

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ДИЗАЙНУ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**ІВАНОВ ІГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

УДК 677.017.63:61(043)

**ДИСЕРТАЦІЯ**

**УДОСКОНАЛЕННЯ КОНФЕКЦІЮВАННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ  
ДЛЯ ВИРОБІВ ШПИТАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Спеціальність 132 Матеріалознавство  
технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ Іванов І.О.

(підпис)

Науковий керівник – Супрун Наталія Петрівна, доктор технічних наук, професор

Київ – 2020р.

## АНОТАЦІЯ

*Іванов І.О.* Удосконалення конфекціювання текстильних матеріалів для виробів шпитального призначення. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 Матеріалознавство. – Київський національний університет технологій та дизайну, Україна, Київ, 2020.

Дисертаційну роботу присвячено дослідженню та розв'язанню актуальної, проте недостатньо вивченої проблеми удосконалення науково обґрунтованого вибору текстильних матеріалів для виробів шпитального призначення. Необхідність проведення такого дослідження зумовлена тим, що існуючий асортимент одягу та допоміжних текстильних виробів, призначених для експлуатації пораненими і важкохворими пацієнтами шпиталів, часто не відповідає сучасним технологіям лікування, неповністю забезпечує необхідні гігієнічні, захисні та реабілітаційні функції, що особливо відчувається у відділеннях травматології, опікових центрах і палатах інтенсивної терапії. Аналіз стану забезпеченості лікарняних закладів текстильними виробами шпитального призначення вказав на постійну потребу в їх оновленні та розширенні асортименту.

Об'єктом дослідження є процес науково обґрунтованого вибору функціональних матеріалів для шпитального одягу та допоміжних текстильних виробів медичного призначення.

Предметом дослідження є удосконалення конфекціювання текстильних матеріалів для виробів шпитального призначення.

Метою дисертаційної праці є удосконалення процесу конфекціювання сучасних текстильних матеріалів для шпитального одягу та текстильних допоміжних виробів медичного призначення з урахуванням функціональних вимог та особливостей умов їх експлуатації. Відповідно до визначеної мети в роботі поставлена та вирішувалася низка наукових завдань, які знайшли своє відображення в наукових та практичних результатах.

Проаналізовано міжнародний та вітчизняний досвід розробки швейних виробів для пацієнтів, що знаходяться на лікуванні в стаціонарних медичних закладах, який засвідчив, що в даний час відсутня науково обґрунтована методика конфекціювання нових матеріалів для ергономічних, прилаштованих до умов експлуатації текстильних виробів шпитального призначення.

На підставі аналізу особливостей вимог та умов експлуатації розроблено алгоритм конфекціювання матеріалів для виготовлення текстильних виробів для пацієнтів в стаціонарних лікувальних закладах. У порівнянні з побутовими, вони мають виконувати ряд специфічних функцій, залежно від особливостей протікання конкретного захворювання та методики його лікування.

Виявлено вплив проведення характерних діагностичних та лікувальних медичних маніпуляцій на розміщення функціональних елементів в інноваційних текстильних виробах шпитального призначення. Встановлено основні медико-біологічні та функціонально-технічні вимоги до матеріалів для їх виготовлення, виявлено фактори, які зумовлюють необхідні експлуатаційні характеристики, сенсорний та термофізіологічний комфорт. Розроблено топографію розташування спеціальних функціональних вставок із заданими властивостями в місцях, які для створення комфортної експлуатації потребують підвищеного вологопоглинання, виведення зайвої пароподібної вологи і тепла, вентиляції та швидкого висихання, підвищеної гладкості або навпаки, шорсткості поверхні матеріалу, відповідних амортизаційних характеристик та ін.

Опитування, проведене серед фахівців, що мають досвід роботи з оцінки якості тканин медичного призначення, і подальша експертна оцінка, дозволили встановити ієрархічну структуру та виявити істотно значимі показники якості матеріалів для шпитальної білизни, до яких віднесені вологоємність,  $W$ , [%], коефіцієнт повітропроникності,  $V_h$  [дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>с], капілярність, [мм] та час висихання, [хв].

