

## ДИНАМІКА ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРУ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

© Василь Друзюк<sup>1</sup>, Володимир Погребенник<sup>2</sup>, Юрій Сікач<sup>1</sup>, 2009

<sup>1</sup>ДП “Львівський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації”,  
вул. кн. Романа, 38, 79005, Львів, Україна

<sup>2</sup>Державний університет “Львівська політехніка”, кафедра захисту інформації,  
вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

*Проаналізовано тенденції щодо зміни кількості викидів забруднювальних речовин в атмосферу у Львівській області. Охарактеризовано темпи зростання викидів забруднювальних речовин зі стаціонарних та пересувних джерел забруднення в атмосферу.*

*Проанализированы тенденции относительно изменения количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу во Львовской области. Представлены темпы роста выбросов загрязняющих веществ из стационарных и передвижных источников загрязнения в атмосферу.*

*Article contains the analysis of changes of the pollutant emissions in the atmosphere of Lviv region. Represented increasing tempos of the pollutant emissions that are caused by stationary and movable sources of pollution in atmosphere.*

**Вступ.** Навколишнє середовище – істотний фактор нашого благополуччя. Його зміни впливають на всіх нас. Нині екологи констатують порушення природної рівноваги і спотворення ландшафтів, загрозу кліматичних аномалій, забруднення атмосфери, морських акваторій і прісних водоймищ, руйнування ґрунтових покривів.

Велике занепокоєння викликає забруднення атмосфери, адже атмосфера – це повітря, яким ми дихаємо, це захист планети від згубної сонячної радіації і один із регуляторів температури навколишнього середовища. Життєво важливим є регулярне вимірювання параметрів повітря з метою:

- визначення рівня “парникових газів”;
- спостереження за еволюцією можливості атмосфери захищати людство від сонячної радіації;
- визначення небезпечних промислових та транспортних викидів.

Значення стану атмосфери сьогодні є актуальнішим, ніж будь-коли, оскільки воно допомагає нам спостерігати за змінами такого стану і оцінити можливі наслідки цих впливів та вчасно реагувати на ці зміни. І тут нам на допомогу приходить метрологія як наука про вимірювання, яка уможливує надійний моніторинг якісного стану атмосфери на основі результатів вимірювання. Основна мета моніторингу – інформаційна. Особливість екологічного моніторингу

та, що він орієнтований на конкретні проблеми місцевого населення і тісно пов'язаний з контролем, вживанням заходів на основі отриманої інформації.

**Мета роботи** – оцінювання тенденції зміни кількісних характеристик викидів забруднювальних речовин в атмосферу зі стаціонарних та пересувних джерел у Львівській області.

**Викиди забруднювальних речовин в атмосферу у Львівській області.** Розглянемо табл. 1, в якій наведено динаміку викидів найпоширеніших забруднювальних речовин, зокрема металів та їх сполук, стійких органічних забруднювачів, оксиду вуглецю, діоксиду та інших сполук сірки, оксидів азоту, речовин у вигляді суспендованих твердих частинок, вуглеводнів, легких органічних сполук.

Забруднення атмосферного повітря призводить до погіршення санітарно-гігієнічних показників: збільшується частота туманів, зменшується видимість і прозорість для ультрафіолетового випромінювання. Погіршуються санітарно-побутові умови життя населення, спостерігається негативний вплив на розвиток рослин та організм людини. Тумани збільшують охолоджувальність тіла, гнітюче впливають на настрій та самопочуття людей. Збільшення кількості пилу в

атмосфері зменшує її прозорість і видимість. Пил і сажа проникають у приміщення, забруднюючи їх. Це призводить до того, що мешканці менше провітрюють свої помешкання, а отже, менше вдихають свіжого повітря. Пил може спричинювати захворювання на туберкульоз, сибірку, призводити до атрофії та ерозії слизової оболонки носа й носоглотки, катару бронхів, трахеї, загострення туберкульозу легенів, нападів бронхіальної астми. Пил може сорбувати й нести на собі канцерогенні, мутагенні, токсичні та радіоактивні речовини. Забруднення споруд і будинків попелом, сажею та смолами призводить до того, що сірчисті сполуки руйнують будівельні матеріали і призводять до корозії металів [3].

