

Проте проблемою під час транспортування вантажів є їх коливання, що можуть спричинити шкоду як самому виробництву, так і людям, що там працюють. З цієї причини кранові установки й досі є неавтоматизованими й управляють ними оператори, котрі стежать за процесом транспортування.

Для автоматизації процесу управління такої системи як кранова установка, найкраще застосувати нечітку логіку, яка зможе використати знання оператора-експерта цієї галузі для управління коливанням вантажу під час його переміщення.

З-поміж наявних системи нечіткого виведення обрано систему T-Controller для подальшого розроблення на її базі автоматизованої системи управління крановими установками. Процес управління здійснюється на основі контролю кута та відстані вантажу, за допомогою яких, використовуючи нечіткі правила, розроблені у системі T-Controller, можна визначити необхідну потужність, що потрібно надати крана у відповідний момент часу.

Література

1. John Wiley, Fuzzy Sets and Applications: Selected Papers by L.A. Zadeh, ed. R.R. Yager et al. New York, 1987.
2. Kaur Ar. Comparison of Mamdani-Type and Sugeno-Type Fuzzy Inference Systems for Air Conditioning System International Journal of Soft Computing and Engineering. – Vol. 2, Issue 2, May 2012. – Pp. 231-237.
3. About T-controller. [Electronic resource]. – Mode of access <http://tkatchenko.com/t-controller/about-t-controller/>
4. Popadic T. A fuzzy control scheme for the gantry crane position and load swing control / T. Popadic, F. Kolonic, A. Poljungan // University of Zagreb. – 6 p.
5. Burul I. The control system design of a gantry crane based on H_∞ control theory / I. Burul, F. Kolonić, J. Matuško // MIPRO 2010. – Croatia. – Pp. 183-188.

Вербенко И.О. Система управления колебаниями груза крана на основе нейронечеткого контроллера

Проанализированы особенности систем нечеткого вывода Мамдани, Сунего и Т-контроллер, их преимущества и недостатки, и выбрана система Т-контроллер для дальнейшего ее использования в разработке автоматизированной системы управления крановыми установками. Разработана система управления колебаниями груза крана на базе нейронечеткого контроллера T-Controller. Управление осуществляется с помощью нечетких правил, которые разрабатывались на основе знаний и опыта оператора крана. Процесс управления заключается в контроле параметров угла и расстояния груза, что позволяет определить необходимую мощность, которую нужно предоставить крана в определенный момент времени.

Ключевые слова: крановая установка, порталный кран, система нечеткого вывода, нейронечеткий контроллер, уравнения движения крана.

Verbenko I.O. Crane load swing control system based on neuro-fuzzy controller

The features, advantages and disadvantages of fuzzy inference systems as Mamdani, Sugeno and T-Controller was analyzed. As a result, T-controller system was selected for its further usage in developing automated crane control system. The system of crane load swing control based on neuro-fuzzy T-Controller controller was developed. Management is carried out using fuzzy rules which were developed based on the knowledge and experience of crane operator. Management process consists in controlling of load angle and distance parameters which allow to determine the necessary power that should be set in appropriate time.

Keywords: crane system, gantry crane, fuzzy inference system, neuro-fuzzy controller, equation of crane motion.

УДК 614.841

Доц. М.З. Пелешко, канд. техн. наук – Львівський ДУ БЖД

ВПЛИВ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ НА ТЕМПЕРАТУРО-ТА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Досліджено, що застосування вогнезахисних покриттів для залізобетонних конструкцій є досить ефективним способом запобігання його руйнуванню під час пожежі. Визначено умови формування вогнезахисного покриття на основі наповнених полісилоксанів для підвищення вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій в умовах реальної пожежі. Запроектовано склади вихідних композицій захисних покриттів та вивчено їх вплив на деформаційні властивості залізобетонних будівельних конструкцій. Запроектовано склади захисних покриттів для підвищення довговічності залізобетонних конструкцій в умовах високотемпературного нагрівання та умов пожежі.

Ключові слова: високотемпературне та вогнезахисне покриття, вихідна композиція, межа міцності та вогнестійкості залізобетонних конструкцій, модуль пружності та довговічність.

Постановка проблеми. Нормативними документами України визначено, що межа вогнестійкості залізобетонних будівельних конструкцій визначається шляхом проведення вогневих випробувань, яка має становити, залежно від матеріалу конструкції, не менше 45 хв. З урахуванням сучасних технологій будівництва, а саме зменшення перерізу основних будівельних залізобетонних конструкцій для збільшення необхідної межі вогнестійкості, доцільно використовувати вогнезахисні покриття.