Гігієнічність виробів, які безпосередньо контактують з тілом людини, визначається їх можливістю забезпечити евакуацію з підодягового простору та поверхні тіла продуктів життєдіяльності організму, тому однією з найважливіших

функцій текстильних матеріалів шпитального одягу та постільної білизни є їх здатність бути проникними для речовин, що перебувають у газоподібному та рідкому стані.

В якості об'єктів дослідження для порівняльного аналізу обрано тканини і трикотажні полотна, які, згідно нормативним документам, дозволені для використання у виробках медичного призначення, а також інноваційні мультифункціональні текстильні матеріали різного сировинного складу і структури.

З використанням стандартизованих методів досліджень і спеціально розроблених методик, адаптованих до особливостей умов використання виробів, досліджено і отримано залежності гігієнічних властивостей від сировинного складу і характеристик структури традиційних та інноваційних текстильних матеріалів шпитального призначення, проведено їх конфекціювання.

Розширено номенклатуру показників якості матеріалів включенням показників, які відображають специфіку умов експлуатації виробів – вологоємність, визначена під дією тиску тіла лежачої людини, кінетика висушування зволоженого матеріалу при температурі поверхні тіла людини, показники запилення та очищення поверхні матеріалу, тангенційний опір для зволжених стандартним «розчином поту» тканин.

Це дозволило визначити матеріали, оптимальні за властивостями для використання в якості основних і для функціональних вставок, що відповідають встановленим нормам якості для виробів даного асортименту та забезпечують пацієнтам шпиталів термо- та нейрофізіологічний комфорт при експлуатації.

Зважаючи на особливе значення підтримування чистоти в стаціонарних лікувальних закладах, розроблено методику та проведено визначення здатності текстильних матеріалів шпитального призначення до забруднення сухим пилом (запилення), а також легкість його видалення.

Оскільки в процесі експлуатації за рахунок підвищеного потовиділення хворих матеріали постільної і натільної білизни можуть значно зволожуватися, порівняльний аналіз проводився для повітряно-сухих і зволжених зразків.

Отримані експериментальні дані свідчать про те, що запилення та легкість очищення поверхні залежать як від фактури матеріалів, що визначається видом переплетення і щільністю структури, так і від ступеню зволоження. Це дозволило скласти рекомендації щодо вибору матеріалів для деяких деталей верху шпитального одягу, які в найбільшому ступені піддаються запиленню.

В якості санітарно-протиепідемічного заходу у боротьбі з розповсюдженням коронавірусної інфекції Covid-19 в стаціонарних медичних закладах зараз широко використовується ультрафіолетове випромінювання для знезаражування палат та кабінетів. Між тим відомо, що поряд з позитивною дією, ультрафіолетове опромінення створює для людини ряд небезпек – викликає головний біль, відчуття розбитості, передчасної втоми або збудження, підвищення температури тіла, провокує розвиток дерматитів та уражень слизової та рогової оболонки ока. Нами запропонована екобезпечна, доступна та недорога методика обробки целюлозовмісних шпитальних тканин для захисту пацієнтів від негативних наслідків дії ультрафіолетового випромінювання. Для наномодифікації обрані природні алюмосилікатні галлоізитні нанотрубки, які дозволені для використання у біомедичних матеріалах та санітарно-гігієнічних виробках.

Отримані наноматеріали досліджено комплексом сучасних фізико-хімічних методів, за допомогою яких доведена поглинаюча здатність щодо ультрафіолетового випромінювання (за результатами аналізу ультрафіолетових та інфрачервоних спектрів вихідного і обробленого матеріалів) і підтверджено коагуляцію нанотрубок на поверхні волокон (при дослідженні оптичних властивостей з використанням сканувального електронного мікроскопу).