Забруднення атмосфери вражають фруктові дерева та трав'яний покрив. Для рослин особливо небезпечними є сірчистий газ, хлор, фтор, пил і смолисті речовини. Отруйні гази токсично діють на протоплазму рослинних клітин, сірчистий газ пригнічує процеси фотосинтезу. Пил і сажа закупорюють пори клітин рослин, ускладнюють доступ сонячних променів до хлоропластів. У лісах, які задимлюються промисловими підприємствами, зникають бджоли, птахи, звірі.

Оксиди сульфуру і нітрогену, що потрапили в атмосферу, окиснюються, і, сполучаючись з водою, утворюють туманоподібні краплини сульфатної та нітратної кислот. Переносяться вітрами, вони випадають разом з дощем, який має кислу реакцію. Кислотними називають опади, якщо значення їх рН становить менш ніж 7,0. Під впливом кислотних опадів відбувається закиснення водойм і ґрунтів, деградація флори і фауни.

Табл. 2 ілюструє результати досліджень викидів забруднювальних речовин в області у населених пунктах зі стаціонарних та пересувних джерел забруднення [1].

Найбільший відсоток забруднення атмосферного повітря області від стаціонарних джерел припадає на підприємства Кам'яно-Бузького, Миколаївського, Сокальського, Жидачівського, Бродівського районів та міст Львова, Дрогобича і Червонограда, де розміщені основні забруднювачі атмосферного повітря – Добротвірська ТЕС ВАТ “Західенерго”, АТ НПК “Галичина”, ВАТ “Миколаївцемент”, УМГ “Львівтрансгаз”, ВАТ “Жидачівський ЦПК”, ДП “Львівгазвидобування”, ЗАТ “Львівсистеменерго”.

Таблиця 1

Динаміка викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря

| Назва забруднювальної речовини                       | 2004 рік | 2005 рік | 2006 рік |
|------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| 1                                                    | 2        | 3        | 4        |
| <b>Викиди забруднювальних речовин, разом, тис. т</b> | 181,2    | 187,625  | 206,731  |
| зокрема від:                                         |          |          |          |
| <b>1. Стаціонарних джерел:</b>                       | 89,9     | 95,822   | 110,631  |
| метали та їх сполуки                                 | 0,028    | 0,030    | 0,044    |
| стійкі органічні забруднювачі                        | 0,087    | 0,006    | 0,003    |
| оксид вуглецю                                        | 8,2      | 8,669    | 9,536    |
| діоксид та інші сполуки сірки                        | 37,9     | 40,629   | 46,219   |
| оксиди азоту                                         | 7,7      | 8,272    | 8,982    |
| речовини у вигляді суспендованих твердих частинок    | 16,249   | 17,289   | 19,592   |
| леткі органічні сполуки                              | 6,2      | 5,602    | 4,691    |
| <b>2. Пересувних джерел:</b>                         | 91,3     | 91,7     | 96,1     |
| сірчистий ангідрид                                   | 0,5      | 0,502    | 0,53     |
| оксиди азоту                                         | 6,2      | 6,227    | 6,525    |
| оксид вуглецю                                        | 68,5     | 68,8     | 72,075   |
| вуглеводні                                           | 11,8     | 11,85    | 12,425   |
| леткі органічні сполуки                              | -        | -        | -        |
| речовини у вигляді суспендованих твердих частинок    | 0,5      | 0,502    | 0,526    |
| зокрема від:                                         | 87,5     | 87,8     | 92,0     |
| <b>2.1. Автомобільного транспорту:</b>               |          |          |          |
| сірчистий ангідрид                                   | 0,5      | 0,542    | 0,640    |
| оксиди азоту                                         | 6,2      | 6,317    | 7,031    |
| оксид вуглецю                                        | 68,5     | 68,823   | 71,586   |
| вуглеводні                                           | 11,8     | 11,756   | 12,050   |
| леткі органічні сполуки                              | -        | -        | -        |
| речовини у вигляді суспендованих твердих частинок    | 0,5      | 0,51     | 0,629    |

