

Шифр «Викиди автотранспорту»

ДОСЛІДЖЕННЯ ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ ВІД
АВТОТРАНСПОРТУ НА АВТОМАГІСТРАЛЯХ МІСТА

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. АНАЛІЗ НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВЕЛИКИХ МІСТ.....	5
1.1. Поширення шкідливих речовин в атмосферу.....	5
1.2. Вплив токсичних компонентів ВГ на організм людини.....	7
2. ЄВРОПЕЙСЬКІ НОРМИ ЕМІСІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.....	12
3. ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА СЕВЕРОДОНЕЦЬК.....	17
3.1 Методика дослідження інтенсивності руху.....	18
3.2 Визначення викидів забруднюючих речовин від автотранспортних магістралей міста.....	20
3.3. Визначення концентрації забруднюючих речовин від автотранспортних магістралей міста.....	22
4. ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА.....	26
ВИСНОВОК.....	28
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	29

ВСТУП

З виникненням людської цивілізації з'явився новий екологічний фактор, що впливає на долю живої природи, який в останні сторіччя досяг величезних розмірів. З розвитком науки і техніки збільшилися кількості і обсяги хімічних сполук, що забруднюють атмосферу, проникають у ґрунт і змінюють протікання природних круговоротів і ін. У результаті перед суспільством виникла дилема: або бездумно котитися до своєї неминучої загибелі в екологічній катастрофі, або свідомо перетворити створені генієм людини могутні сили науки і техніки зі зняряддя, раніше зверненого проти природи і самої людини, у зняряддя їх захисту і процвітання та раціонального природокористування. Конкретно-історичним проявом процесу концентрації і інтенсифікації всієї виробничої, суспільної, культурної і наукової діяльності суспільства є урбанізація.

Урбанізація, з одного боку, поліпшує умови життя населення, з іншого боку – приводить до витиснення природних систем штучними, забрудненню навколишнього середовища, підвищенню хімічного, фізичного і психічного навантаження на організм людини.

Яскравим прикладом забруднення, викликаного діяльністю людини є викиди в атмосферу шкідливих речовин від автомобільного транспорту. Ця ситуація настійно диктує необхідність екстреної розробки і впровадження ефективних заходів по охороні атмосферного повітря і захисту здоров'я жителів від шкідливого впливу автомобільних викидів.

Проблема захисту повітря від забруднення його токсичними компонентами відпрацьованих газів є складною, а її успішний розв'язок обумовлений тісним співробітництвом заводів-виробників автомобілів і автотранспортних організацій, а також залежить від знань і досвіду працівників станцій технічного обслуговування і водіїв автомобілів.

Автомобільний двигун є джерелом викидів в атмосферу гама речовин прямо або побічно погіршуючи її екологічний стан у результаті згоряння палива і проникаючих у камери згоряння мастильних матеріалів, викиду компонентів різних типів присадок і продуктів зношування двигуна. Відпрацьовані гази містять дві основні групи шкідливих викидів:

- що виявляють пряму негативну дію на організм людини і навколишнє середовище (оксид вуглецю, оксиди азоту, вуглеводи, у тому числі ароматичного ряду, різного типу кислоти, з'єднання свинцю, сірки);
- що виявляють негативний непрямий вплив, будучи передумовою глобальних екологічних катастроф, таких як утворення фотохімічного «смогу», «парникового ефекту», «озонових дір» і ін. (двоокис вуглецю, метан, тверді частки і т.д.).

Забруднення атмосферного повітря міст викидами відпрацьованими газами від автомобільного транспорту є найбільшою екологічною проблемою, тому що їхній обсяг, який припадає на автотранспорт, становить у деяких містах до двох третей від сумарних викидів в атмосферу. Тому дослідження забруднення атмосферного повітря великих міст є актуальним науково-практичним і соціальним завданням, внаслідок великої кількості автотранспорту і промислових підприємств.

Метою роботи є одержання первинних даних про викиди шкідливих речовин відпрацьованих газів від автомобілів залежно від складу і інтенсивності руху автотранспортних потоків у місті Сєвєродонецьк.

Завдання роботи.

Проаналізувати негативні наслідки забруднення атмосферного повітря міст від автомобільного транспорту.

Розглянути європейські норми емісії забруднюючих речовин від автомобільного транспорту.

Виконати аналіз руху транспортних потоків у різних районах міста.

Зробити попередній розрахунок кількості шкідливих речовин відпрацьованих газів від автомобілів що потрапляє у атмосферне повітря.

Розробити заходу і дати рекомендації зі зменшення забруднення атмосферного повітря міста від автомобільного транспорту.

1. АНАЛІЗ НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВЕЛИКИХ МІСТ

1.1. Поширення шкідливих речовин в атмосферу

Шкідливі речовини, що входять до складу відпрацьованих газів автомобілів разом з атмосферними опадами попадають на землю і є джерелом вторинного забруднення рік, водойм, зелених насаджень і землі. В остаточному підсумку вони можуть потрапити в питну воду, сільськогосподарські і харчові продукти.

Токсичні речовини, що втримуються в відпрацьованих газах автомобільних двигунів, можуть зберігатися в атмосфері протягом тривалого часу і переноситися на більші відстані. З іншого боку, ці речовини (первинні забруднювачі) у відповідних умовах (висока вологість повітря, сонячна радіація, підвищена температура і температурна інверсія) взаємодіють між собою, утворюючи інші токсичні речовини, які називаються вторинними забруднювачами: сульфати, нітрати, кислоти, озон, оксиданти і т.п.

Поширення в атмосфері шкідливих речовин відбувається різними шляхами. Тверді частки розміром більш 0,1 мм під дією сил гравітації осідають на поверхні в межах обмежених зон і участі в атмосферних процесах не беруть. Частки розміром менш 0,1 мм і газові домішки у вигляді CO, NO_x, SO₂, не метанових вуглеводнів поширюються в атмосфері під дією процесів дифузії. Взаємодіючи один з одним і атмосферним киснем, вони іспитують фізико-хімічні зміни, які є причиною утвору фотохімічного смогу і кислотних дощів на локальних площах у межах окремих регіонів.

Речовини третьої групи (CO₂, CH₄, тропосферний озон) діють тільки на глобальному рівні, виявляючи вплив на клімат планети шляхом зміни теплового балансу в приземному шарі, і у фізико-хімічних атмосферних процесах участі, як правило, не беруть.

