

УДК 687.157 638.1

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМФОРТНОСТІ ОДЯГУ БДЖОЛЯРА

Л.І. ЗУБКОВА, І.П. ОСТАПЧУК, Л.О. МАСЛОВСЬКА, О.П. КАРНАУХ

Київський національний університет технологій та дизайну

З урахуванням результатів порівняльного аналізу в статті розглянуто відомі та запропоновано нові технічні рішення щодо розробки та виготовлення захисного костюму бджоляра. Основними функціями такого одягу є забезпечення захисту пасічника від укусів бджіл. Технічні рішення, запропоновані авторами, забезпечують створення при цьому максимально комфортних умов для роботи з урахуванням ергономічних вимог до одягу.

Україна є однією з найпотужніших бджільницьких країн світу з тисячолітніми традиціями цього промислу. Виробничий фонд галузі налічує близько 400 тисяч бджолярів та понад 3,5 млн бджолосімей. Валове річне виробництво меду перевищує 75 тисяч тон, що ставить Україну на перше місце в Європі та на п'яте в світі за цим показником після Китаю, Індії, Аргентини та США [1]. При такій, на перший погляд, позитивній статистиці до сьогодні в Україні не розв'язана проблема створення відповідних умов праці бджоляра, зокрема комфортності захисного одягу. Сьогодні в Україні нараховується 25 навчальних закладів, які готують майбутніх бджолярів. Серед слухачів таких закладів переважна кількість дітей підліткового віку, які воліють працювати в комфортних умовах. Необхідною умовою для забезпечення відповідності одягу вимогам ергономічності та комфортності є наявність сучасної науково-обґрунтованої антропометричної інформації. На сьогоднішній день антропометрична інформаційна база є застарілою, тому швейна промисловість потребує розробки нової для проектування одягу бджоляра з урахуванням пропорцій для дітей підліткової групи.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження являються технічні рішення захисного одягу бджоляра з підвищеними ергономічними та комфортними властивостями.

Оскільки бджолярство сьогодні є високорозвиненою галуззю сільського господарства, яка приносить прибутки, і є досить популярною серед населення справою, тому для пасічників необхідно забезпечити належні захисні та комфортні умови під час виконання ними необхідних видів робіт.

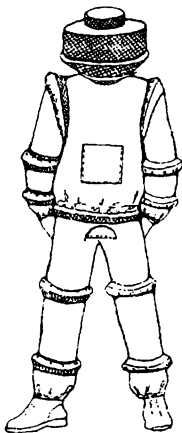


Рис.1. Костюм для захисту
бджоляра (Патент РФ 2176897)

Так, з цією метою, у 2003 році в Росії запатентований захисний комплект одягу [2]. Він включає штани, куртку з коміром та головний убір. Загальний вигляд костюму представлений на рис.1. Костюм дійсно захищає пасічників від укусів бджіл, але своїми розмірами та вагою створює додаткові незручності при роботі. На внутрішній поверхні верхньої опорної частини куртки та задніх частинах половини брюк цього костюму розташовані системи пружних ребер. Вони створюють між внутрішньою поверхнею тканини і шкірою людини повітряний простір з метою покращення вентиляції підодягового

простору. Головний убір містить захисну лицьову сітку з наголовником. Існуючі вентиляційні вставки занадто об'ємні та постійні, що спричиняє ускладнення рухів при роботі та додає ваги костюму. Це спричинить швидке стомлення працюючого та інтенсивне потовиділення. А піт, як відомо, є збудником для підвищення агресивності бджіл.

Постановка завдання

Метою досліджень є теплофізичні характеристики захисного комплексу одягу, основними функціями якого є забезпечення захисту бджоляра від укусів бджіл і створення при цьому максимально ергономічних і комфортних умов для роботи.

Результати та їх обговорення

Однією з найважливіших функцій захисного одягу є забезпечення теплового комфорту, який є умовою нормального самопочуття працюючого та високої працездатності людини. Необхідною умовою збереження тривалого комфорту є підтримка теплового балансу, який досягається шляхом терморегуляції організму та застосуванні одягу з необхідними властивостями.

