

*Попов И.И., канд. техн. наук, доц., УГЗУ,
Толкунов И.А., ст. преп., УГЗУ,
Пономарь В.В., адъюнкт, УГЗУ*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ СЛУЖЕБНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОРГАНОВ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЧС УКРАИНЫ

(представлено д-ром техн. наук Комяк В.М.)

Проведен анализ условий обитаемости служебных помещений и сооружений органов и подразделений МЧС Украины и рассмотрены процессы формирования в закрытых помещениях полей загрязнений. Показаны возможные пути улучшения условий выполнения работ на объектах МЧС Украины

Постановка проблемы. Обитаемость служебных помещений и сооружений органов и подразделений МЧС Украины (далее – СПС) является сложным, динамичным явлением, зависящим как от степени их совершенства, так и от эффективности технических систем обеспечения жизнедеятельности человека в них. При этом качество среды обитания определяется степенью ее загрязненности посторонними механическими, химическими и биологическими веществами. Эти вещества могут поступать в воздушную среду обитания (ВСО) в результате работы промышленных предприятий, транспорта и из других источников, а также при загрязнении окружающей среды выбросами опасных химических веществ в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС). В тоже время в находящихся в эксплуатации СПС не в полной мере обеспечиваются показатели качества среды обитания в соответствии с действующими медико-экологическими требованиями Правил безопасности труда в органах и подразделениях МЧС Украины [1]. В связи с этим вопросы комплексного всестороннего анализа процессов формирования условий обитаемости служебных помещений и сооружений органов и подразделений МЧС Украины являются актуальными.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследования показывают, что в среде обитания закрытых или вентилируемых помещений, к которым относятся СПС, постоянно присутствует бытовая пыль, оксиды углерода, азота и серы, озон, ра-

дон, компоненти табачного дима, десятки різних летучих органічних сполучень, мікроорганізми. Причём ці забруднювачі в результаті різних хімічних реакцій, що відбуваються в повітрі приміщень, можуть перетворюватися в більш токсичні, що в кінці кінців призводить до неконтрольованого погіршення самопочуття людей і підвищує ступінь ризику виникнення різних захворювань. Комплекс факторів, пов'язаних з високою забрудненістю повітря приміщень і внаслідок цього з скаргами населення, отримав назву синдрому «нездорового» будівлі (рис. 1) [2].

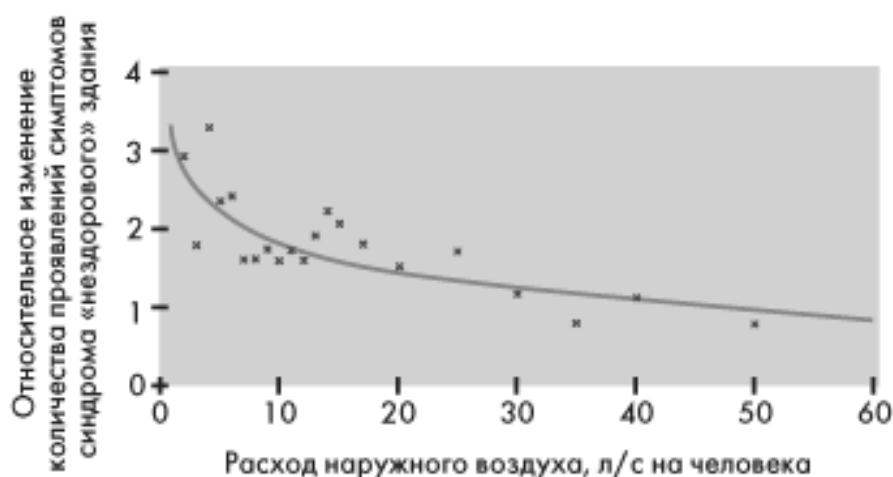


Рис. 1 – Кількість проявлених симптомів синдрому «нездорового» будівлі як функція витрати зовнішнього вентиляційного повітря

Существует множество источников загрязнения воздушной среды в замкнутом объеме помещения. К основным относятся строительно-отделочные материалы, внутренняя обстановка помещения (предметы быта, приборы, мебель и др.), высокотемпературные источники, продукты жизнедеятельности организма человека. При этом, химический состав воздуха внутри помещений определяется не только естественными и антропогенными факторами, но и в результате различных химических превращений с участием загрязнителей [3].

