

водческого комплекса целесообразно иметь хозяйственную (питательную, диетические качества) ценность кормов и их количество, их токсичность, микроэлементный состав кормов, и компенсирующие необходимые минеральные добавки, микробиологические продукты.

Ко второй группе можно отнести КП накопления в кормах токсичных веществ, выполнением предельно допустимых норм содержания нитритов и нитратов, пестицидов, тяжелых металлов, радионуклидов.

Контроль третьей группы параметров связан с отслеживанием состояния окружающей среды и последующей утилизацией отходов производства. Интерес представляют контроль и технологии по переработке отходов животноводческих предприятий с последующим фракционированием в твердую и жидкую фазу, а от этого напрямую зависит треть стоимости продукции животноводства.

Проблема улучшения качества и экологичности сельскохозяйственной продукции, создание экологического паспорта животноводческого комплекса, охраны окружающей среды, гармонизации жизнедеятельности населения Украины с успехом может быть решена в том числе с помощью автоматических станций контроля воды крупных сельскохозяйственных предприятий.

1.Примак А.В., Кафаров В.В., Качиашили К.И. Системный анализ контроля и управления качеством воздуха и воды. – К.: Наук. думка, 1991. – 358 с.

2.Івашура А.А. Сільськогосподарська екологія. Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва. – Харків: Еспада, 2009. – 490 с.

3.Івашура А.А. Стандарти і нормативи якості навколишнього середовища в сільськогосподарських екосистемах. – Харків, 2009. – 567 с.

4.Большевцев А.Д. Об определении понятий технического контроля // Измерительная техника. – 1994. – №9. – С.16-19.

Получено 04.02.2009

УДК 697.95

А.Ф.СТРОЙ, д-р техн. наук, О.В.МАКАРЕНКО

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

РОЗРАХУНОК ПОВІТРООБМІНУ В ПРИМІЩЕННЯХ ПРИ ПЕРІОДИЧНОМУ НАДХОДЖЕННІ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН

Виконано аналіз нестационарного процесу зміни концентрації шкідливих газів або інших шкідливих речовин у приміщенні з урахуванням його об'єму. Одержано рівняння для визначення необхідного повітрообміну.

Выполнен анализ нестационарного процесса изменения концентрации вредных газов или других вредных веществ в помещении с учетом его объема. Получено уравнение для определения необходимого воздухообмена.

In the article the analysis of non-stationary process of change of concentration of harmful gases or other harmful matters in an apartment taking into account his volume is executed. Equation for determination of necessary ventilation is got.

Ключові слова: вентиляція, шкідливі речовини, концентрація шкідливих речовин в часі, повітрообмін.

Існуючі методи розрахунку повітрообміну в виробничих та адміністративних приміщеннях не враховують того фактору, що шкідливі речовини надходять в приміщення періодично, тобто тільки в робочий час. Цей фактор також не враховують при проектуванні вентиляції в кіноконцертних залах, театрах, а також в інших приміщеннях, де люди перебувають періодично. Розрахунок повітрообміну виконують за умови, що концентрація, наприклад, вуглекислого газу чи вологи, не змінюється в часі. Тобто, знаходиться на сталому рівні, а кількість відведених шкідливих речовин із приміщення постійна і не залежить від часу (стаціонарний режим). Проаналізуємо основні залежності, які рекомендують різні джерела для розрахунку повітрообміну виробничих і адміністративних приміщень.

Згідно з рекомендаціями [1, 2], кількість припливного повітря для приміщення необхідно визначати за формулою

$$L = L_{w,z} + \frac{m_{po} - L_{w,z}(q_{w,z} - q_{in})}{q_l - q_{in}}, \quad (1)$$

де $L_{w,z}$ – витрата повітря, яке відводиться із зони, що обслуговується, або з робочої зони місцевими відсмоктувачами, м³/год; m_{po} – кількість шкідливої речовини, що потрапляє в повітря приміщення внаслідок технологічного процесу, мг/год; $q_{w,z}$, q_l – концентрація шкідливої речовини відповідно у повітрі, яке відводиться із зони, що обслуговується, або робочої зони приміщення місцевими відсмоктувачами та за її межами, мг/м³; q_{in} – концентрація шкідливої речовини в повітрі, яке подається в приміщення, мг/м³.

В [3-5] пропонується наступна залежність для визначення повітрообміну при виділенні шкідливих газів

$$L = \frac{A}{K_{sum} - K_{np}}, \quad (2)$$

де A – кількість шкідливої речовини, що надходить до приміщення, мг/год; K_{sum} , K_{np} – концентрація шкідливих газів відповідно у витяжному та припливному повітрі, мг/м³.

При наявності у приміщенні систем повітряного душення і місцевих відсмоктувачів необхідно визначати повітрообмін внаслідок вирішення системи рівнянь

$$\begin{cases} L_{np} + L_0 = L_{p,3} + L_{в,3}; \\ A + L_{np}K_{np} + L_0K_0 = L_{p,3}K_{p,3} + L_{в,3}K_{в,3}. \end{cases} \quad (3)$$

Перше рівняння системи характеризує повітряний баланс приміщення, друге – баланс шкідливої речовини.