Специфіка розсіювання атмосферних викидів, насамперед у тому, що джерелом забруднення є сукупність автомобільних енергоустановок, становить для великих міст кілька десятків і навіть сотень тисяч одиниць, нерівномірно розподілених по площі території. Ця сукупність енергоустановок викидає з відпрацьованими газами (ВГ) шкідливі речовини нерівномірно за часом і по кількості залежно від режимів роботи, руху і інших факторів. Крім того, на розсіювання шкідливих речовин впливають атмосферні умови, особливості ландшафту, час доби і т.п.

Компоненти викидів вступають у фізичну, фотохімічну, хімічну взаємодію між собою і складовими атмосфери. Вони можуть поєднуватися із природними компонентами атмосферного повітря (CO_2 , H_2O , O_2) або створити інші гази або частки. Атмосферне повітря в цьому випадку слід розглядати як вторинний фактор (до виникнення) шкідливих речовин, токсичність яких у ряді випадків перевищує токсичність первинних забруднювачів. Так, наприклад, в атмосфері NO переходить в NO_2 відносна токсичність якого в 2 рази вище, чим в NO . При цьому фізична дія проявляється наявністю концентрацій пару кислот у вологому повітрі з утвором аерозолів, зменшенням розмірів крапля рідини в результаті випару в сухому теплому повітрі. Тверді і рідкі частки можуть поєднуватися, або абсорбувати газоподібні речовини. Реакції синтезу і розпаду окиснення і відновлення протікають між газоподібними компонентами ВГ і атмосферним повітрям. Деякі процеси хімічних перетворень починаються безпосередньо з моменту вступу викиду в атмосферу, інші - при наявності сприятливих умов.

Монооксид вуглецю в атмосфері швидко дифундує і, як правило, не створює високої концентрації. Його інтенсивно поглинають ґрунтові мікроорганізми, в атмосфері він може доокислитися до CO_2 при наявності сильних окиснювачів: O , O_3 , вільних радикалів.

Сірчистий ангідрид у вільній атмосфері окислиться в сірчаний у результаті фотохімічних та каталітичних реакцій. Кінцевим продуктом при цьому є аерозоль або розчин сірчаної кислоти в дощовій воді. Реакції

сірчистого ангідриду з ненасиченими вуглеводнями протікають при активації SO_2 сонячним світлом у присутності оксиду азоту, озону або атмосферного кисню. Сірчистий ангідрид може адсорбуватися і на поверхні твердих часток з оксидів металів, гідрооксидів або карбонатів і окислитися до сульфатів [1].

Виділяється з ВГ в атмосферу монооксид азоту під дією сонячного світла інтенсивно окислюється атмосферним киснем до діоксиду азоту. Кінетика подальших перетворень діоксиду азоту пов'язана з його здатністю поглинати ультрафіолетові промені і дисоціюватись на монооксид азоту і атмосферний кисень у процесі утвору фотохімічного смогу. Розрізняють окисний і відбудовний фотохімічний смоги (це суміш диму - smoke і туману - fog). Фотохімічний смог пов'язаний з реакціями, які проходять під дією ультрафіолетового випромінювання. Важливе місце у формуванні окисного смогу займає діоксид азоту. При окисненні NO відбувається регенерація NO_2 . Таким чином, цей процес буде протікати багаторазово доти, поки NO_2 не перетвориться в азотну кислоту або прореагує з органічними речовинами (вуглеводнями) з утвором нітро з'єднань [1].

Невеликі кількості NO_2 можуть стати причиною утвору більших кількостей атомарного кисню і озону. Важливі в процесі утвору смогу також реакції ненасичених вуглеводнів з озоном. Протікання даних реакцій у значній мірі залежить від кількості твердих часток у повітрі і їх властивостей. Набір кінцевих продуктів окисненого «смогу» включаючи озон, формальдегід, органічні озоніди і органічні кислоти.

Відбудовний смог являє собою суміш сажі, диму і діоксиду сірки. При температурній інверсії смог приводить до серйозних наслідків.

1.2. Вплив токсичних компонентів ВГ на організм людини

Дія токсичних компонентів ВГ на людину різноманітна: від ініціації незначних неприємних відчуттів до ракових захворювань. Ступінь такого

впливу залежить від концентрації цих речовин в атмосфері, стану людини і його індивідуальних здатностей.

Монооксид вуглецю найбільш значний у кількісному відношенні токсичний компонент ВГ бензинових двигунів. Монооксид вуглецю являє собою газ без кольору і запаху з молекулярною масою трохи легше повітря. Тому СО легко поширюється в атмосфері, попадає в житлове приміщення, перебувають навіть на відстані від працюючих автомобілів. Час життя СО в атмосфері становить 2...6 місяців. Монооксид вуглецю потрапляючи в організм людини вступає в реакцію з гемоглобіном у крові, заміщаючи кисень і утворюючи нове з'єднання - карбоксигемоглобін. Це ускладнює процес газообміну кліток, викликає кисневе голодування, приводить до порушень у нервовій системі, сприяє розвитку серцевих захворювань, може викликати втрату свідомості і навіть летальний результат [2].

Хронічний вплив СО сприяє розвитку атеросклерозу, поразці нервової системи, виникненню інфаркту міокарда і легеневих захворювань. Вплив СО на центральну нервову систему проявляється в порушеннях периферичного зору, зміні колірної і світлової чутливості око, становить особливу небезпеку для водіїв, тому що може привести до росту ймовірності аварій.

Після припинення вдихання СО відбувається поступове видалення з організму монооксиду вуглецю, пов'язаного з гемоглобіном і кров здоровішої людини очищається від СО на 50% за 3 години.

Оксиди азоту. У повітрі з оксидів азоту зустрічаються в основному NO і NO₂. При цьому NO є нестійким з'єднанням, яке протягом 3...100 годин (залежно від концентрації в повітрі) окислиться до NO₂. Оксиди азоту діють на людину як сильний подразник ока і дихальних шляхів, можуть викликати набряк легенів, приводити до зниження активності головного мозку. Отруєння NO_x спочатку може носити схований характер: працюючи в середовищі що містить небезпечні концентрації NO_x, люди почувають себе задовільно, але згодом може важко занедужати. Основний вплив на організм людини виявляють не оксиди азоту, а азотна і азотиста кислоти, що

утворюється безпосередньо в дихальних шляхах людини. Реагуючи з атмосферною вологою, оксиди азоту утворюють кислоти, що викликають корозію металів, знищення рослинності і т.п. Особливу небезпеку оксиди азоту представляють як активного компонента при утворі фотохімічного смогу. Оксиди азоту беруть участь в утворі кислотних дощів [2].