Постановка задачі і її рішення. Среда обитання закритих і вентиляруємих приміщень, як правило, формується в результаті взаємодії різноманітних фізичних і хімічних факторів. Якість такої середовища визначається не тільки середніми значеннями фізико-хімічних показувачів в обитаній

(рабочей) зоне помещения (сооружения), но и пространственным распределением их полей. Отсюда возникает проблема оценки динамики эмиссии загрязнителей в зависимости от различных факторов (температуры, влажности), а также определения уровня загрязнения воздушной среды в сооружении в результате такой эмиссии [4].

В связи с этим, целью исследования является анализ состояния среды обитания служебных помещений и сооружений органов и подразделений МЧС Украины и определение возможных путей его улучшения.

Поля микроклиматических параметров и концентрации загрязняющих веществ в обитаемых помещениях и сооружениях образуются в результате взаимодействия распространяющихся в них воздушных и тепловых потоков (циркуляции воздуха). Потоки индуцируются источниками и стоками теплоты и массы (например, нагретые и охлажденные поверхности, отверстия в ограждениях, системы отопления и вентиляции, движением людей и механизмов, ветром и т. п.).

Эффективность удаления загрязняющих веществ (ЭУЗВ) ε^c является показателем скорости удаления присутствующих в воздухе загрязнений [5]

$$\varepsilon^c = \frac{C_e(\infty)}{\langle C(\infty) \rangle} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где: ε^c – эффективность удаления загрязняющих веществ (ЭУЗВ)(%); $C_e(\infty)$ – установившаяся концентрация загрязняющих веществ в вытяжном воздухе (мг/м³); $\langle C(\infty) \rangle$ – установившаяся средняя концентрация загрязняющих веществ в помещении (мг/м³).

В случае полного перемешивания воздуха в помещении концентрация загрязняющих веществ в вытяжном воздухе равна концентрации в помещении, при этом ЭУЗВ = 100 %. При других условиях ЭУЗВ может меняться от очень небольших значений до очень больших, в зависимости от положения источника загрязнения и характера потока воздуха в помещении. При равномерном распределении источника загрязнений, что часто бывает, если основными источниками загрязнений являются сами люди, находящиеся в помещении, максимальное значение ЭУЗВ, равное

200%, досягається при ідеальному поршневому режимі потоку повітря.

В установившемся стані концентрація забруднюючих речовин в витяжному повітрі залежить від інтенсивності виделень забруднень S і расхода вентиляційного повітря q_v . Ця величина визначається як

$$C_e(\infty) = \frac{S}{q_v}, \quad (2)$$

де: S – інтенсивність виделень забруднень ($\text{м}^3/\text{с}$); q_v – расход вентиляційного повітря ($\text{м}^3/\text{с}$).

Показатель локального якості повітря ε_p^c являється мірою забруднення в точці P і визначається наступним вираженням

$$\varepsilon_p^c = \frac{C_e(\infty)}{C_p(\infty)} \cdot 100\%, \quad (3)$$

де: ε_p^c – показатель локального якості повітря (%); $C_p(\infty)$ – середня концентрація забруднюючих речовин при установившемся стані в точці P ($\text{мг}/\text{м}^3$).

Часто використовуються інші визначення, такі як ε_{oz}^c або ε_b^c – показателі якості повітря в зоні обслуговування і в зоні дихання відповідно

$$\varepsilon_{oz}^c = \frac{C_e(\infty)}{C_{oz}(\infty)} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де: $C_{oz}(\infty)$ – установившаяся середня концентрація забруднюючих речовин в зоні обслуговування ($\text{мг}/\text{м}^3$).

$$\varepsilon_b^c = \frac{C_e(\infty)}{C_b(\infty)} \cdot 100\%, \quad (5)$$

де: $C_b(\infty)$ – установившаяся середня концентрація забруднюючих речовин в зоні дихання ($\text{мг}/\text{м}^3$).

Знання закономірностей розповсюдження потоків повітря, в т. ч. забрудненого, дозволяє в певній ступені управляти

циркуляционными потоками и формировать в зданиях и помещениях наиболее эффективное распределение температуры и концентрации загрязняющих веществ.

Самые первые прогнозы движения воздушных потоков в помещении были сделаны в 1970-х годах. С тех пор работы в этой области значительно активизировались, в особенности из-за того, что стоимость вычислений каждые восемь лет снижается на порядок, и такая тенденция, вероятно, в ближайшие годы сохранится [6].

На рис. 2 представлен показатель качества воздуха ε_{oz}^c в помещении с двумерным потоком при различных значениях критерия Архимеда (Ar) (в данном случае C_{oz} является средним значением концентрации загрязняющих веществ на расстоянии 0,35 м от пола). Источник загрязняющих веществ и источник тепла равномерно распределены вдоль пола. Высокая эффективность удаления загрязняющих веществ наблюдается в том случае, когда струя воздуха проходит через середину помещения.