Тут L_{np} – кількість припливного повітря, тобто повітрообмін загальнообмінної системи вентиляції, м³/год; $L_{p,3}$, $L_{в,3}$ – кількість витяжного повітря, що видаляється відповідно з робочої та верхньої зони приміщення, м³/год; L_0 – кількість повітря, що подається установками повітряного душування, м³/год; A – кількість шкідливої речовини, що виділяється у приміщенні, мг/год; K_{np} , $K_{p,3}$, $K_{в,3}$, K_0 – концентрація газів у повітрі, що переносяться відповідними системами та установками, мг/м³.

Наведені формули для розрахунку повітрообміну з метою відведення шкідливих речовин припускають, що концентрація шкідливої речовини не змінюється в часі. В дійсності це не так. Перед початком робочої зміни повітря в приміщення досить чисте. Потім з надходженням шкідливих речовин від людей або внаслідок технологічного процесу концентрація шкідливих речовин підвищується. Проміжок часу, за який концентрація шкідливих речовин досягне максимального значення, залежить від об'єму приміщення. Це не враховують існуючі формули для розрахунку повітрообміну. Як показали проведені дослідження, ці спрощення завищують величину повітрообміну, що призводить до перевитрат тепла та електричної енергії на вентиляцію.

Мета нашої роботи – виконати аналіз зміни концентрації шкідливої речовини у повітрі приміщення залежно від його об'єму, скласти диференціальне рівняння та розв'язати його, а також запропонувати методику розрахунку повітрообміну з урахуванням об'єму приміщення.

Для приміщення, що має загальнообмінну вентиляцію, розглянемо рівняння, яке характеризує баланс шкідливої речовини в будь-який момент часу,

$$L \cdot K_3 \cdot dz + A \cdot dz - L \cdot K \cdot dz = V \cdot dK, \quad (4)$$

де L – кількість припливного або витяжного повітря, тобто повітрообмін у приміщенні, м³/год; A – кількість шкідливої речовини, що надходить у приміщення, мг/год; K_3 , K – концентрація шкідливої речовини відповідно у зовнішньому (припливному) та внутрішньому повітрі, мг/м³; V – об'єм приміщення, м³; dz – елементарний проміжок часу, год; dK – зміна концентрації шкідливої речовини у приміщенні за проміжок часу dz , г/м³.

Рівняння (4) є диференціальним рівнянням, в якому невідомою ве-

личною є функція $K = f(z)$. Для визначення цієї функції необхідно проінтегрувати рівняння (4). Припустимо, що в початковий момент часу $z = 0$, концентрація шкідливої речовини у повітрі приміщення дорівнює концентрації в зовнішньому (припливному) повітрі. Рівняння (4) представляє собою диференційне рівняння зі змінними, що розділяються. Розділимо змінні та проінтегруємо його

$$\int_0^z dz = \int_{K_3}^K \frac{V}{L \cdot K_H + A - L \cdot K} dK . \quad (5)$$

Щоб визначити інтеграл, введемо заміну

$$\Theta = L \cdot K_3 + A - L \cdot K . \quad (6)$$

Продиференціюємо рівняння (6). Після диференціювання одержимо $d\Theta = -LdK$ або $dK = -\frac{1}{L}d\Theta$. З урахуванням заміни та після підстановки значення dK отримаємо

$$\int_0^z dz = -\frac{V}{L} \int_{\Theta_3}^{\Theta} \frac{d\Theta}{\Theta} . \quad (7)$$

Після інтегрування, підстановки меж інтегрування та проведення деяких перетворень маємо

$$\begin{aligned} z \Big|_0^z &= -\frac{V}{L} \ln \Theta \Big|_{\Theta_3}^{\Theta} \Rightarrow z = -\frac{V}{L} (\ln \Theta - \ln \Theta_3) \Rightarrow z = -\frac{V}{L} \ln \frac{\Theta}{\Theta_3} \Rightarrow \\ -\frac{L}{V} z &= \ln \frac{\Theta}{\Theta_3} \Rightarrow e^{-\frac{L}{V} z} = \frac{\Theta}{\Theta_3} \Rightarrow \Theta = \Theta_3 \cdot e^{-\frac{L}{V} z} \Rightarrow \Theta = \Theta_3 \frac{1}{e^{\frac{L}{V} z}} . \end{aligned}$$

Підставивши введenu заміну

$$\Theta_3 = L \cdot K_3 + A - L \cdot K_3, \quad \Theta = L \cdot K_3 + A - L \cdot K , \text{ отримаємо}$$

$$L \cdot K_3 + A - L \cdot K = \frac{L \cdot K_3 + A - L \cdot K_3}{e^{\frac{L}{V} z}} .$$

Остаточню маємо вираз, що дає можливість визначити концентрацію шкідливої речовини у повітрі робочої зони приміщення в довільний момент часу z після початку надходження шкідливої речовини та при заданому повітрообміні L

$$K = K_3 + \frac{A}{L} \left(1 - 1 / e^{\frac{L}{V} z} \right) . \quad (8)$$

Як приклад визначимо повітрообмін при надходженні до приміщення спортзалу розмірами $48 \times 30 \times 12$ м вуглекислого газу. Нехай заповнення залу становить: спортсменів – 30 чол., глядачів – 60 чол.