Досліджено і отримано залежності значень коефіцієнта тангенційного опору від структури поверхні, сировинного складу та ступеню зволоження тканин, призначених для виготовлення різних видів виробів шпитального призначення. Цей показник є одним із визначальних як при виборі матеріалів, що безпосередньо контактують з тілом хворого і забезпечують тактильний комфорт, так і для текстильних допоміжних засобів для догляду за хворими з обмеженнями функціональної активності.

З'ясовано, що використання допоміжних засобів допомагає хворим з обмеженням рухових функцій долати важкі фізичні бар'єри під час вимушеного пересування, значно спрощує різноманітні маніпуляції і дуже допомагає тим, хто здійснює догляд за хворим. Набуло подальшого розвитку удосконалення конструкції та конфекціювання матеріалів на ковзаючи простирадла, текстильні фіксуєчі ремені та поясу для переміщення нерухомих хворих. Вирішальним фактором для вибору матеріалів для таких виробів є гладкість або шорсткість поверхні, яка чисельно визначається коефіцієнтом тертя. Визначено фактори, що впливають на процес тертя в текстильних матеріалах, до яких відносяться пружні опори деформаціям текстильних ниток сумісно з опором при стисканні. Розроблена модель тертя текстильних матеріалів, використання якої надає можливість при проектуванні їх структури регулювати шорсткість або гладкість поверхні. Виготовлено тканини з оптимальним сполученням шорсткості поверхні і міцності для виробів, призначених для переміщення, фіксації і транспортування нерухомих хворих та поранених. Для амортизуючих прокладок в кріпильних ременях виготовлено декілька видів голкопробивних нетканих полотен і проведено порівняльний аналіз їх властивостей.

Наукова новизна полягає в тому, що:

- розроблено концепцію конфекціювання матеріалів на різні топографічні зони шпитального одягу в залежності від їх функціонального призначення;
- розширено номенклатуру показників якості матеріалів для шпитального одягу і білизни включенням показників, які відображають специфіку умов експлуатації виробів – вологоємність, визначену під дією тиску тіла лежачої людини, показники запилення та очищення поверхні матеріалу, тангенційний опір для зволжених стандартним «розчином поту» тканин;
- розроблено екобезпечну методику обробки текстильних матеріалів для захисту від ультрафіолетового випромінювання виробів медичного призначення, здійснено дослідження їх структури і властивостей;
- побудовано модель тертя текстильного матеріалу, використання якої надає можливість розрахувати параметри структури текстильних полотен з необхідною

гладкістю або жорсткуватістю поверхні для забезпечення функціональних властивостей виробів шпитального призначення.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що

- сформульовано вимоги до виробів шпитального призначення з урахуванням особливостей умов їх експлуатації;
- удосконалено методику визначення гігієнічних властивостей та оцінки шорсткості поверхні традиційних та інноваційних матеріалів для виробів, призначених для експлуатації пораненими та важкохворими в стаціонарних лікувальних закладах;
- на основі обґрунтованого вибору інноваційних матеріалів розроблено шпитальний одяг з зональним розташуванням матеріалів з необхідними функціональними властивостями;
- проведено удосконалення конструкції та розроблено дослідні зразки текстильних виробів для переміщення та фіксації нерухомих хворих, для виготовлення яких використано розроблені тканини з необхідними показниками шорсткості і екобезпечні волокнисті наповнювачі.

*Ключові слова:* текстильні матеріали, конфекціювання, вироби шпитального призначення, шпитальний одяг, показники якості матеріалів.

## ANNOTATION

*I.O. Ivanov.* Improvement of Confection of Textile Materials for Hospital Products. - The manuscript. The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of philosophy on a specialty 132 Materials Science. - Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, Ukraine, 2020.

The dissertation is devoted to research and solution of a current but insufficiently studied problem of improving the scientifically based choose of textile materials for hospital products. The necessity for such a study is due to the fact that an available range of clothing and auxiliary textile products for use by wounded and seriously ill patients in hospitals frequently does not correspond to modern treatment technologies and does not fully provide the necessary hygienic, protective and rehabilitation

functions that is especially visible in trauma departments, burn units and intensive care units. The analysis of the state of provision of hospitals with textile products for hospital purposes showed the constant need to update and expand their assortment.