Оксиди сірки. У відпрацьованих газах двигунів утримується, в основному, сірчистий ангідрид - SO_2 безбарвний газ з гострим запахом. Діоксид сірки викликає поразку верхніх дихальних шляхів і очей при підвищених концентраціях і при хронічному впливі діє приводячи до порушень у центральній нервовій системі, білковому обміні і ферментативних процесах. Встановлено, що SO_2 і CO при тривалому впливі викликають порушення генетичної функції організму. Наявність в атмосфері SO_2 приводить до порушення процесів фотосинтезу рослин, у повітрі SO_2 може переходити в SO_3 , який при контакті з атмосферною вологою утворює пари H_2SO_4 . Вони викликають захворювання дихальних шляхів, приводять до спазмів легенів. Парі H_2SO_4 підсилюють корозію металів, завдають великої шкоди рослинності.

Вуглеводні. Відпрацьовані гази двигунів містять вуглеводні різних класів, що представляють собою складні хімічні сполуки. Найбільшу небезпеку представляють водень ароматичного і олефенового рядів. У загальному випадку вуглеводні мають наркотичну дію на організм людини, викликаючи стан ейфорії, сприяє збільшенню ймовірності дорожньо-транспортних випадків. Ароматичні вуглеводні, основними представниками яких є бензол, толуол, ксилол, є високотоксичними речовинами, діють на центральну нервову систему, мають сильний дратівний ефект і викликають зміни в складі крові. Олефенові вуглеводні мають високу реактивність, і наявність їх в атмосфері є однією із причин утвору фотохімічного смогу [2].

Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАУ). Є надзвичайно небезпечними для людини. Мають канцерогенні і мутагенні властивості, сприяють виникненню злоякісних новоутворень, можуть накопичуватися в

організмі. Кількість різних ПАУ, що втримуються відпрацьованими газами двигунів становить кілька десятків, основними з яких є: фенантрен, антрацен, пирен, бенз(а)пирен, флуорен, бенз(а)антрацен і ін. Найбільшим рівнем токсичності, порівнянним з токсичністю інших ПАУ, має бенз(а)пирен, який і є індикатором наявності ПАУ у відпрацьованих газах.

Тверді частки. У загальному випадку розміри часток становлять 0,1...0,544 мкм у діаметрі і вони можуть досягати альвеол легенів або відкладатися в носових пазухах, трахеї або бронхах. Частки сажі розміром до 0,15 мкм можуть перебувати в повітрі у зваженому стані близько 8 доби. Вплив твердих часток на навколишнє середовище і людини небезпечно по трьом напрямкам [3]:

- тверді частки при вдиханні викликають роздратування дихальних шляхів, при хронічному впливі - легеневі захворювання;
- тверді частки є переносником канцерогенних ПАУ, які адсорбуються на поверхні часток (1 г сажі має площа поверхні приблизно 75 м²);
- наявність зважених твердих часток у повітрі погіршує видимість на дорогах.

Альдегіди. Основними представниками їх у відпрацьованих газах двигунів є формальдегід і акролеїн. Формальдегід - безбарвний газ із різким і неприємним запахом, легко розчинний у воді. Концентрація в повітрі 0,007% приводить до роздражнення дихальних шляхів носа та очей людини. Акролеїн - прозора з жовтим відтінком рідина, що має різкий запах підгорілих жирів і масел. Діє негативно на центральну нервову систему.

З'єднання свинцю. Потрапляючи в атмосферу з ВГ, вони розподіляються в навколишньому середовищі в такий спосіб: 40% їх осідає на поверхні ґрунту, рослинах, а 60% перебуває в повітрі у вигляді аерозолів. З'єднання свинцю є надзвичайно небезпечними для людини. Контакт із ними приводить до головного болю, стомлюваності, порушення сну, ферментативної активності білкових організмів. З'єднання свинцю мають

здатність накопичуватися в організмі і можуть викликати важкі розлади нервової і кровоносної систем.

Фотохімічний смог. Шкідливий вплив на людину і навколишнє середовище виявляють у першу чергу: диоксид азоту, озон і високоактивні недоокиснені речовини - оксиданти. Озон діє подразжаюче на очі, приводить до погіршення самопочуття, особливо в осіб, що страждають легеновими захворюваннями.

Диоксид вуглецю. При підвищених концентраціях у повітрі має наркотичну дію, подразжає діє на шкіру, підсилює розкладання будівельних матеріалів. Однак особливу небезпеку в підвищених концентраціях CO_2 в атмосфері зв'язують із «парниковим ефектом». Відповідно до теорії «парникового ефекту» сонячна радіація, що досягає землі, абсорбується, а потім випромінюється від неї в атмосферу як інфрачервона радіація. Деяка частина інфрачервоної радіації поглинається парами води і парниковими газами і випромінюється назад до землі; інша частина надходить у верхні шари атмосфери. Чим більше парникових газів, тим більше інфрачервоного випромінювання абсорбується в нижній атмосфері. Це викликає нагрівання навколоземної поверхні і охолодження у верхніх шарах атмосфери. Підігрів земної поверхні може вплинути на сільське господарство і привести до танення частини полярних льодів, приведе до підйому рівня світового океану і затопленню низько лежачих ділянок суші.

2. ЄВРОПЕЙСЬКІ НОРМИ ЕМІСІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН ВІД АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

У Європейському союзі з метою зменшення тиску транспорту на навколишнє середовище передбачається два напрямки. Перше - посилення норм викидів забруднюючих речовин відпрацьованих газів, емісії шуму і витрати палива окремими видами транспорту. Друге - введення фіскальних інструментів економічної політики: розміри податків і зборів повинні відповідати наслідків впливу транспорту на навколишнє середовище [4].

