Висновки

Згідно з визначенням ЮНЕП стратегія «чистого виробництва» являє собою продовжуване застосування інтегрованої превентивної екологічної стратегії у процесах, продуктах та послугах для підвищення загальної ефективності та зменшення збитків, заподіяних людству та довкіллю [7].

У промисловому виробництві концепція «чистого виробництва» досягається за рахунок комбінації таких методів, як: раціональне використання сировини, матеріалів та енергоносіїв, уникнення використання токсичних та шкідливих матеріалів, зменшення обсягу та токсичності усіх видів забруднень та відходів на рівні джерела виникнення перед тим, як вони покинуть виробничий процес.

На ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» проводиться певна робота, спрямована на вирішення проблем охорони навколишнього середовища, зокрема використовуються системи очистки викидів, здійснюються певні заходи для зменшення скиду забруднюючих речовин.

Підвищення рівня екологічної безпеки підприємства та зменшення шкідливого впливу на довкілля може вирішуватися за рахунок впровадження наступних природоохоронних заходів:

- 1) удосконалення технологічних процесів з метою випуску екологічно чистої продукції;
- 2) запровадження маловідходної і безвідходної технології при замкнутому циклі виробництва і комплексному використанні природних ресурсів;
- 3) дотримання нормативів гранично допустимих викидів і скидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище, удосконалення очищення шкідливих викидів і відходів виробництва, підвищення ефективності роботи очисних споруд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» <https://www.kmbp.com.ua/>
2. Екологічний паспорт Вінницької області https://www.vin.gov.ua/images/UPRTER/2024/ogoloshennya/Ekologichnyy%20pasport%202024_%20.pdf
3. Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П., Шмандій В.М., Сафранов Т.А. Техноекілогія: підручник. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2013. 424 с.
4. Нікітченко О. Ю. Конспект лекцій з дисципліни «Промислова екологія» Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2013. 164 с.
5. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 1. Захист атмосфери: підручник / Васильківський І.В., Петрук В.Г., Петрук Р.В., Крусір Г.В., Клименко М.О., Сакалова Г.В. – Херсон: Олді-плюс, 2019. – 432 с.
6. Планові перевірки ПрАТ «Калинівський машинобудівний завод» Електронний ресурс. Інспекційний портал https://inspections.gov.ua/subject/view/objects?subject_id=5318
7. UNEP Medium-Term Strategy 2026 <https://www.unep.org/environmentassembly/unea7/medium-term-strategy>

Васильківський Ігор Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com

Тітов Тарас Сергійович – канд. хім. наук, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Зелінський Дмитро В'ячеславович – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dizelinskiy@gmail.com

Корсун Ігор Сергійович – студ. групи ЕКО-22, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igorkorsyn7@gmail.com

Сидорук Тетяна Іванівна – канд. хім. наук, доцент, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Igor V. Vasylykivskiy – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: igor.vntu@gmail.com

Taras S. Titov – Ph.D. (Chem.), Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Dmytro V. Zelinsky – Postgraduate of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dizelinskiy@gmail.com

Igor S. Korsun – student, Faculty of Civil Engineering, Civil and Ecological Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: igorkorsyn7@gmail.com

Tetiana I. Sydoruk – Ph.D. (Chem.), Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia