**Колосніченко Марина Вікторівна. Розвиток наукових основ створення термозахисного спеціального одягу: дис... д-ра техн. наук: 05.19.04 / Київський національний ун-т технологій та дизайну. - К., 2004**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Колосніченко М.В. Розвиток наукових основ створення термозахисного спеціального одягу. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.19.04 – технологія швейних виробів, Київський Національний університет технологій та дизайну, Київ, 2004.  Дисертація присвячена вирішенню важливої прикладної проблеми – створенню конкурентноздатного спеціального термозахисного одягу з прогнозованими властивостями на основі встановлення закономірної зміни споживчих та техніко-економічних характеристик одягу під впливом високотемпературних факторів середовища шляхом удосконалення технологічного процесу та принципів розроблення і оцінювання якості під час формування асортименту спецодягу з пасивним і активним теплозахистом для заданої сукупності виробничих систем. Це забезпечить розв’язання значної соціальної проблеми зниження виробничого травматизму і загибелі людей та проблеми швейного виробництва щодо зниження собівартості і підвищення продуктивності праці під час впровадження у виробництво нових видів спецодягу.  Для цього розроблено науково обґрунтовані методи формування раціональної структури асортименту термозахисного спецодягу, які дали можливість встановити закономірності його проектування на основі розкриття механізму кількісних і якісних показників у системі “навколишнє середовище – ТЗСО – людина”.  Отримано основні визначальні співвідношення, які описують взаємозв’язки між процесами нестаціонарного теплоперенесення крізь багатошаровий комплект одягу до тіла людини, конструктивно-технологічними параметрами та експлуатаційними властивостями ТЗСО з пасивним і активним теплозахистами.  В результаті експериментальних досліджень високотемпературних впливів на людину, яка одягнена в термозахисний спецодяг, встановлено взаємозв’язки теплового стану людини з конструктивно-технологічними параметрами виготовлення одягу та розроблено методичні підходи до визначення припустимої тривалості роботи в ТЗСО за допомогою методів математичного моделювання процесів; експериментально підтверджено правильність основних теоретичних рішень.  Розроблено технічні рішення та рекомендації щодо практичної реалізації технологічного процесу створення нових видів ТЗСО із заданими властивостями та методів випробування асортиментного різновиду в умовах функціонування реальних виробництв, а також під час робіт із запобігання та ліквідації наслідків природних і техногенних катастроф.  Отримані дані сприяють розвинення наукових основ створення термозахисного спеціального одягу з прогнозованими властивостями та є методологічною базою цілеспрямованого формування асортименту конкурентноздатного ТЗСО згідно з рівнем і ресурсом функціональної відповідності комплексу агресивних факторів високотемпературного середовища. | |
| |  | | --- | | 1. Аналіз сучасного стану розроблення та досвід експлуатації ТСЗО показав, що робота людини в умовах мікроклімату, який характеризується наявністю теплового навантаження, можлива лише з використанням термозахисного спеціального одягу. Існуючі види ТЗСО не в повній мірі забезпечують необхідний захист, а в окремих випадках зумовлюють додаткові фактори теплової небезпеки. 2. Розроблено критерії оцінки ефективної температури навколишнього середовища та класифікацію температурних зон використання термозахисного спецодягу з урахуванням ерготермічного навантаження на людину для прогнозування тривалості захисної дії з метою створення умов безпечної роботи. Науково обґрунтовано припущення щодо реалізації принципу поєднання пасивних і активних способів захисту під час створення ефективних засобів індивідуального захисту від впливу екстремальних температур. 3. Розроблено фізичні моделі створення термозахисного спецодягу з пасивним і активним теплозахистом. Рекомендовано методи за якими досліджено теплозахисні характеристики матеріалів (коефіцієнт теплопровідності l, питома теплоємність *с*, термічний опір *R),*обґрунтовано склад пакетів для розроблення конструктивно-технологічних параметрів спецодягу з прогнозованими властивостями. Запропоновано схеми активного теплозахисту з конвективним, кондуктивним та комбінованим способами теплознімання і тепловідведення з продуктами метаболізму з підкостюмного простору. 4. Встановлено параметри спецодягу та обгрунтовано вибір показника тривалості захисної дії комплекту ТЗСО в залежності від умов експлуатації, способу захисту і його ефективності, маси комплекту та енерговитрат в залежності від характеру робіт, що виконуються. Визначені основні співвідношення, які описують тепловий баланс *Q*з урахуванням температур оточуючого середовища *Т* та в підкостюмному просторі *Tk*, товщини *h*, маси *m*, щільності *r* та теплопровідності l, а також коефіцієнтів тепловіддачі зовнішнього aз і внутрішнього aв шарів теплоізоляції матеріалів і пакетів 5. На основі теоретичного обґрунтування визначено та графічно інтерпретовано залежності конвективної складової коефіцієнту тепловіддачі *aс* від температури довкілля *Т*та рухливості повітря *V*, радіаційної складової коефіцієнту тепловіддачі *aR* в еквівалентних температурах випромінювання *Те*поверхні оточуючих предметів, а також залежності температур поверхні термозахисного спецодягу при різних значеннях ступеня чорноти *e*. Доведено, що застосування металізованого тепловідбиваючого покриття суттєво зменшує температуру поверхні ТЗСО і комплекту спецодягу в цілому. 