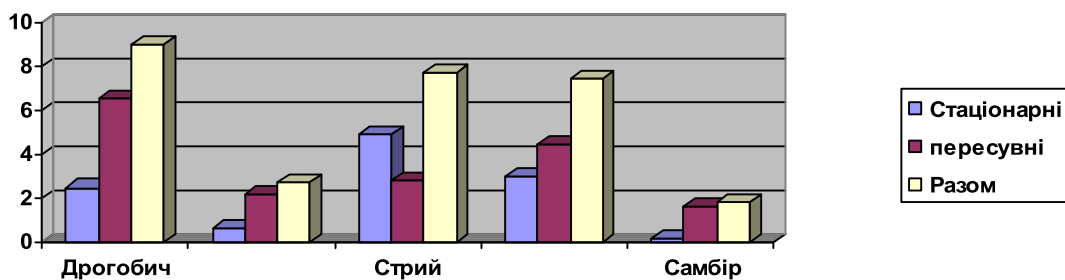


Рис. 1. Викиди забруднювальних речовин у повітря декількох міст області

Таблиця 2

Викиди забруднювальних речовин в атмосферу у Львівській області

| Населені пункти       | 2006 р.      |                     |               |               |               |            |                         |
|-----------------------|--------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|------------|-------------------------|
|                       | разом        | зокрема             |               |               |               |            | Пересувні джерела, тонн |
|                       |              | Стационарні джерела |               |               |               |            |                         |
|                       |              | разом               | зокрема       |               |               |            |                         |
|                       |              | пил                 | діоксид сірки | діоксид азоту | оксид вуглецю |            |                         |
| <b>Львівська обл.</b> | <b>200,3</b> | <b>110,6</b>        | <b>19,6</b>   | <b>46,4</b>   | <b>8,9</b>    | <b>9,5</b> | <b>89,7</b>             |
| м. Львів              | 49,37        | 2,2                 | 0,2           | 0,7           | 0,8           | 0,5        | 47,17                   |
| м. Борислав           | 2,75         | 0,6                 | 0,05          | 0,14          | 0,03          | 0,1        | 2,15                    |
| м. Дрогобич           | 9,02         | 2,5                 | 0,01          | 0,4           | 0,2           | 0,2        | 6,52                    |
| м. Самбір             | 1,8          | 0,2                 | 0,02          | 0,01          | 0,08          | 0,09       | 1,60                    |
| м. Стрий              | 7,7          | 4,9                 | 0,05          | 0,001         | 0,8           | 1,8        | 2,80                    |
| м. Червоноград        | 7,44         | 3,0                 | 0,5           | 1,5           | 0,3           | 0,8        | 4,44                    |
| Бродівський р-н       | 3,73         | 0,9                 | 0,03          | 0,02          | 0,04          | 0,07       | 2,83                    |
| Буський р-н           | 2,45         | 0,3                 | 0,01          | 0,09          | 0,1           | 0,07       | 2,15                    |
| Городоцький р-н       | 7,64         | 4,5                 | 0,004         | 0             | 0,2           | 0,3        | 3,14                    |
| Дрогобицький р-н      | 5,23         | 2,0                 | 0,003         | 0             | 0,2           | 0,2        | 3,23                    |
| Жидачівський р-н      | 4,33         | 0,8                 | 0,2           | 0,2           | 0,2           | 0,2        | 3,53                    |
| Жовківський р-н       | 5,11         | 0,3                 | 0,03          | 0,2           | 0,03          | 0,07       | 4,81                    |
| Золочівський р-н      | 3,95         | 0,4                 | 0,1           | 0,1           | 0,03          | 0,05       | 3,55                    |
| Кам.-Бузький р-н      | 63,60        | 60,9                | 14,9          | 41,6          | 3,6           | 0,5        | 2,70                    |
| Миколаївський р-н     | 7,57         | 4,5                 | 2,8           | 0,2           | 1,0           | 0,5        | 3,07                    |
| Мостиський р-н        | 3,35         | 0,9                 | 0,03          | 0             | 0,03          | 0,1        | 2,45                    |
| Перемишлянський р-н   | 7,36         | 5,5                 | 0,002         | 0             | 0,01          | 0,02       | 1,86                    |
| Пустомитівський р-н   | 5,6          | 0,4                 | 0,04          | 0             | 0,02          | 0,03       | 5,20                    |
| Радехівський р-н      | 3,55         | 0,8                 | 0,09          | 0,07          | 0,1           | 0,6        | 2,75                    |
| Самбірський р-н       | 3,45         | 0,5                 | 0,03          | 0,04          | 0,02          | 0,09       | 2,95                    |
| Сколівський р-н       | 2,12         | 0,05                | 0,004         | 0,003         | 0             | 0,02       | 2,07                    |
| Сокальський р-н       | 7,56         | 2,9                 | 0,3           | 1,9           | 0,2           | 0,5        | 4,66                    |
| Ст. Самбірський р-н   | 3,33         | 0,2                 | 0,05          | 0,03          | 0,03          | 0,05       | 3,13                    |
| Стрийський р-н        | 13,03        | 9,6                 | 0,08          | 0,1           | 0,8           | 2,3        | 3,43                    |
| Турківський р-н       | 2,11         | 0,05                | 0,001         | 0             | 0             | 0          | 2,06                    |
| Яворівський р-н       | 6,31         | 1,3                 | 0,03          | 0,04          | 0,08          | 0,2        | 5,01                    |