Застосування вогнезахисних покриттів є досить ефективним способом запобігання його руйнуванню в разі пожежі, що забезпечує нормовану межу їх вогнестійкості. Для захисту поверхні залізобетону від вогневого впливу перспективними є захисні покриття на основі органічних і мінеральних в'язучих, які здатні у процесі пожежі спучуватися. Але при цьому органічні в'язучі у процесі нагрівання утворюють захисне покриття з високою адгезією на поверхні матеріалу, яке руйнується тепловими газовими потоками. Доцільним є використання вогнестійких покриттів на основі мінеральних в'язучих, які спучуються під час нагрівання з утворенням теплоізоляційного захисного шару.

Тому актуальним з теоретичного та практичного погляду є розроблення складів атмосферостійких та вогнезахисних покриттів з покращеними фізико-механічними властивостями, що сприятиме підвищенню ефективності вогнезахисту залізобетонних конструкцій. Перспективним напрямком розроблення нових складів вогнезахисних покриттів є використання в їх рецептурах наповненого поліметилфенілсилоксану, що зумовило актуальність проведення досліджень, та встановлення закономірностей впливу компонент на ефективність вогнезахисту залізобетонних конструкцій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Перспективним способом захисту є нанесення на їх поверхню покриттів, які мають довготривало і надійно працювати в умовах різких коливань температур та дії високотемпературних агресивних середовищ. Захист будівельних конструкцій різноманітними покриттями, які завдяки високим показникам температуро-, термо- і вогнестійкості не тільки збільшують термін експлуатації, але й під час регулювання фазового складу та структури у сукупності забезпечують необхідний комплекс цінних фізико-механічних і хімічних властивостей [1].

Залежно від виду матеріалу, який використовується, його призначення та технологічного методу отримання деякі види покриттів (емалеві, склокристалічні, керамічні, оксидні, дифузійні) виділились в окремі галузі. Найбільш поширені емалеві та склокристалічні покриття не можуть забезпечити надійного захисту конструкцій в умовах експлуатації вище від 1273 К. Важливе значення мають покриття, які наносяться методом полум'яного, детонаційного або плазмового розпилення. Такі методи дають змогу отримати високоякісні покриття з вогнетривких матеріалів всіх видів і наносити їх на підкладки різних типів. Однак такі методи є технологічно складними і потребують дорогого обладнання [2, 3].

Аналіз технологічних режимів, фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей зазначених вище захисних покриттів показав перспективу використання органосилікатних матеріалів, які є продуктами хімічної взаємодії силіцій органічних сполук, силікатів (азбест, слюда, тальк) і тугоплавких оксидів. Досить економічні методи приготування вихідних композицій органосилікатного покриття шляхом механіко-хімічного диспергування наповнювача у середовищі силіцій органічної зв'язки та нанесення їх за лакофарбовою технологією створюють істотні переваги перед іншими типами покриттів [4, 5].

Вирішення питання отримання захисних покриттів з високою механічною і корозійною міцністю, ударною в'язкістю, термо- і жаростійкістю та поєднання цих властивостей із властивостями кераміки, яка характеризується значною вогнестійкістю та опором до окислення, потребує цілої низки розробок складів матеріалів, стійких до дії високих температур і корозійно активних середовищ. Відсутність вичерпних даних про фізико-хімічні процеси, які протікають у покриттях за високих температур і динамічних нагрівів, не дає змоги спрямовано регулювати їх експлуатаційні властивості [6, 7].

Однак досягнутий рівень цих характеристик (корозійна стійкість, жаростійкість, термостійкість та ін.) визначається в основному властивостями вихідних компонент і отриманих на їх основі продуктів синтезу. Шляхом введення додаткових інгредієнтів можливо збільшити потенціал міжфазної взаємодії у зоні контакту, який дотепер повністю не реалізований. Висока реакційна здатність зв'язків -Si-O-Si-, -Si-O-Me- у момент деструкції силіційорганічних сполук сприяє інтенсифікації та спрямованому регулюванню процесів фазоутворення у самому матеріалі й у зоні контакту, що дасть змогу істотно покращити фізико-хімічні та експлуатаційні властивості цілої низки конструкційних матеріалів [8, 9].