Екологічна орієнтація транспортної політики Євросоюзу виражається в поступовій зміні і удосконалюванні інфраструктури транспорту. Пріоритетними напрямками розвитку транспортної інфраструктури є розробка транс'європейських повідомлень; ліквідація «вузьких місць»; інтеграція європейської транспортної мережі з периферійними регіонами території Євросоюзу і країнами Східної Європи, спрощення процедур міжнародного обміну; поліпшення сухопутно-морських повідомлень; відповідність принципам «сталого розвитку» [4].

Процес утвору єдиного ринку передбачає створення умов вільного переміщення людей, товарів, капіталу і інформації.

Зусилля Європейської Комісії зосереджені на визначенні напрямків автомобільних магістралей, по яких могли б ефективно і безпечно здійснюватися транспортні перевезення. При цьому підкреслюється, що процес інтеграції всіх транспортних мереж у транс'європейську мережу автомобілів буде вважатися закономірним, коли будуть вирішені завдання екологічного характеру.

Сучасні можливості зниження викидів забруднюючих речовин від автомобільного транспорту не забезпечують бажаний ступінь чистоти атмосферного повітря. Ці особливості ставлять проблему захисту атмосфери

від забруднення автотранспортом у ряд найбільш складних і актуальних проблем у сучасному місті.

У цей час відбувається значне посилення міжнародних норм, що стосуються охорони навколишнього середовища. Наприклад, для автотранспортних засобів типу ULEV (Ultra Low Emission Vehicles - транспорт із ультра низькою емісією) діючі норми викидів підсилилися в порівнянні з 50-мі роками для NO_x в 18 раз, CO в 51 раз, CH в 325 раз [5].

Європейські стандарти встановлюють норми для викидів забруднюючих речовин відпрацьованих газів нових автотранспортних засобів (АТЗ), проданих у ЄС. Ці стандарти визначаються рядом директив ЄС, які організують прогресивне їхнє введення.

У цей час викиди оксидів азоту (NO_x), вуглеводнів (CH), оксиду вуглецю (CO), твердих часток (ТЧ) регулюється для більшості типів АТЗ, включаючи автомобілі, вантажівки, поїзди, трактори і баржі, крім морських суден і літаків. Для кожного типу АТЗ застосовуються різні стандарти. Відповідність стандарту визначається при АТЗ або двигуном стандартизованого іспитового циклу. АТЗ не відповідних до стандарту не можуть продаватися в ЄС. Нові стандарти не ставляться до АТЗ які експлуатуються на дорогах.

Стандарти емісії для легкових автомобілів і легких АТЗ представлені в табл. 2.1-2.5. Починаючи з Euro 2, вводяться різні норми емісії для АТЗ, що працюють на бензині і дизелі. Для АТЗ, що працюють на бензині, норми викидів ТЧ не встановлюються до Euro 4, але для АТЗ, оснащених двигуном з безпосереднім вприскуванням Euro 5 і Euro 6 установлюють норми емісії ТЧ на рівні 0,005 г/км.

Таблиця 2.1

Європейські стандарти емісії для легкових автомобілів категорії M₁ у г/км

Ряд	Дата	CO	CH	Nox	CH+Nox	ТЧ
Дизель						
EM1	Січень 1989	2,72 (3,16)	-	-	0,97 (1,13)	0,14 (0,18)
Euro 2, IDI	Січень 1993	1,0	-	-	0,7	0,08
Euro 2, DI	Січень 1993	1,0	-	-	0,9	0,10
Euro 3	Грудень 1997	0,64	-	0,50	0,56	0,05
Euro 4	Січень 2003	0,50	-	0,25	0,30	0,025
Euro 5 (план)	Вересень 2009	0,50	-	0,18	0,23	0,005
Euro 6 (план)	Вересень 2014	0,50	-	0,08	0,17	0,005
Бензин						
EM1	Січень 1989	2,72 (3,16)	-	-	0,97 (1,13)	-
Euro 2	Січень 1993	2,2	-	-	0,5	-
Euro 3	Січень 1997	2,30	0,20	0,15	-	-
Euro 4	Січень 2003	1,0	0,10	0,08	-	-
Euro 5 (план)	Вересень 2009	1,0	0,10	0,06	-	0,005*
Euro 6 (план)	Вересень 2014	1,0	0,10	0,06	-	0,005*
*Застосовується тільки для АТЗ, оснащених двигунами з безпосереднім впорскуванням						

Таблиця 2.2

Європейські стандарти емісії для light commercial vehicles ≤1305 кг (категорії N1 - I) у г/км

Ряд	Дата	CO	CH	Nox	CH+Nox	ТЧ
Дизель						
Euro 1	Жовтень 1994	2,72	-	-	0,97	0,14
Euro 2, IDI	Січень 1998	1,00	-	-	0,70	0,08
Euro 2, DI	Січень 1998	1,00	-	-	0,90	0,10
Euro 3	Січень 2000	0,64	-	0,50	0,56	0,05
Euro 4	Січень 2005	0,50	-	0,25	0,30	0,025
Euro 5 (план)	Вересень 2009	0,50	-	0,18	0,23	0,005
Euro 6 (план)	Вересень 2014	0,50	-	0,08	0,17	0,005
Бензин						
Euro 1	Жовтень 1994	2,72	-	-	0,97	-
Euro 2	Січень 1998	2,20	-	-	0,50	-
Euro 3	Січень 2000	2,30	0,20	0,15	-	-
Euro 4	Січень 2005	1,00	0,10	0,08	-	-
Euro 5 (план)	Вересень 2009	1,00	0,10	0,06	-	0,005*
Euro 6 (план)	Вересень 2014	1,00	0,10	0,06	-	0,005*
* Застосовується тільки для АТЗ, оснащених двигунами з безпосереднім впорскуванням						

Таблиця 2.3 Європейські стандарти емісії для light commercial vehicles
1305 кг – 1760 кг (категорії N₁ – II) у г/км