В силу першого закону термодинаміки сумарна тепловіддача в умовах конкретно визначеної діяльності організму людини повинна дорівнювати його теплопродукції M . Таким чином, тепловий баланс людини виражається наступним рівнянням [3]:

$$M = Q_a + Q_{\text{вип}} + Q_{\text{дох}} + Q_{\lambda} + Q_{\text{пр}} + L_{\text{мех}}, \text{ [Вт]}, \quad (1)$$

де M – кількість тепла, яке виробляється організмом людини за одиницю часу, Вт; Q_a – кількість тепла, яке віддається радіацією і конвекцією з поверхні тіла, вкритого шарами одягу, Вт; $Q_{\text{вип}}$ – втрати тепла на випаровування вологи з поверхні тіла, Вт; $Q_{\text{дох}}$ – втрати тепла при диханні, Вт; Q_{λ} – втрати тепла теплопровідністю, Вт; $Q_{\text{пр}}$ – втрати тепла радіацією, Вт; $L_{\text{мех}}$ – витрати тепла при виконанні механічної роботи, Вт.

Всі ділянки тіла активно приймають участь в процесі теплообміну, тому в розрахунках приймається не загальна поверхня тіла, а та, яка найактивніше приймає участь в обміні тепла. Відповідно, спираючись на розраховану теплопродукцію і визначений експериментальним шляхом тепловий потік, за допомогою закону Фур'є можна визначити величину сумарного теплового опору одягу бджоляра, який проектується [4].

Для розрахунку загального теплового опору $R_{\text{заг}}$ пакету одягу (білизна, костюм) використовують наступну формулу [4]:

$$R_{\text{заг}} = \frac{t_{\text{шк}} - t_n}{Q_a} = \frac{t_{\text{шк}} - t_n}{M - (Q_a + Q_{\text{вип}} + Q_{\text{дох}})}, \text{ [м}^2\text{град/Вт]}, \quad (2)$$

де $S_{\text{заг}}$ – площа тіла, вкритого одягом (визначається за формулою Дюбуа [4]), м²; $t_{\text{шк}}$ – середньозважена температура тіла під одягом, °С; t_n – середньозважена температура зовнішньої поверхні одягу, °С.

Визначення теплового балансу та ступені його порушення дозволяють оцінити теплоізоляційні властивості одягу, а також прогнозувати час можливого перебування людини в умовах його експлуатації.

Теплова рівновага між організмом людини та навколишнім середовищем відповідає умовам комфорту і залежить від температури поверхонь тіла, швидкості та вологості повітря, характеру одягу та величини теплопродукції людини.

У загальному балансі відведення теплоти конвекцією складає 25-30%. В умовах, коли $t_{шк}$ наближається до t_{oc} , єдиним шляхом підтримки балансу є тепловідведення випаровуванням за рахунок потовиділення, яке складає 23-29% в умовах комфорту і являється мінімальною величиною. Тепловий комфорт буде забезпечуватися тільки тим одягом, показник якого відповідає значенню середньої температури шкіри під одягом $t_{шк} = 33^{\circ}\text{C}$ [3].

Для збереження постійної температури тіла та забезпечення комфортності вся система повинна знаходитись в термостабільному стані. Це досягається координуванням процесів направлених на утворення тепла в організмі, що здійснюється за участі механізму хімічної та фізичної терморегуляції і його відведенням. Тому автори поставили за мету запропонувати та обґрунтувати технічні рішення, які направлені на створення необхідного мікроклімату під одягом шляхом створення конструкцій одягу бджоляра з характеристиками, що мають відповідати умовам комфортності.

Враховуючи, що в цих умовах відчуття теплового комфорту забезпечується одягом, при якому величина метаболізму дорівнює $M/S = 0,06 \text{ Вт/м}^2$, можна представити показник теплоізоляційної здібності I у вигляді наступного рівняння [4]:

$$I = (0,15 \cdot ((33 - t_{oc}) / N) - 5,7) / \alpha, \quad (3)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією.

Рівняння поєднує фізіолого-гігієнічну (N) та фізичну (t_{oc} та α) сторони процесу теплообміну організму людини з оточуючим середовищем.