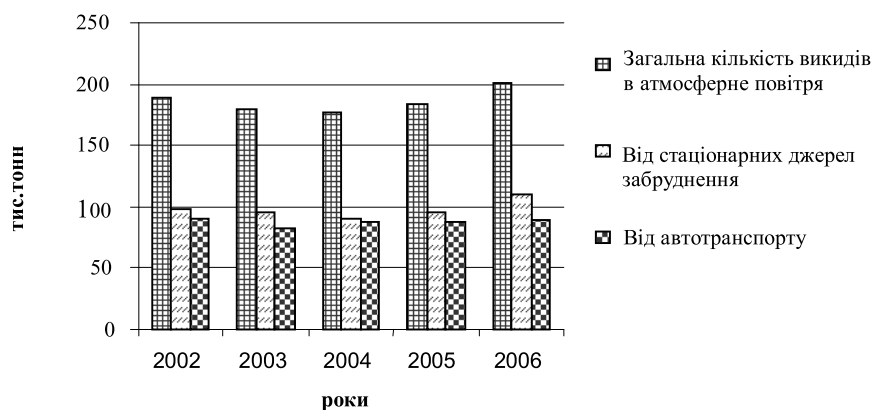


Рис. 2. Динаміка валових викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря Львівщини

Таблиця 3

## Викиди забруднювальних речовин в атмосферу від автотранспорту у Львівській області

| Райони, міста обласного значення | 2006 р. | 2007 р.  | 2007 р. у % до 2006 р. |
|----------------------------------|---------|----------|------------------------|
|                                  | кг      |          |                        |
| Львівська обл.                   | 89700   | 142567,5 | 158,9                  |
| м. Львів                         | 47171,9 | 49388,1  | 104,7                  |
| м. Борислав                      | 2150,8  | 2264,4   | 105,3                  |
| м. Дрогобич                      | 6519,6  | 7136,6   | 109,5                  |
| м. Моршин                        | 387,3   | 413,2    | 106,7                  |
| м. Н. Розділ                     | 1164,0  | 1261,8   | 108,4                  |
| м. Трускавець                    | 1511,4  | 1621,4   | 107,3                  |
| м. Самбір                        | 1599,8  | 1766,1   | 110,4                  |
| м. Стрий                         | 2804,8  | 3682,7   | 131,3                  |
| м. Червоноград                   | 4438,7  | 4739,8   | 106,8                  |
| Бродівський р-н                  | 2835,9  | 3064,9   | 108,1                  |
| Буський р-н                      | 2151,1  | 2269,6   | 105,5                  |
| Городоцький р-н                  | 3142,6  | 3403,7   | 108,3                  |
| Дрогобицький р-н                 | 3233,3  | 3388,3   | 104,8                  |
| Жидачівський р-н                 | 3527,8  | 3839,1   | 108,8                  |
| Жовківський р-н                  | 4810,0  | 5355,8   | 111,3                  |
| Золочівський р-н                 | 3548,1  | 3731,2   | 105,2                  |
| Кам.-Бузький р-н                 | 2699,2  | 2916,9   | 108,1                  |
| Миколаївський р-н                | 3075,9  | 3229,5   | 105                    |
| Мостиський р-н                   | 2455,2  | 2638,0   | 107,4                  |
| Перемишлянський р-н              | 1860,6  | 2065,4   | 111                    |
| Пустомитівський р-н              | 5202,8  | 6112,4   | 117,5                  |
| Радехівський р-н                 | 2755,8  | 3064,1   | 111,2                  |
| Самбірський р-н                  | 2946,7  | 3178,0   | 107,9                  |
| Сколівський р-н                  | 2072,9  | 2223,0   | 107,2                  |
| Сокальський р-н                  | 4665,2  | 4901,1   | 105                    |
| Ст. Самбірський р-н              | 3129,9  | 3382,5   | 108,1                  |
| Стрийський р-н                   | 3433,8  | 3791,2   | 110,4                  |
| Турківський р-н                  | 2056,3  | 2251,1   | 109,5                  |
| Яворівський р-н                  | 5010,9  | 5487,3   | 109,5                  |