Ряд	Дата	CO	CH	Nox	CH+Nox	ТЧ
Дизель						
Euro 1	Жовтень 1994	5,17	-	-	1,40	0,19
Euro 2, IDI	Січень 1998	1,25	-	-	1,00	0,12
Euro 2, DI	Січень 1998	1,25	-	-	1,00	0,12
Euro 3	Січень 2001	0,80	-	0,650	0,720	0,07
Euro 4	Січень 2006	0,63	-	0,330	0,390	0,04
Euro 5 (план)	Вересень 2010	0,63	-	0,235	0,295	0,005
Euro 6 (план)	Вересень 2015	0,63	-	0,105	0,195	0,005
Бензин						
Euro 1	Жовтень 1994	5,17	-	-	1,40	-
Euro 2	Січень 1998	4,00	-	-	0,65	-
Euro 3	Січень 2001	4,17	0,25	0,180	-	-
Euro 4	Січень 2006	1,81	0,13	0,100	-	-
Euro 5 (план)	Вересень 2010	1,81	0,13	0,075	-	0,005*
Euro 6 (план)	Вересень 2015	1,81	0,13	0,075	-	0,005*
* Застосовується тільки для АТЗ, оснащених двигунами з безпосереднім вприскуванням						

Таблиця 2.4
Європейські стандарти емісії для light commercial vehicles > 1760 кг max
3500 кг (категорії N₁ – III) у г/км

Ряд	Дата	CO	CH	Nox	CH+Nox	ТЧ
Дизель						
Euro 1	Жовтень 1994	6,90	-	-	4,90	0,25
Euro 2, IDI	Січень 1998	1,50	-	-	0,96	0,17
Euro 2, DI	Січень 1998	1,50	-	-	0,96	0,20
Euro 3	Січень 2001	0,95	-	0,780	0,86	0,10
Euro 4	Січень 2006	0,95	-	0,390	0,46	0,06
Euro 5 (план)	Вересень 2010	0,74	-	0,280	0,350	0,005
Euro 6 (план)	Вересень 2015	0,74	-	0,125	0,215	0,005
Бензин						
Euro 1	Жовтень 1994	6,90	-	-	1,7	-
Euro 2	Січень 1998	5,00	-	-	0,8	-
Euro 3	Січень 1998	5,22	0,29	0,210	-	-
Euro 4	Січень 2001	2,27	0,16	0,110	-	-
Euro 5 (план)	Вересень 2006	2,27	0,16	0,082	-	0,005*
Euro 6 (план)	Вересень 2010	2,27	0,16	0,082	-	0,005*
* Застосовується тільки для АТЗ, оснащених двигунами з безпосереднім вприскуванням						

Стандарти емісії для вантажних АТЗ і автобусів представлені в табл. 3.5. На відміну від легкових автомобілів, для яких норми визначені в г/км, для вантажних АТЗ вони визначені в г/(квт•ч), і тому їх значення не можуть рівнятися.

Таблиця 2.5

Європейські стандарти емісії для дизельних двигунів вантажних АТЗ у
г/(кВт•ч), димність у м⁻¹

Ряд	Дата	Тест циклу	CO	CH	Nox	ТЧ	Димність
Euro 1	1992, < 85 кВт	ECE R-49	4,5	1,1	8,0	0,612	
	1992, > 85 кВт		4,5	1,1	8,0	0,36	
Euro 2	Жовтень 1996		4,0	1,1	7,0	0,25	
	Жовтень 1998		4,0	1,1	7,0	0,15	
Euro 3	Жовтень 1999 тільки Evvs	ESC & ELR	1,0	0,25	2,0	0,02	0,15
	Жовтень 2000	ESC & ELR	2,1	0,66	5,0	0,10 0,13*	0,8
Euro 4	Жовтень 2005		1,5	0,46	3,5	0,02	0,5
Euro 5	Жовтень 2008		1,5	0,46	2,0	0,02	0,5
* Для двигунів із працюючим обсягом циліндра менше 0,75 дм ³ і номінальною частотою обертання більш ніж 3000 хв ⁻¹							

3. ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА СЕВЕРОДОНЕЦЬК

Для визначення викидів від автотранспорту на автомагістралях міста і загазованості атмосфери ми досліджували особливості розподілу автотранспортних потоків: їх состав і інтенсивність.

Метою дослідження є одержання первинних даних про состав автотранспортних потоків і інтенсивності руху.

Територіальні відмінності состава і інтенсивності транспортних потоків залежать від площі і поперечних розмірів міста, чисельності населення, схеми планування вулично-дорожньої мережі, особливостей розташування промислових підприємств, автогосподарств, автозаправних станцій і станцій техобслуговування.

Тимчасові відмінності в значній мірі пов'язані з режимом роботи промислових підприємств і установ міста і із кліматичними особливостями району, у якому розташовано місто. Вибрані автомагістралі були нанесені на карту – схему міста. Інтенсивність руху автотранспорту використовується для розрахунків викидів забруднюючих речовин відпрацьованих газів автотранспорту. На основі розрахунків викидів і загазованості атмосфери побудована розрахункова карта забруднення повітряного простору міста, а також зроблена оцінка стану повітряного середовища міста на основі існуючих:

- а) транспортно-планувальних розв'язків;
- б) кількісної і якісної характеристик автотранспортних потоків;
- в) організації дорожнього руху в місті.

Визначені зони і ділянки, де рівні загазованості вище гранично припустимих норм, зроблений аналіз причин, що викликали ці перевищення і перелік можливих інженерно-технічних заходів щодо усунення наднормативного впливу автотранспорту.

Оцінка рівня забруднення повітряного середовища міста відпрацьованими газами виконана на основі розрахункового прогнозу.

Дані по составу і інтенсивності автотранспортного руху, отримані в результаті обстеження вулично-дорожньої мережі міста.

3.1 Методика дослідження інтенсивності руху.

По карті-схемі міста виділені основні автомагістралі. При виборі типізація автомагістралей не проводилася, уважаючи в першому наближенні, що умови розсіювання забруднюючих речовин характерні для відкритого простору. Це відповідає відкритій забудові, тобто будинок перебуває на відстані більш 50 м від проїзної частини дороги.

У якості розрахункової ухвалюється інтенсивність руху різних типів автомобілів у змішаному потоці відповідно до Посібника з визначення пропускної здатності автомобільних доріг, з обліком п. 1.5 СНІП 2.05.02-85.

Для визначення характеристик автотранспортних потоків на деяких ділянках вулично-дорожньої мережі зроблений облік проїжджаючих автотранспортних засобів в обох напрямках з підрозділом їх на групи по типу потужності двигуна і виду використовуваного палива. Групи автомобілів представлено в таблиці 3.1. Безпосередній підрахунок кількості автотранспортних засобів в одному напрямку руху проведений протягом 30 хвилин. Підрахунок проводився в період з 8 до 9, з 13 до 14 і з 17 до 18 годин. Результати фіксувалися в протоколі.