Тому відомі композиції для надійного високотемпературного захисту на основі наявних наповнених полімерних і силіційорганічних матеріалів, які володіють сукупністю високих технологічних, адгезійно-міцнісних і захисних властивостей, мають істотний недолік, а саме – низьку захисну здатність у температурному інтервалі термодеструкції зв'язки.

Мета роботи – встановлення можливості використання наповнених оксидними і силікатними матеріалами полісилоксанів як температуро- і вогнестійких захисних покриттів.

Об'єкти та методи дослідження. Як зв'язку для отримання захисних покриттів використано поліалюмосилоксановий лак КО-08 (ГОСТ 16731-78), а

наповнювачем були алюміній, цирконій (IV) оксиди, мінералізатором – титану (IV) оксид. Під час проведення дослідження використано передбачені чинними державними стандартами методи, які дають змогу вивчити фізико-хімічні та фізико-механічні властивості вихідних композицій для захисних покриттів та їх експлуатаційні характеристики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вихідні склади для захисних покриттів вибирали із умови отримання максимального вмісту температуро- і вогнестійких силікатних фаз (муліту та циркону) та мінімальним вмістом силіцію оксиду, який негативно впливає на термомеханічні властивості. Найбільш доцільно композиції для захисних покриттів отримувати шляхом сумісного диспергування стехіометрично розрахованих складів наповнювача у середовищі поліалюмосилоксану у кульових або бісерних млинах.

Встановлено, що в процесі механічного оброблення компонент відбувається подрібнення оксидного наповнювача, часткове розривання ланцюга полісилоксану, що створює можливість прививання останнього до поверхні оксиду та отримання агрегативностійкої суспензії. Залежно від часу механічного оброблення маса привитого полімеру становить 3,2-6,4 мас. %.

Покриття наносили на вихідні, попередньо очищені та знежирені залізобетонні конструкції методом занурення або пульверизації товщиною 600-800 мкм. Текучість суспензії має знаходитись у межах 20-26 с за віскозиметром ВЗ-4. Найбільш раціонально з метою досягнення максимальної мікротвердості можна наносити покриття пошарово товщиною 200-300 мкм, проводячи термічне затвердіння після кожного нанесення за температури 523 К. Аналогічний результат отримано під час затвердіння покриття за кімнатної температури (293 К). Вивчено вплив вогнезахисного покриття на експлуатаційні властивості залізобетону в умовах реальної пожежі. Для порівняння використано вогнезахисний склад Ендотерм ХТ-150.

Важливою характеристикою є вплив температури на зміну фізико-механічних властивостей досліджуваних покритих залізобетонних зразків. Вивчено міцнісні характеристики матеріалів на основі портландцементу (ПЦ II/A-III), шлакопортландцементу (ШПЦ III/A) за високих температур. Дослідження проводили після нагрівання до температури 473, 673, 873, 1073, 1273 К. Характер зміни міцності залізобетону із запропонованим складом покриття під час нагрівання наведено на рис. 1.

Встановлено, що під час нагрівання до температури 473 К міцність зразків на стиск зростає на 4,5-5,0 %, а міцність на згин – на 7-12 % внаслідок ущільнення структури залізобетону. Також при цьому виділяється вода із желеподібних складників в'язучого і кристалізації кальцію гідроксиду, який утворюється під час гідратації цементу. Нагрівання до температури 673 К призводить до зменшення міцності залізобетону на стик за майже стабільної міцності на згин. Таке значне зниження міцності на стик (25-50 %) спостерігається за нагрівання в інтервалі температур 673-873 К, що пояснюється дегідратацією продуктів тверднення цементу. При цьому мінімальне зменшення міцності на стиск спостерігається для залізобетонів на основі шлакопортландцементу. Можна заз-

начити, що міцність зразків на згин зменшується на 40 % – для незахищеного покриття і на 12,5-25,0 % – для захищеного.