Найбільша кількість викидів утворюється під час спалювання природних видів палива на підприємствах теплоенергетичного комплексу. Головним забруднювачем атмосферного повітря області є Добротвірська ТЕС, де використовується паливо (вугілля) з високим вмістом сірчистості та золи за відсутності очищення газової фракції та експлуатується фізично зношене та морально застаріле пилоочисне обладнання.

Проаналізувавши викиди забруднювальних речовин декількох міст області за допомогою діаграми (рис. 1), бачимо, що частка забруднень повітря від автотранспортної мережі коливається від 50 % до 90 % сумарної кількості забруднення. Враховуючи, що, на відміну від стаціонарних джерел, забруднювальні речовини автотранспортного комплексу накопичуються в приземному шарі атмосфери, безпосередньо в зоні дихання, все більшого значення набуває проблема екологічного моніторингу цих викидів. Тому і зупинимось детальніше на визначенні транспортних викидів, зокрема на вмісті небезпечних сполук у відпрацьованих газах автомобілів.

На рис. 2 подано динаміку валових викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря протягом 2002–2006 рр., де видно, що спостерігається тенденція до зростання рівня валових викидів.

За допомогою табл. 3 розглянемо викиди забруднювальних речовин від пересувних джерел (автотранспорту) [1]. Пріоритетними компонентами відпрацьованих газів є оксид вуглецю, вуглеводневі сполуки, оксиди азоту, альдегіди, тверді частинки. Ці викиди дуже негативно впливають на здоров'я людини.

Оксид вуглецю (чадний газ) при вдиханні зв'язується з гемоглобіном крові, витискуючи з неї кисень, внаслідок чого настає кисневе голодування. Невеликі дози СО спричиняють запаморочення, головний біль, почуття втомленості, зниження реакції, а велика концентрація чадного газу може призвести до смерті. Вуглеводні (наприклад, бенз-а-пірен) стають чинниками багатьох хронічних захворювань. Особливу небезпеку становить діоксид азоту NO<sub>2</sub>, який сприяє утворенню великої кількості пари, внаслідок чого зростає хмарність і вологість повітря, а це все спричиняє зростання вірусних хвороб, знижує урожайність сільськогосподарських культур, спровоковує випадання кислотних дощів. Однак, крім вищезазначених компонентів, у відпрацьованих газах є й інші токсичні складові: діоксид вуглецю CO<sub>2</sub> (вуглекислий газ), сірчаний газ SO<sub>2</sub>, альдегіди, сажа, свинцеві сполуки.

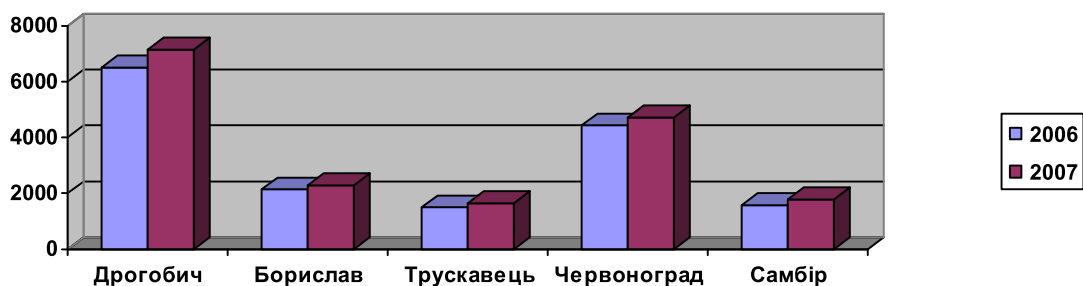


Рис. 3. Порівняльна діаграма викидів забруднювальних речовин з пересувних джерел забруднення декількох міст області, у 2006/2007 рр.