Середня інтенсивність руху різних типів автомобілів у змішаному потоці визначена по формулі:

$$N_{\text{ср}} = \frac{1}{3}(N_1 + N_2 + N_3), \text{ ед./ч.}, \quad (3.1)$$

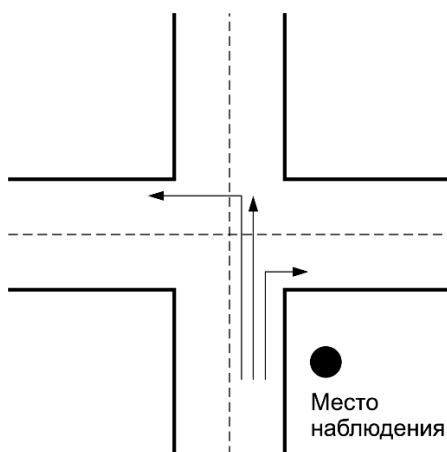
де N_1 , N_2 , N_3 - інтенсивність, розрахована у відповідності ранком, днем і ввечері, ед./ч.

Таблиця 3.1

Середня експлуатаційна витрата палива для обраних типів автомобілів

Вид автомобіля	Середня експлуатаційна витрата палива л/км	Щільність палива, кг/л	Середня експлуатаційна витрата палива, кг/км
1 Легкові автомобілі бензинові	0,09	0,77	0,07
2 Легкові автомобілі дизельні	0,08	0,84	0,07
3 Малі вантажні автомобілі бензинові (до 5 тонн)	0,16	0,77	0,12
4 Вантажні автомобілі бензинові (6 тонн і більш)	0,33	0,77	0,25
5 Вантажні автомобілі дизельні	0,34	0,84	0,29
6 Малі автобуси бензинові	0,16	0,77	0,12
7 Малі автобуси дизельні	0,11	0,84	0,09
8 Малі автобуси ЗПГ	0,16 м ³ /км	0,71 кг/м ³	0,11
9 Автобуси бензинові	0,37	0,77	0,28
10 Автобуси дизельні	0,28	0,84	0,24
11 Автобуси ЗПГ	0,37 м ³ /км	0,71 кг/м ³	0,26

Місцезнаходження одного спостерігача і напрямку руху врахованих машин показане на мал. 3.1.



Малюнок 3.1 - Схема обліку автотранспортних засобів.

3.2 Визначення викидів забруднюючих речовин від автотранспортних магістралей міста

Визначення маси основних забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу автомобілями в експлуатаційних умовах, проводилося за методикою розрахунків викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами. Основою для розрахунків маси забруднюючих речовин є маса палива, споживаного автомобілями, величина якої враховує вплив експлуатаційних факторів. Для умов автомагістралі маса палива (бензину, дизельного палива, зрідженого природного газу) визначається через інтенсивність руху і виражається в одиницях маси за одиницю часу і пробігу по загальній формулі:

$$G = \sum_{i=1}^n (G_i N_i), \text{ кг/(км} \cdot \text{год)}, \quad (3.2)$$

де G_i - середня експлуатаційна витрата палива для даного типу автомобіля, кг/км; вибирається по таблиці 3.1;

N_i - середня розрахункова інтенсивність руху для даного типу автомобіля, ед./ч.

Маса бензину для легкових автомобілів:

(3.3)

Маса бензину для інших автомобілів:

$$G_{\text{Б}} = G_2 N_2 + G_4 N_4 + G_6 N_6 + G_9 N_9, \text{ кг/(км} \cdot \text{год)}. \quad (3.4)$$

Маса дизельного палива:

$$G_{\Pi} = G_2 N_2 + G_5 N_5 + G_7 N_7 + G_{10} N_{10}, \text{ Кг/(Км} \cdot \text{Год)}. \quad (3.5)$$

Маса зрідженого природного газу:

$$(3.6)$$

Групування по виду палива для визначення маси палива що витрачається транспортним потоком, по формулах (3.2) - (3.6) виконане для спрощення визначення маси викидів забруднюючих речовин за методикою, тому що питомі викиди відповідають виділеним групам.

Визначення викидів забруднюючих речовин по витраченому паливу використовується для орієнтовної оцінки.

Маса викиду j забруднюючого речовини автотранспортним потоком, який має n груп автомобілів k -ГО типу, визначаємо по модифікованій для умов транспортного потоку залежності формулі [6]:

$$M_j = 2,27 \cdot 10^{-4} \sum_{i=1}^k (g_i G_i K_i), \text{ мг/(м} \cdot \text{с)}, \quad (3.7)$$

де g_i - питомі викиди j забруднюючого речовини в одиниці маси палива, споживаного автомобілями k -го типу в умовах руху в містах і населених пунктах, кг/т; прийmemo по [6], значення представлені в таблиці 3.2;

K_T - коефіцієнт, що враховує вплив технічного стану автомобілів на величину питомих викидів оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту і сажі; прийmemo по [6]. Для диоксида сірки SO_2 цей коефіцієнт рівний 1,0, значення інших речовин представлено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.2

Значення питомих викидів забруднюючих речовин (кг/т)

Вид палива	CO	CH	Nox	ТЧ	SO ₂
Бензин (легкові автомобілі)	233	33,5	16,37	—	0,6
Бензин	233	56,9	16,37	—	0,6
Дизельне паливо	41,5	6,93	29,6	3,85	5
Зріджений природний газ	92	30,8	23,2	—	—

Таблиця 3.3

Значення коефіцієнта **впливу** на питомі викиди забруднюючих речовин технічного **стану** автомобілів

Вид палива	CO	CH	Nox	ТЧ	SO ₂
Бензин (легкові автомобілі)	1,5	1,5	0,9	—	1
Бензин	1,7	1,8	0,9	—	1
Дизельне паливо	1,5	1,4	0,95	1,8	1
Зріджений природний газ	1,7	1,8	0,9	—	—

3.3. Визначення концентрації забруднюючих речовин від автотранспортних магістралей міста

Для проведення досліджень по СНІП 2.01.01-82 «Будівельна кліматологія і геофізика» обрані дані про клімат міста.

Максимальна середня швидкість по румбах за січень становить 6,8м/с; мінімальна із середніх швидкостей по румбах за липень - 0 Повторюваність штилів: у січні 19%; у липні 27%.