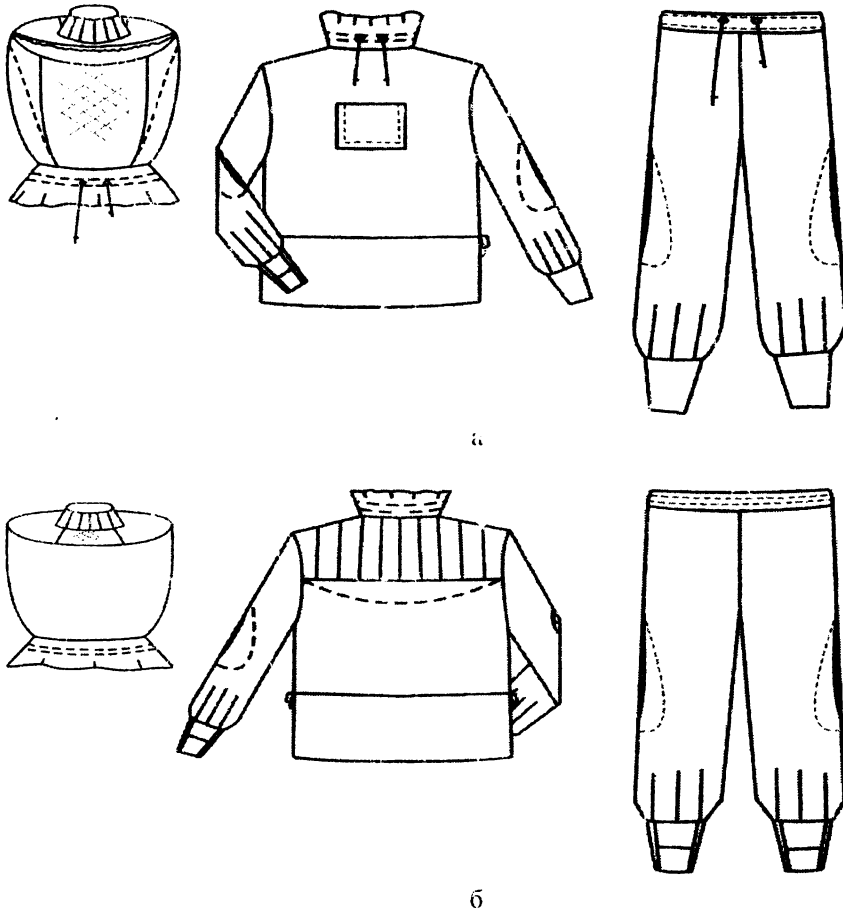
Як видно з вище наведених умов, тепловий опір костюму бджоляра має бути мінімальним при комфортних показниках навколишнього середовища. В разі зміни цих показників бджоляр повинен мати можливість легко трансформувати костюм відповідним чином. Для забезпечення теплової рівноваги між організмом людини та навколишнім середовищем при розробці костюму була проведена низка дослідів над матеріалами (методика згідно з ГОСТ 12088-77). З-поміж них перевага надавалась тим, які відповідають показникам повітропроникності з коефіцієнтом вагомості 0,16 серед найбільш вагомих показників споживчих властивостей. При підборі матеріалів, що задовольняють величині необхідної повітропроникності і низькій гігроскопічності, була обрана група матеріалів, призначених для сорочок та білизни.

Як показали досліді, показники повітропроникності матеріалів для сорочки мало відрізняються між собою і знаходяться в межах норми по градації показників якості «задовільно» $150-449 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$, і тільки білизняна тканина відноситься до показника якості «відмінно» $>750 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$. На жаль, хоча й остання має найкращі характеристики повітропроникності, але при цьому високі показники гігроскопічності з часом призводять до зменшення коефіцієнта повітропроникності.

З метою зменшення впливу гігроскопічності як фактора, що знижує повітропроникність, для виготовлення костюму бджоляра були вибрані не тільки білизняні тканини, але і сітка, яка крім гігієнічних властивостей виділяється ще й естетичними показниками та створює відчуття легкості.

Новизна даного костюму обумовлюється тим, що він включає спеціально створені раціональні елементи, які найбільше відповідають його призначенню і максимально враховують гігієнічні вимоги для забезпечення комфортності роботи бджоляра (рис.2).

Так, вентиляція повітря під одягом створюється шляхом використання відповідних припусків на вільне облягання, різноманітних відлітних кокеток, басок зі вставками з сітки тощо. Але відомо, що повітряні прошарки в одязі при рухах формуються випадково. Тому рух повітря під одягом не забезпечує високу ефективність і стабільність вентиляції в процесі експлуатації костюму. Для підвищення гігієнічності одягу шляхом максимальної вентиляції простору між тілом людини та одягом нами запропоновані вставки з повітропроникного матеріалу у вигляді підкладки, як в кишені.