Порівняльна діаграма (рис. 3) показує, що в розглянутих містах Львівщини зберігається стала тенденція до зростання викидів забруднювальних речовин з пересувних джерел.

Сьогодні в Україні діють державні стандарти, які встановлюють максимально допустимий рівень вмісту оксиду вуглецю, вуглеводневих сполук у карбюраторних двигунах, та димності у дизельних двигунах автомобілів. Вимірювання виконують вимірювальні лабораторії, атестовані у державній метрологічній системі. У Львівській області їх налічується близько 25 [2].

**Висновки.** Враховуючи небезпеку для здоров'я людини через викиди забруднювальних речовин в атмосферу, потрібно:

- підприємствам перейти на енергоощадне обладнання і зменшити кількість викидів в атмосферу, встановлюючи фільтри;
- розробити та запровадити нові національні стандарти на викиди відпрацьованих газів бензинових та дизельних двигунів, наближені до європейських стандартів, що, своєю чергою, сприятиме підвищенню якості виготовлення та удосконалення конструктивних особливостей двигунів;

- вдосконалити й чітко регламентувати законодавчі акти з процедури перевірки автомобіля на відповідність екологічним нормам;
- розширити мережу електротранспорту (трамвай, тролейбус) як екологічно безпечного транспорту;
- проектувати об'їзdnі шляхи для транзитного транспорту.

1. Статистичні дані 2006–2007 рр. // Управління екології та природних ресурсів у Львівській області. 26 с. 2. Статистичні дані 2008 р. // ДП “Львів-стандартметрологія”. – 10 с. 3. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник / За ред. К.М.Ситника. – К.: Вища шк., 2005. – 382 с.

УДК 681.121.84

## ВПЛИВ НЕВИЗНАЧЕНОСТЕЙ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГАЗОПОДІБНИХ ЕНЕРГОНОСІЇВ НА ТОЧНІСТЬ ЇХ ОБЛІКУ

© Федір Матіко, 2009

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра автоматизації теплових та хімічних процесів,  
вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

*Виконано аналіз впливу невизначеностей фізичних властивостей газоподібних енергоносіїв на невизначеність результату вимірювання витрати за методом змінного перепаду тиску. Сформовано вимоги до точності методів визначення фізичних властивостей газоподібних середовищ.*

*Выполнен анализ влияния неопределенностей физических свойств газообразных энергоносителей на неопределенность результата измерения расхода по методу переменного перепада давления. Сформированы требования к точности методов определения физических свойств газообразных сред.*

*The analysis of the influence of uncertainties of gas physical properties on the uncertainty of the result of flow rate measurement by the method of differential pressure is made. The requirements to the precision of the methods of determination of gas physical properties are proposed.*

**Постановка задачі.** Сучасні системи обліку енергоносіїв побудовані на основі мікропроцесорних обчислювачів витрати і кількості. Це дає можливість реалізувати в реальному часі обчислення витрати і кількості із урахуванням параметрів фізичних властивостей. Причому параметри фізичних властивостей (наприклад, густина) можуть вимірюватись або обчислюватись в реальному часі на основі вимірних значень тиску, температури та параметрів складу середовища.

У найпоширеніших конфігураціях систем обліку параметри фізичних властивостей енергоносіїв обчислюються в реальному часі на основі вимірних значень тиску і температури та на основі визначених попередньо та введених в обчислювач значень параметрів складу. Відповідно розрахунок витрати і кількості виконується на основі обчислених значень фізичних властивостей та вимірних значень параметрів потоку. За умови застосування такого способу побудови

систем обліку істотним може бути вплив невизначеностей результату обчислення фізичних властивостей на невизначеність вимірюваного значення витрати.

**Формулювання цілі статті.** Метою цієї роботи є аналіз впливу невизначеностей результату обчислення фізичних властивостей на невизначеність вимірюваного значення витрати за допомогою методу змінного перепаду тиску та розроблення вимог до точності методів визначення фізичних властивостей газоподібних середовищ для їх застосування у задачах обліку.

**Аналіз останніх досліджень.** Питання впливу невизначеностей результату обчислення фізичних властивостей на невизначеність вимірюваного значення витрати за допомогою методу змінного перепаду тиску опрацьовані, зокрема, у нормативних документах [1–3]. У цих роботах наведено аналітичні