Територія міста по метеорологічних умовах становиться до зони (3) підвищеного потенціалу забруднення, яка характеризується повторюваністю слабких вітрів і туманів від 10 до 20%, приземних інверсій до 40% [7].

Розрахунки рівня загазованості повітря вулиць і доріг відпрацьованими газами автомобілів проводилися по основним компонентам, що втримуються відпрацьованими газами автомобілів (оксиду вуглецю, діоксиду азоту, вуглеводнів, твердим часткам і діоксиду сірки), залежно від інтенсивності і швидкості транспортного потоку, планувальної ситуації і метеорологічних факторів.

Для розрахунків концентрацій забруднюючих речовин на різному видаленні від краю магістралі використовували статистичну модель Гаусового розподілу концентрації речовин в атмосфері на невеликих висотах [8].

Концентрація забруднень атмосферного повітря оксидом вуглецю, окислами азоту, вуглеводнями, твердим часткам і діоксидом сірки уздовж автомобільної дороги визначається по формулі:

$$C_j = \frac{2M_j}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V \cdot \sin\phi} + F_j, \text{ мг/м}^3, \quad (3.8)$$

де C_j - концентрація j забруднюючого речовини в повітрі, мг/м^3 ;

σ - стандартне відхилення Гаусово розсіювання у вертикальному напрямку, м; прийmemo по таблиці 3.4 для сильної сонячної радіації;

V - швидкість вітру, що переважає в розрахунковий місяць літнього періоду, м/с ;

ϕ - кут, що полягає по напрямкові вітру до осі дороги. При куті менш 30 градусів - коефіцієнт 0,5. Для гірших умов прийmemo $\sin\phi = 0,5$;

F_j - фонова концентрація j забруднюючого речовини в повітрі, мг/м^3 ;
приймемо $F = 0$.

Таблиця 3.4

Значення стандартного Гаусового відхилення σ при видаленні від краю проїзної частини

Сонячна радіація	Значення стандартного Гаусового відхилення σ при видаленні від краю проїзної частини в метрах								
	10	20	40	60	80	100	150	200	250
Сильна	2	4	6	8	10	13	19	24	30
Слабка	1	2	4	6	8	10	14	18	22

Примітка: Сильна сонячна радіація відповідає ясній сонячній погоді, слабка - похмурої (у т.ч. дощовій). Величина повинна ухвалюватися в розрахунковий період найбільшої інтенсивності руху (літній період). Рівень сонячної радіації ухвалюється залежно від того, яка погода превалює в розрахунковий місяць.

Високий рівень загазованості атмосферного повітря забруднюючими речовинами відпрацьованих газів автомобілів виникає при штилі, коли

швидкість вітру близька до нуля [8]. У місті повторюваність штилів висока (у липні 27%). У таких умовах для оцінки екологічної ситуації в умовах слабого провітрювання міських територій слід ухвалювати розрахункову швидкість вітру від 0,5 до 1,0 м/с при його напрямку поперек. У розрахунках концентрації забруднюючих речовин по формулі (3.8) приймемо швидкість вітру $V = 0,5$ м/с.

Для зручності розрахунків стандартного Гаусовського відхилення для сильної сонячної радіації дані таблиці 3.4 апроксимували ($R^2 = 0,9987$) наступним рівнянням

$$\sigma = -0,00001x^2 + 0,1176x + 1,159, \text{ м}, \quad (3.9)$$

де x - видалення від краю проїзної частини, м.

Гранично припустимі концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі представлено в таблиці 3.5, а розрахунки кількості АТЗ представлено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.5

Максимально разові гранично припустимі концентрації (ПДК) в атмосферному повітрі населених пунктів

Речовина	ПДК, мг/м ³
Вуглецю оксид	5,000
Вуглеводні (бензин нафтовий, малосерністі в перерахуванні на вуглець)	5,000
Азоту диоксид	0,085
Сажа	0,150
Ангідрид сірчистий	0,500

Результати розрахунків показали, що перевищення гранично припустимої концентрації на краю магістралі на найбільш навантажених дорогах спостерігається: оксиду вуглецю в 4, 5 рази; оксидів азоту більш 16 раз. Зона від краю дороги до лінії нормативного стану атмосферного повітря характеризується як зона з підвищеним рівнем забруднення по оксиду вуглецю. Для інших речовин результати розрахунків показали наступне: у

краю магістралі на найбільш навантажених дорогах спостерігається концентрація вуглеводнів досягає 0,76 ПДК; сажі - до 0,52 ПДК; диоксиду сірки - до 0,18 ПДК. Слід зазначити, що концентрація вуглеводнів (незгоріле паливо) і сажі відповідають нормативам, однак небезпечні для здоров'я населення.

Таблиця 3.6

Розрахунки кількості АТЗ

Назва	проспект Хіміків – вул. Богдана Ліщини	вул. Сметаніна - вул. Богдана Ліщини	проспект Хіміків – Обіздна вулиця	проспект Космонавтів – вул. Новікова	Гвардійський проспект – проспект Центральний
Середня розрахункова інтенсивність руху автомобілів, ед. за добу					
Легкові бензинові	1340	1124	1339	1288	1377
Легкові дизельні	26	38	40	41	30
Малі вантажні бензинові	15	11	9	5	11
Вантажні бензинові	10	1	1		
Вантажні дизельні	44	1	1	1	1
Малі автобуси бензинові	65	63	64	32	64
Малі автобуси дизельні	84	215	120	121	136
Малі автобуси ЗПГ	80	241	287	275	340
Автобуси бензинові	4	5	11	9	4
Автобуси дизельні	9	13	9	4	
Автобуси ЗПГ		5	4	4	8
Сумарна інтенсивність	1677	1717	1885	1780	1971
Витрата палива, кг/(км·ч)					
Бензин (легкові)	93,80	78,68	93,73	90,16	96,39
Бензин	13,22	10,53	12,09	6,96	10,12
Дизельне паливо	24,30	25,42	16,05	15,01	14,63
ЗПГ	8,80	27,81	32,61	31,29	39,48

4. ЗАХОДИ ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА

Зусилля уряду повинні бути зосереджені на визначенні напрямків автомобільних магістралей, по яких могли б ефективно і безпечно здійснюватися транспортні перевезення з урахуванням розв'язку завдань екологічного характеру. У цьому зв'язку актуальним є розвиток дорожньої мережі міста з урахуванням розвитку транспортної інфраструктури всього регіону, що у свою чергу дозволить розвантажити основні магістралі міста. Розв'язок такого завдання в цьому ключі дозволить поліпшити екологічний стан атмосфери. Найважливішим напрямком захисту атмосфери міста є державний контроль джерел забруднення атмосферного повітря з метою одержання об'єктивної інформації про викиди забруднюючих речовин в атмосферу промисловими підприємствами і транспортом і оцінці відповідності фактичних значень викидів установленим нормативам. Цей напрямок передбачає розвиток системи моніторингу стану атмосферного повітря, основну роль у якому повинні виконувати стаціонарні і маршрутні пости спостереження.