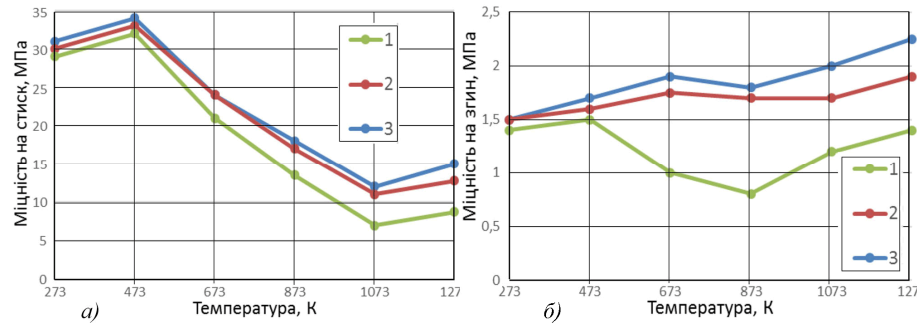


Рис. 1. Залежність міцнісних характеристик (на стиск – а, на згин – б) вогнезахисного залізобетону від температури пожежі: 1 – вихідний склад; 2 – товщина покриття 0,8 мм; 3 – товщина покриття – 1,0 мм

Подальше нагрівання зразків до температури 1073 К веде до зменшення міцності на стиск незахищеного залізобетону майже на 85 %, що може призвести до його руйнування. Візуально виявлено, що поверхня зразків покрита тріщинами розміром від 3 до 30 мм. Подальше нагрівання до температури 1273 К веде до незначного підвищення міцності зразків та стиск і згин внаслідок часткового спікання матеріалу за рахунок активного кальцію оксиду з утворенням спеченого матеріалу. Дослідження деформативних характеристик залізобетону показало, що за нагрівання до 573 К модуль пружності бетону (рис. 2) зменшується майже у 2 рази завдяки нерівномірному розширенню його складових внаслідок різниці ТКЛР.

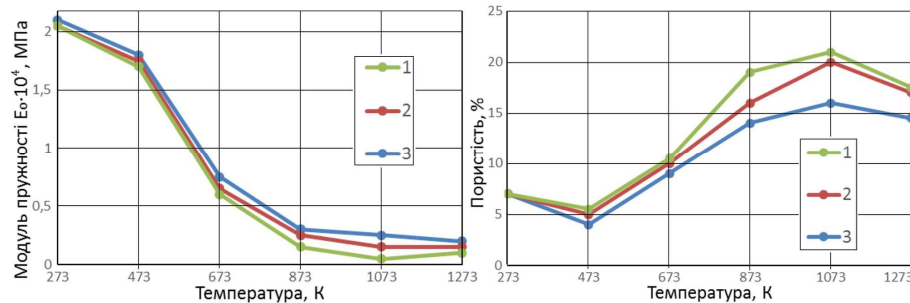


Рис. 2. Вплив температури нагрівання на міцнісні характеристики захищеного залізобетону: 1) вихідний склад; 2) товщина покриття 0,8 мм; 3) товщина покриття – 1,0 мм

Рис. 3. Вплив температури нагрівання на пористість захищеного залізобетону: 1) вихідний; 2) захищений Ендотерм ХТ-150; 3) захищений розробленим складом вогнестійкого покриття

Найбільше значення E₀ (у 2,5 рази) характерне для незахищеного залізобетону. Нагрівання в інтервалі температур 573-873 К внаслідок великої різниці показника терморозширення цементного каменя, його руйнування внаслідок

дегідратації зменшує модуль пружності до 0,12×10⁴ МПа для звичайного бетону. Для захищеного залізобетону цей показник у 2,0-2,6 рази вищий. Подальше нагрівання до 1173 К внаслідок руйнування кристалогідратної структури та появи дефектів каркасу зменшує модуль пружності до 0,03-0,18×10⁴ МПа. Тому показник E для захищеного залізобетону (0,03×10⁴ МПа) свідчить про практичне його руйнування, при цьому захищені зразки володіють відповідною міцністю, що підтверджують показники модуля пружності.

Під час нагрівання захищеного покриття залізобетону змінюється його пористість, яка значною мірою впливає на фізико-механічні показники матеріалу. Згідно з даними рис. 3, пористість залізобетону починає активно зростати за нагрівання до температури вище від 673 К. Виявлено, що в інтервалі температур 673-1073 К спостерігається збільшення пористості залізобетону на 40-52 % для залізобетону з неармованим й армованим каоліновим волокном.

Залізобетон на основі шлакопортландцементу із захисним покриттям змінює пористість під час нагрівання менш екстремально. При цьому збільшення пористості у цьому інтервалі температур нагрівання становить всього 6 %, що пояснюється утворенням на його поверхні дегідратованих частинок тонкої плівки скловидної фази із шлакової складової цементу та стабілізацією структурно-активних компонент. Внаслідок явища адсорбційного модифікування поверхні окремих складових залізобетону захисним покриттям можуть виникати сприятливі умови для формування мінімально напруженої мікроструктури, внаслідок чого є вищі показники міцності, порівняно із зразками на основі портландцементного в'язучого.