а – вигляд спереду; б – вигляд ззаду;

Рис.2. Зовнішній вигляд комплекту спеціального одягу

Завдяки результатам дослідів, проведених з костюмом впродовж одного сезону, нам вдалось визначити раціональні геометричні характеристики вентиляційних елементів в конструкції захисного костюму пасічника. Вони розташовані в бічних швах штанів, у середніх швах рукавів та у шві кокетки спинки куртки. Вхід в кишені застібається на застібки-блискавки або гудзики з навісними петлями. Конструкція застібки дає змогу підкладці кишені вільно випадати назовні на 1-2см. Це забезпечує формування вентиляційних отворів. За допомогою застібок можна повністю або частково перекривати доступ повітря під одяг через вентиляційні отвори в різні пори року або доби. В результаті збільшується або зменшується сумарний тепловий опір одягу за рахунок нерухомих повітряних прошарків під одягом. Одним із основних функціональних вузлів такого одягу є манжети. Вони захищають від проникнення

бджіл під одяг в зоні рук і ніг. Вони складаються з основної деталі, яка виготовлена з матеріалу верху, вставки з еластичної тканини та вставки з еластичної стрічки. Вставки розміщені на основній деталі манжети в верхній та нижній її частинах. При цьому вставка з еластичної стрічки фіксує щільне прилягання манжети до зап'ястя рук та гомілки ніг після одягання.

Комфортністю та естетичним зовнішнім виглядом в даному костюмі відрізняється головний убір. Його стійка виконана конусоподібною, що дозволяє краще фіксувати його на голові та запобігає ужаленню верхньої частини голови. Верхній край лицьової сітки не з'єднаний з полями, а оброблений по дузі не менше 120 градусів сегментом з основної тканини. Щоб верхній край лицьової сітки фіксувався на верхньому полі, край сегменту стягнений в куліску еластичною тасьмою.

На верхньому полі в області потилиці сконструйована вентиляційна вставка у вигляді сектору. Така конструкція сприяє безперервному руху повітря вздовж спини і потилиці та забезпечує постійне охолодження пасічника. Циліндричну форму головного убору підтримують два каркаси. Нижній каркас більший в діаметрі і розташований під кутом відносно верхнього. Для формування простору сітки в області обличчя, головний убір стягується по низу на ший поверх коміра куртки за допомогою куліски з фіксатором. Такими ж кулісками оснащені нижня частина штанів та комір куртки. Ці куліски регулюють щільність прилягання костюму до тіла, що забезпечує надійний захист від проникнення комах під одяг. Між верхньою та нижньою частинами куртки закріплені вертикальні частини «Г»-подібних хлястиків-фіксаторів. Верхні відігнуті частини цих хлястиків подвійні та більш жорсткі. Вони створюють потовщення і фіксують низ куртки, заправлений в штани. Таким чином, при присіданні або підніманні рук, нижня частина куртки не випростається назовні. Нами запропоновані системи пружних елементів виконані у вигляді вертикально застрочених складок, які розташовані по низу штанів, низу рукавів та по кокетці спинки куртки. Вони утворюють між тілом людини і тканиною простір, що забезпечить повітрообмін підодягового простору.

Висновки

1. Запропоновані технічні рішення в значній мірі забезпечують необхідні показники комфортності одягу бджоляра, що досягаються за рахунок облаштування вентиляційних отворів захисними сітками у вигляді кишені, пружних елементів та застосуванням двох шарів сітки в основних деталях одягу.
2. Запропоноване удосконалення конструкції захисного одягу пасічника дозволяє забезпечити гігієнічні вимоги і комфортність з урахуванням закономірностей теплообміну та масообміну.
3. Подальше вдосконалення конструкторських рішень має базуватися на антропометричній інформації, яка відсутня щодо лідалітків і яку необхідно зібрати, обробити і використати.

ЛІТЕРАТУРА

1. http://kievtown.net/ukr/kiev_museums/beekeeping_museum.html
2. Пат. 2245666 Российская Федерация, МПК А 41 D 13/00. Защитный костюм/Самарцев В.Д.; заявитель и патентообладатель Самарцев В.Д. -- заявл. 07.05.2003; опубл. 10.02.2005. Бюл. №25.
3. Кондратьев П. А. Теплозащитные свойства одежды – М.: Легкая индустрия, 1965. – 108 с.
4. Кокеткин И.И. и др. Промышленное проектирование специальной одежды -- М.: Легкая индустрия, 1965. – 210 с.

Надійшла 12.07.2010