При впровадженні природоохоронних заходів щодо зниження забруднення атмосферного повітря особлива увага необхідно приділити оксидам азоту. Як показали результати розрахунків, саме оксиди азоту визначають рівень забруднення атмосфери міста автомобільним транспортом.

Пропонуються наступні методи обмеження викидів для експлуатованих автотранспортних засобів:

а) для забезпечення впровадження довгострокових систем, призначених для обмеження викидів, слід приділяти особлива увага нормам викидів, які не повинні перевищуватися протягом «повного корисного строку

експлуатації» автотранспортного засобу. Для задоволення цієї вимоги необхідні програми контролю. У рамках таких програм на виробників покладає відповідальність за зняття з виробництва автотранспортних засобів, не відповідних до необхідних стандартів. Для того щоб у власників транспортних засобів не виникало проблем, пов'язаних з якістю, виробники повинні давати гарантію на вузли встаткування, призначені для обмеження викидів;

б) програми технічного контролю і обслуговування виконують важливу допоміжну функцію. Шляхом проведення безпосереднього контролю застосування встановлених норм або з використанням засобів масової інформації ці програми можуть сприяти проведенню регулярного технічного огляду і ремонту і перешкоджати порушенню роботи або виводу з ладу власниками автотранспортних засобів вузлів устаткування, призначених для обмеження викидів. У ході технічного контролю проводиться необхідна перевірка;

в) більш високий рівень контролю над ефективністю роботи встаткування для обмеження викидів може досягатися за допомогою бортових систем діагностики (БСД), які забезпечують контроль над функціонуванням вузлів для обмеження викидів, зберігання кодів ушкоджень для наступних запитів і попередження водія про несправність і необхідності ремонту.

ВИСНОВОК

Аналіз результатів попередніх розрахунків викидів, зроблений на основі отриманих нами даних по валових викидах забруднюючих речовин в атмосферу від автотранспорту, свідчить про те, що зони рівнів забруднення атмосферного повітря можуть бути, показані для двох речовин: диоксиду азоту і бенз(а)пирену. Для речовин, які залишилися, забруднення істотне тільки близько краю дороги, однак потрібно відзначити, що при фоновому забрудненні від промислових підприємств і на ділянках доріг із закритою забудовою уздовж них і поганим провітрюванням забруднення цими речовинами може виявитися істотним і на віддаленні від краю дороги.

Також визначені состав і інтенсивності руху автотранспортних потоків у різних районах міста та розраховані гранично припустимі концентрації шкідливих речовин на краю автомагістралей на найбільш навантажених дорогах.

Так результати розрахунків показали, що перевищення гранично припустимої концентрації (ПДК): оксиду вуглецю в 4, 5 рази; оксидів азоту більш 16 раз. Для інших речовин спостерігається концентрація вуглеводнів 0,76 ПДК; сажі - до 0,52 ПДК; диоксида сірки - до 0,18 ПДК.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В., Промышленно-транспортная экология: Учеб. для вузов./ Под ред. В.Н. Луканина. – М.; Высш. шк., 2001. – 273 с.
2. Транспорт и окружающая среда / Под ред. М. М. Болбаса. – Минск: Технопринт, 2003. – 262 с.
3. Меркиш Е.Л., Игнатов О.Р. Некоторые проблемы в твердых частиц в ДВС. Вісник СНУ им. В. Даля. №6(40), Видавництво СНУ, Луганськ, 2001.- с.197-201.
4. H.St. Siedenfus: Ecologiczne aspekty polityki transportowej Unii Europejskiej. Materiały Konferencyjne TRANS'97, SGN Kolegium Gospodarki Światowej, Warszawa 17—19 październik, 1997.
5. Merkisz J/ Ekologiczne problem silnikow spalinowych/ Tom 1/ Wydawnictwo Politechniki Poznanskey, Poznan, 1998r.
6. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ передвижными источниками. — Донецк: УкрНТЭК, 1999. — 107 с.
7. Экологическая безопасность транспортных потоков / А.Б. Дьяков, Ю.В. Игнатьев, Е.П. Кошнин и др.; Под ред. А.Б. Дьякова. — М.: Транспорт, 1989. — 128 с
8. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов. 1995.

АНОТАЦІЯ

Забруднення атмосферного повітря міст викидами відпрацьованими газами від автомобільного транспорту є найбільшою екологічною проблемою, тому що їхній обсяг, який припадають на автотранспорт, становить у деяких містах до двох треті від сумарних викидів в атмосферу. Тому дослідження забруднення атмосферного повітря великих міст є актуальним науково-практичним і соціальним завданням, внаслідок великого кількості автотранспорту і промислових підприємств.

Метою роботи є одержання первинних даних про викиди шкідливих речовин відпрацьованих газів від автомобілів залежно від складу і інтенсивності руху автотранспортних потоків у місті Сєверодонецьк.

В роботі проаналізовані негативні наслідки забруднення атмосферного повітря міст від автомобільного транспорту.

Розглянути європейські норми емісії забруднюючих речовин від автомобільного транспорту.

Виконано аналіз руху транспортних потоків у різних районах міста та зроблені попередні розрахунки кількості шкідливих речовин відпрацьованих газів від автомобілів що потрапляє у атмосферне повітря.

Наукова робота містить вступ, чотири основні розділи та висновок. Пояснювальна записка містить 29 аркушів, 10 таблиць, 1 рисунок, 8 використаних джерел.

ВИКИДИ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН, ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ, АВТОТРАНСПОРТНІ ПОТОКИ, ІНТЕНСИВНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНОГО РУХУ, АВТОТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