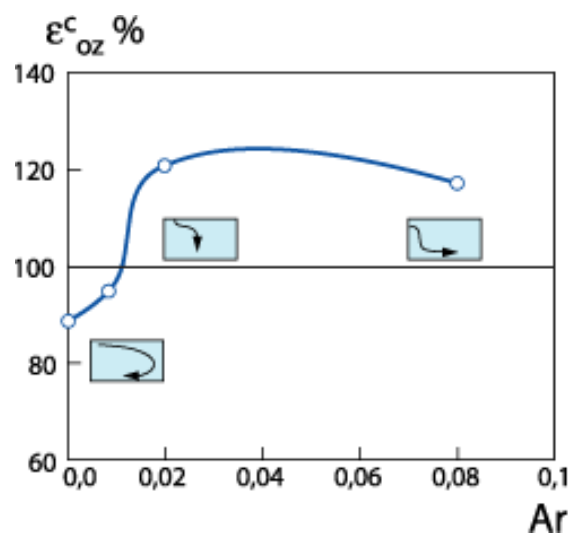


Рис. 2 – Эффективность удаления загрязняющих веществ как функция критерия Архимеда в помещении с двумерным потоком

Такая структура воздушного потока является оптимальной для теплового комфорта, учитывая, что из помещения должно отводиться избыточное тепло. Несмотря на то что в данном примере используется упрощенная геометрия помещения, очевидно, что проведение необходимых измерений концентрации загрязняющих веществ в зоне обслуживания потребует больших затрат времени, поэтому вычислительные методы гидродинамики являются в дан-

ном случае полезным инструментом для оценки эффективности удаления загрязняющих веществ.

Для оценки распространения воздуха и загрязняющих веществ в СПС (зонах) может быть предложена следующая их классификация:

1) Зоны СПС, разделенные сплошными стенами (например, центр управления силами и средствами, пункт связи, пищеблок, пост технического обслуживания и др.), расположенные на одном уровне. В стенах могут быть специальные отверстия или щели, через которые происходит перетекание воздуха.

2) Зоны СПС, разделенные стенами, расположенные на разных уровнях (полы на разной высоте). Между такими зонами может существовать движение воздуха (например, по лестничным пролетам или по воздуховодам в гараже, караульном помещении и др.).

3) Зоны СПС в пределах одного помещения (не имеющего физического разделения), имеющие разные требования по чистоте воздуха («чистые» или «грязные» зоны) и расположенные на одном уровне (например, комната психологической разгрузки, спортивный зал, оздоровительный пункт и др.).

4) Зоны СПС, расположенные в пределах одного помещения на разных уровнях (например, актовый зал, учебные классы и др.). Эти зоны имеют разные значения температуры воздуха и/или концентрации загрязняющих веществ.

Причинами перемещения воздуха и загрязняющих веществ между различными зонами могут быть один или несколько факторов:

перепад статического давления между двумя зонами в результате несбалансированности подачи приточного воздуха и удаления отработанного воздуха в каждой зоне. Воздух и загрязняющие вещества перемещаются из зоны с более высоким статическим давлением в зону с более низким статическим давлением;

перепад статического давления между двумя зонами как результат действия ветрового давления на ограждения здания;

перепад статического давления между двумя зонами, расположенными на разных уровнях, как результат действия гравитационного давления или конвективные потоки, формирующие разность температур и концентраций загрязняющих веществ в воздухе между двумя зонами, расположенными на разных уровнях одного помещения;

циркуляция воздуха между зонами как результат турбулентности воздуха, генерируемой приточными струями, конвективными потоками или движущимися объектами. В этом случае баланс массы воздуха, перемещаемого между зонами, равен нулю.

Создание оптимальных условий обитаемости СПС определяется функционированием комплекса современных инженерных систем, которые должны обеспечить экологические нормы условий жизнедеятельности человека в течение установленного времени и требуемую работоспособность (производительность труда) (рис. 3).