6. Отримані аналітичні залежності випромінювання осередку пожежі в залежності від оптичних властивостей середовища і розмірів об’єму, що випромінює, для елементарної поверхні оболонки та повного фізичного випромінювання потоку в умовах різноманітної орієнтації факелу і віддаленості оточуючих предметів. За законом просторового розподілу температури, коефіцієнтів послаблення в факелі полум’я і коефіцієнту опромінювання отримані аналітичні залежності для розрахунку щільності падаючих променевих потоків крізь поверхні різноманітної орієнтації. 7. На основі теорії тепломасоперенесення, виходячи з прийнятих гіпотез, граничних умов та припущень, розв’язано задачу розподілу температури всередині пакету з активним теплозахистом. Отримані рівняння дають можливість визначити кількість теплоти, що проникає до тіла людини, а також коефіцієнт ефективності теплового захисту в умовах конвективного теплознімання. Також виведено рівняння для розрахунку охолоджувальних елементів системи за заданої тривалості захисної дії ТЗСО в залежності від теплових умов середовища із застосуванням кондуктивного теплознімання. 8. Розв’язки рівняння теплового балансу для умов рідинного теплознімання дали змогу встановити залежності витратихолодоносія на вході і виході з охолоджувальної системи для різних значень теплових потоків *Q , Вт,* які потрібно відвести. Визначено, що для значень 200<*Q*<1400 значення витрат охолоджувача *m, кг/с*, становлять 3,6<*m*<23,3. Виявлено залежності та розраховано раціональні значення витрат у разі використання водяного льоду за заданих значень перепаду температур. 9. Розроблено математичну модель процесу теплоперенесення в системі “навколишнє середовище – ТЗСО – людина” для активного способу теплозахисту. Отримано повну систему диференційних рівнянь, яка в загальному вигляді, за наявності припущень та граничних умов, дає змогу розрахувати температури на правих і лівих границях шарів у комплектах термозахисного спецодягу. Отримано рівняння для розрахунку температури на поверхні комплекту ТЗСО, температури на внутрішній поверхні пакета в контакті з підкостюмним простором, що стикається з охолодженим за рахунок холодоагенту повітрям, а також температури в підкостюмному просторі залежності від умов середовища та обраного холодоагенту. 10. Розроблено оригінальний прилад та метод вимірювання теплофізичних характеристик пакетів, використання якого дало можливість вимірювати температуру в шарах пакетів матеріалів за умов пасивного захисту, включаючи підкостюмний простір. З використанням розробленого приладу вивчено характеристики пакетів матеріалів. Встановлено, що найкращими показниками характеризуються пакети, до складу яких входять текстильні матеріали з метаарамідних та метаарімідних волокон з термічним опором *R=0,46-0,63 (м2К)/Вт,* товщиною *d=0,012-0,014 м,* коефіцієнтом температуропровідності *а=(3,50-4,07)10-7 м2/с.*Це дало змогу оцінити теплову стійкість пакетів під впливом високотемпературного середовища для визначення температурних діапазонів використання та тривалості безпечної роботи. 11. Для підвищення точності вимірювання показників в умовах нестаціонарної теплопровідності розроблено фазовий спосіб визначення коефіцієнта температуропровідності матеріалів і пакетів з розміщенням на сторонах матеріалів малоінерційних нагрівачів та теплоприймачів. 12. Розроблено пристрій для вимірювання температури в шарах пакетів матеріалів із застосуванням комбінованої системи активного теплозахисту (рідинного кондуктивного та конвективного) на основі напівпровідникової термопари, що дало змогу забезпечити підвищення точності вимірювання температури шляхом виключення похибок від нестабільності та нелінійності характеристик термопари. 13. Досліджено пакети спецодягу в умовах пасивного і активного теплозахисту. Встановлено, що за наявності пасивного теплозахисту зростання температури і густини теплового потоку протягом перших 5 хвилин відбувається майже пропорційно до часу; при досягненні 40-45 хвилин густина теплового потоку досягає досить високих величин – 180-250 Вт/м2, а температура в підкостюмному просторі - 38,8-43,1 0С. В разі застосування охолодження, зростання температури і густини теплового потоку різко уповільнюється і зменшується, а значення термічного опору пакетів зростають у 1,5-2 рази і досягають величин R=0,77-1,13 (м2К)/Вт. Показано, що пакети з утеплювачами з метаарамідних волокон забезпечують швидке і рівномірне проникнення повітря крізь термозахисний спецодяг. 14. Розроблено проектно-технологічні рішення створення термозахисного спецодягу, які потребують урахування особливостей захисних властивостей з одночасною відповідністю їх комплексові ергономічніх, гігієнічних, захисних, економічних та технологічних вимог; запропоновано конструктивну будову ТЗСО та методи його випробувань. 15. Проведеною перевіркою збіжності результатів випробувань з отриманими теоретичними залежностями встановлено, що максимальне відхилення експериментальних даних не перевищує 10,3 % від теоретичних для одягу з пасивним теплозахистом (фізична модель ФМ1) і 7,2 % для одягу з активним теплозахистом (фізична модель ФМ2). Відсутність відмов у роботі по захисних показниках також підтверджує відповідність розроблених наукових основ створення ТЗСО реальним умовам його експлуатації у виробничих умовах та під час виконання робіт з ліквідації наслідків природних і техногенних катастроф. 16. На базі проведених теоретичних та експериментальних досліджень розроблено науково обґрунтовані основи методів проектування технологічного процесу створення нових видів ТЗСО, які підтверджено актами впровадження, технічними умовами на спеціальний захисний одяг, патентами України на промислові зразки. Результати роботи лягли в основу розробленого проекту Національного стандарту України “Одяг пожежника захисний. Загальні технічні вимоги та методи випробувань”. | |