Нагрівання всіх досліджуваних зразків в інтервалі температур 1073-1273 К призводить до зменшення пористості на 10-18 % внаслідок часткового оплавлення поверхні покриття. Експериментально встановлено вплив розробленого складу вогнезахисного покриття на межу вогнестійкості залізобетонних конструкцій (рис. 4).

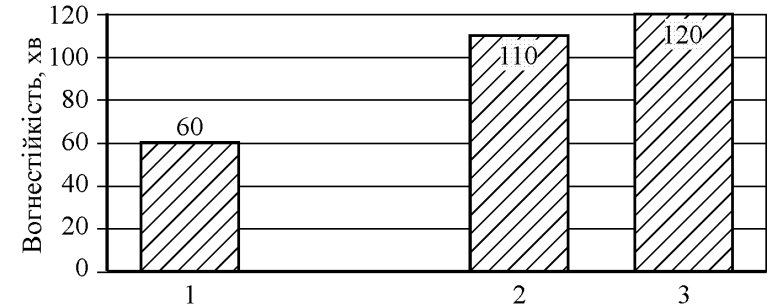


Рис. 4. Межа вогнестійкості залізобетонних конструкцій: 1) незахищеного; 2) покриття Ендотермом ХТ-150; 3) покриття розробленим складом вогнезахисного покриття

Висновок. Визначено вплив запропонованого складу захисного покриття на вогнестійкість залізобетонних конструкцій. Встановлено, що запропонований склад захисного покриття підвищує вогнестійкість залізобетонних конструкцій в 1,6-2,8 рази.

Література

1. Бартелеми Б. Огнестойкость строительных конструкций / Б. Бартелеми, Ж. Крюппа : пер. с франц. М.В. Предтеченского. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1985. – 216 с.
2. Богословский В.Н. Огнестойкость конструкций зданий с учетом режима пожара / В.Н. Богословский, В.М. Ройтман // Строительная механика и расчет сооружений : сб. науч. тр. – 1984. – № 5. – С. 8-14.
3. Зенков Н.И. Строительные материалы и горение их в условиях пожара / Н.И. Зенков. – М. : Изд-во "Стройиздат". – 205 с.
4. Милованов А.Ф. Стойкость железобетонных конструкций при пожаре / А.Ф. Милованов. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1998. – 304 с.
5. Романенков И.Г. Огнезащита строительных конструкций / И.Г. Романенков, Ф.А. Левигес. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1991. – 320 с.
6. Страхов В.Л. Огнезащита строительных конструкций: современные средства и методы оптимального проектирования / В.Л. Страхов, А. Гаращенко // Строительные материалы : сб. науч. тр. – 2002. – № 6. – С. 2-5.
7. Беликов А.С. Повышение огнестойкости строительных конструкций / А.С. Беликов, Г.Н. Крикунов, В.А. Шаломов и др. // Сборник научных трудов ПГАСА. – 1997. – Вып. 2, № 4.1. – С. 44-47.
8. Беликов А.С. Огнестойкость и повышение огнестойкости металлических конструкций / А.С. Беликов // Вісник ПДАБА : зб. наук. праць. – 2000. – № 3. – С. 57-61.
9. Кривцов Ю.В. Пассивная защита строительных конструкций и материалов / Ю.В. Кривцов, И.Р. Ладыгина, О.Н. Буллах и др. // Пожарная профилактика : сб. науч. тр. – М. : Изд-во ВНИИПО, 1996. – 45 с.

Пелешко М.З. Влияние защитного покрытия на температуру- и огнестойкость железобетонных конструкций

Исследовано, что применение огнезащитных покрытий для железобетонных конструкций является достаточно эффективным способом предотвращения его разрушения при пожаре. Определены условия формирования огнезащитного покрытия на основе наполненных полисилоксанов для повышения огнестойкости железобетонных строительных конструкций в условиях реального пожара. Запроектированы составы исходных композиций защитных покрытий и изучено их влияние на деформационные свойства железобетонных строительных конструкций. Запроектированы составы защитных покрытий для повышения долговечности железобетонных конструкций в условиях высокотемпературного нагрева и условий пожара.