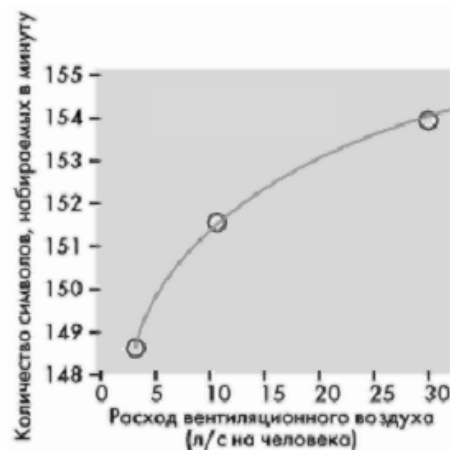


Рис. 3 – Влияние на производительность труда расхода вентиляционного воздуха, например, на количество символов, набираемых на компьютере

Отмеченные системы, как правило, динамические и непрерывные, многоконтурные и многоканальные.

Усовершенствование процессов разработки, проектирования, испытания и эксплуатации этих систем нуждается во всестороннем теоретическом анализе их динамических свойств с учетом современных экологических нормативных требований и возможностей новейших технологий [7,8].

Результаты исследований позволяют определить следующие принципы формирования комфортной среды обитания в СПС:

1. Более высокое качество воздуха в помещении увеличивает производительность труда и уменьшает симптомы «нездорового» здания.
2. Все источники загрязнения внутреннего воздуха должны удаляться.

3. «Персональная вентиляция», т. е. подача чистого воздуха в небольших количествах, должна осуществляться очень мягко и индивидуально, вблизи зоны дыхания каждого человека.

4. Должно обеспечиваться индивидуальное управление климатическими параметрами в помещении.

Выводы. Необходимо учитывать совокупность факторов риска, которые могут способствовать понижению степени безопасности труда и ухудшению комфортности среды обитания личного состава органов и подразделений МЧС Украины в закрытых и вентилируемых служебных помещениях. В этих случаях должна проводиться оценка качества среды обитания на соответствие ее параметров медико-экологическим требованиям. Эта задача может быть решена с использованием математических и физических моделей процессов переноса воздушных масс, содержащих опасные агенты, которые и формируют поля загрязнений в СПС.

По результатам проведенных исследований определены возможные пути улучшения условий выполнения служебных обязанностей (задач по предназначению) личным составом органов и подразделений на объектах МЧС Украины. Это позволит обеспечить близкое к оптимальному сочетание требуемой комфортности и безопасности воздушной среды СПС, капитальных и эксплуатационных затрат на строительство объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України. – введені в дію наказом МНС України від 07.05.2007 р. № 312.
2. Качество внутреннего воздуха в XXI веке: влияние на комфорт, производительность и здоровье людей. – http://www.abok.ru/for_specarticles.php.
3. Барбашин В.В., Попов И.И., Толкунов И.А., Ромин А.В. Оценка экологического состояния среды обитания защитных сооружений гражданской обороны // Проблемы надзвичайних ситуацій. – 2006. -№ 4. – С. 54-61
4. Дмитриев М.Т., Казнина Н.И. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде. – М.: Химия, 1989. – 368 с.
5. Warden D. Наружный воздух – расчет и подача в помещение. – ASHRAE Journal (37)5: 1995. – р. 54-63.

6. Shilkrot E.O. Determination of Design Loads on Room Heating and Ventilation systems using the Methods of Zone-by-Zone balances // ASHRAE Transaction. 1993. Vol. 99, no. 1.
7. Каммерер Ю.Ю. и др. Защитные сооружения гражданской обороны. Устройство и эксплуатация – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 256 с.
8. Халамейзер М.Б. Основы автоматического регулирования установок искусственного климата. – М.: «Машгиз», 1963. – 278 с.

УДК 502.5:504.062

*Прохач Э.Е., д-р техн. наук, директор
ХФ ГП МО Украины «Военконверс-43»,
Михальская Л.Л., канд. техн. наук, зам. директора
ХФ ГП МО Украины «Военконверс-43»,
Попов Н.П., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.
ХФ ГП МО Украины «Военконверс-43»*

МЕТОД РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ФАКЕЛЕ ВЫБРОСОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ УСТАНОВОК ПО НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ВЫСОКОТОКСИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Предложен метод расчета концентрации вредных примесей в атмосфере при отработке установок, в факеле выбросов которых могут содержаться высокотоксичные вещества. Метод обеспечивает априорную оценку необходимых при проведении испытаний размеров санитарной зоны при местных метеоусловиях

Постановка проблемы. В настоящее время ведется интенсивный поиск схем и конструкций установок по уничтожению жидких и твердых токсичных отходов, в частности, непригодных к использованию пестицидов и гербицидов. При этом, как правило, отдается предпочтение установкам мобильного типа. Особенностью подобных установок является небольшая (до 10 м) высота выходной трубы, высокая температура выбросов, использование в различных климатических условиях.