Кількість вуглекислого газу, що буде надходити в приміщення від спортсменів і глядачів, дорівнює

$$A_{CO_2} = 30 \cdot 70 + 60 \cdot 50 = 5100 \text{ г/год.}$$

Приймемо повітрообмін на рівні $L = 2100 \text{ м}^3/\text{год}$. Початкова концентрація вуглекислого газу дорівнює концентрації його у зовнішньому повітрі і складає $K_3 = 1000 \text{ мг/м}^3$. Визначимо концентрацію через 8 год.

$$K = 1000 + \frac{5,1 \cdot 10^6}{2100} \left(1 - \frac{1}{e^{\frac{2100}{17280} \cdot 8}} \right) = 2510 \text{ мг/м}^3.$$

Гранично допустима концентрація вуглекислого газу для приміщень з тривалістю перебування людей 8 год/добу становить 2500 мг/м^3 . Таким чином, повітрообмін $L = 2100 \text{ м}^3/\text{год}$ практично забезпечує необхідну вентиляцію приміщення.

Якщо визначити повітрообмін у приміщенні згідно з рекомендаціями [3-5] (рівняння (2)), то повітрообмін складає

$$L = \frac{5,1 \cdot 10^6}{2500 - 1000} = 3400 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Це більше ніж у півтора рази перевищує необхідний повітрообмін.

Аналіз зміни концентрації шкідливої речовини у повітрі приміщення протягом певного проміжку часу дає можливість зробити висновок, що при періодичному надходженні шкідливих речовин до приміщення повітрообмін потрібно розраховувати з урахуванням об'єму приміщення. За допомогою отриманої залежності (8) можна більш точно визначити необхідний повітрообмін з урахуванням нестационарного процесу зміни концентрації шкідливої речовини в приміщенні. В деяких випадках повітрообмін може бути зменшено, що в свою чергу приведе до скорочення експлуатаційних і капітальних витрат.

1.СНиП 2.04.05-91*У. Нормы проектирования. Отопление, вентиляция, кондиционирование. Издание неофициальное. – К.: КиевЗНИИЭП, 1996. – 64 с.

2.Проектирование промышленной вентиляции / Б.М.Торговников, В.Е.Табачник, Е.М.Ефанов – К.: Будівельник, 1983. – 256 с.

3.Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Кн.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. Р.В.Щекина. – К.: Будівельник, 1976. – 352 с.

4.Внутренние санитарно-технические устройства: В 2-х ч. Ч.2. Вентиляция и кон-

диционирование воздуха. – 3-е изд., перераб. и доп. / Под ред. И.Г.Старовойта. – М.: Стройиздат, 1977. – 502 с.

5. Волков О.Д. Проектирование вентиляции промышленного здания. – Харьков: ХГУ, 1989. – 185 с.

Отримано 16.12.2009

УДК 697.34

А.А.БОБУХ, канд. техн. наук, Д.А.КОВАЛЕВ

Харьковская национальная академия городского хозяйства

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рассматриваются вопросы исследования системы централизованного теплоснабжения для повышения надежности эксплуатации ее объектов и их совершенствования.

Розглядаються питання дослідження системи централізованого теплопостачання для підвищення надійності експлуатації її об'єктів та їх удосконалення.

The questions of research of the system of centralized heating are examined for the increase of reliability of exploitation of its objects and their improvement.

Ключевые слова: система централизованного теплоснабжения, надежность эксплуатации и совершенствование объектов, технологический процесс, алгоритм системы диагностики аварийных ситуаций, математическая модель, функциональная схема, система автоматического управления.

Исследование системы централизованного теплоснабжения (СЦТ) для повышения надежности эксплуатации ее объектов и их совершенствование представляют собой актуальные научно-технические задачи государственной политики в сфере теплоснабжения [1], которые при их решении сталкиваются с существенными трудностями, что ведет к нерациональному использованию топливно-энергетических ресурсов.

По результатам исследований СЦТ для повышения надежности эксплуатации ее объектов и их совершенствования [2-4] был сформулирован ряд задач, требующих дополнительных решений.

Для обеспечения потребителей необходимым количеством теплоты в виде теплоносителя требуемых параметров важной задачей является надежная (безотказная) работа объектов СЦТ. Для решения этой задачи был разработан алгоритм и создана программа системы диагностики аварийных ситуаций технологических процессов СЦТ [5]. Внедрение таких систем повысит надежность эксплуатации объектов СЦТ и даст возможность предупреждать, своевременно выявлять и устранять аварийные ситуации.