Ключевые слова: высокотемпературное и огнезащитное покрытие, исходная композиция, предел прочности и огнестойкости железобетонных конструкций, модуль упругости и долговечность.

Peleshko M.Z. The Impact of Protective Coating on Temperature and Fire Resistance of Reinforced Concrete Constructions

The use of fire protective coatings for concrete structures is proved to be quite effective way to prevent its destruction by fire. The conditions for formation of fire retardant coatings based on filled polysiloxane to improve the fire resistance of reinforced concrete building constructions in a real fire are defined. Depots of outgoing compositions protective coatings are designed; their effects on deformation properties of reinforced concrete building structures are studied. Protective coating compositions to improve the longevity of reinforced concrete structures in conditions of high heat and fire are projected.

Keywords: high-temperature and fire protective coatings, output composition, strength and fire resistance of reinforced concrete structures, elastic modulus and longevity.

УДК 697.9

Асист. Г.М. Клименко; ст. викл. О.М. Довбуш;

ст. викл. Х.В. Миронюк, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

ЗАСТОСУВАННЯ ПОВІТРОРОЗПОДІЛУ МАЛОШВИДКІСНИМИ ПАНЕЛЬНО-СЕКЦІЙНИМИ ПОВІТРОРОЗПОДІЛЬНИКАМИ ДЛЯ ВИТІСНЯЮЧИХ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ

Наголошено на актуальності підтримання нормативних параметрів мікроклімату теплонапружених приміщень невеликого об'єму із щільним компонуванням обладнання, а також показано доцільність застосування в них такої енергоефективної схеми організації повітрообміну як витісняюча вентиляція. Проаналізовано недоліки повітродозподільних пристроїв систем витісняючої вентиляції. Запропоновано конструкцію малошвидкісного двокамерного панельно-секційного повітродозподільника для забезпечення ефективної роботи системи витісняючої вентиляції. Ці повітродозподільники дають змогу забезпечити рівномірність розподілу статичного тиску в корпусі повітродозподільника, а отже, і рівномірність витоку повітря у вентиляований простір. Їх конструкція дає змогу ефективно регулювати витрату повітря. Представлено методику розрахунку полицьових відокремлювачів потоку розподільної камери малошвидкісного панельно-секційного повітродозподільника. Визначено конструкційні розміри та зроблено типоряд двокамерних малошвидкісних панельно-секційних повітродозподільників з різними коефіцієнтами живого перерізу повітродозподільної стінки та з одно- або двобічним повітродозподіленням. Запропоновано алгоритм добору таких повітродозподільників залежно від початкової швидкості сформованої струмини.

Ключові слова: витісняюча вентиляція, повітродозподілення, малошвидкісний панельно-секційний повітродозподільник, швидкість руху, типоряд.

Вступ. На сьогодні в Україні у зв'язку з розвитком малого і середнього бізнесу створюються виробничі підприємства із теплонапруженими приміщеннями невеликого об'єму зі стисненим компонуванням обладнання [1].

Основне завдання на виробництвах такого типу полягає у створенні комфортних умов для працівників і забезпечення нормованих параметрів у робочій або зоні обслуговування [3, 10]. Загальноприйнято, що у приміщеннях цього типу на розподіл параметрів впливають конвективні потоки. А припливні струмини відіграють другорядну роль. Тому це питання потребує детальнішого вивчення. Для підтримання повітряного балансу необхідно подавати потрібну кількість повітря. У більшості випадків цю задачу неможливо розв'язати без рівномірного повітродозподілу безпосередньо в робочу зону [4]. Для цього запропоновано двокамерні панельно-секційні повітродозподільники.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для теплонапружених приміщень спосіб подачі повітря у робочу зону з параметрами близькими до параметрів робочої зони вважають найбільш ефективним [14]. Цей спосіб отримав назву "витісняюча вентиляція" [15]. Враховуючи невеликий об'єм приміщення, для подачі припливного повітря безпосередньо в робочу зону потрібно використовувати повітродозподільники, що створюють припливні струмини, у яких швидкість і температура досягають нормованих значень поблизу місця випуску [10]. Більшість відомих повітродозподільників є однокамерними. Їхня конструкція не дає змогу забезпечувати згадані вище вимоги.

Постановка проблеми. Для забезпечення рівномірності початкової швидкості повітряної струмини у корпусі повітродозподільника потрібно підтри-