The object of research is the process of scientifically based choice of functional materials for hospital clothes and auxiliary textiles products for medical purposes.

The subject of the research is the improving of the confection of textile materials for hospital products.

The purpose of the dissertation is to improve the process of confection of modern textile materials for hospital clothes and textile auxiliary products for medical purposes taking into account the functional requirements and peculiarities of their operating conditions. In accordance with the indicated purpose, a number of scientific tasks have been set and solved in the work reflected in scientific and practical results.

The international and domestic experience in the development of garments for patients undergoing treatment in inpatient medical institutions have been analyzed, which showed that currently there is no scientifically based method of new materials confection for ergonomic, adapted to the operating conditions hospital textiles. Based on the analysis of the peculiarities of the requirements and operating conditions, an algorithm for confection of materials for the manufacture of textiles for patients in inpatient facilities has been developed. In comparison with household, they must carry out a number of specific functions, depending on the characteristics of a particular disease and methods of its treatment.

The influence of performing characteristic of diagnostic and medical manipulations on placement of functional elements in innovative hospital textile products has been revealed. The basic medical and biological, functional and technical requirements to materials for their production have been established, the factors determining the necessary of operational characteristics, sensory and thermophysiological comfort have been revealed. The topography of location of special functional inserts with specified properties in places that for comfortable use require increased moisture absorption, removal of excess vapor and moisture, ventilation and rapid drying, increased smoothness or vice versa, surface roughness, appropriate damping characteristics has been developed.



A interrogation which was made among specialists having experience in assessing the quality of medical fabrics, and next expert evaluation, allowed to establish a hierarchical structure and identify substantive significant indicators of quality of materials for hospital linen, which include moisture content,  $W$ , [%], air permeability,  $B_h$  [ $\text{dm}^3 / \text{m}^2\text{s}$ ], capillarity, [mm] and drying time, [min].

Hygienic properties of products which are in direct contact with the human body, is determined by their ability to evacuate products of the body vital activity from the clothing space and body surface, so one of the most important functions of textile materials for hospital clothes and linen is their ability to be permeable to gaseous and liquid state substances. As objects of study for comparative analysis fabrics and knitted fabrics, which according to regulations are approved for use in medical products, as well as innovative multifunctional textile materials of different raw materials and structure have been chosen. Using standardized research methods and specially designed techniques adapted to the conditions of use of products, the dependences of hygienic properties on the raw material composition and characteristics of the structure of traditional and innovative hospital textiles have been investigated and obtained, their confectioning has been carried out. The nomenclature of material quality indicators has been expanded including indicators that reflect the specific operating conditions of products - moisture content determined by the pressure of the lying human body, kinetics of drying moistened material at human body surface temperature, pollution and cleaning of the material surface, tangential resistance to fabrics moistened with standard 'sweat solution'. This allowed to determine materials optimal for use as basic and for functional inserts that correspond to quality standards for products of this range and provide the patients with thermal and neurophysiological comfort in use.

Considering the special importance of maintaining cleanliness in inpatient medical institutions, a method has been developed and the ability of hospital textiles to be contaminated with dry dust (dusting), as well as its ease of removal, has been determined. As in the course of operation, due to the increased sweating of patients, bedding and underwear materials can be considerably moistened, the comparative analysis has been carried out for air-dry and moistened samples. The obtained

experimental data indicate that dusting and ease of surface cleaning depend on the texture of the materials, which is determined by the type of weave, density of the structure, and degree of wetting. This allowed us to make recommendations concerning selection of materials for some upper parts of hospital clothes most susceptible to dusting.

Ultraviolet radiation is currently widely used as a sanitary and anti-epidemic measure to control the spread of Covid-19 infection in inpatient facilities, to decontaminate wards and offices. Moreover, it is known that along with the positive effects, ultraviolet radiation creates a number of dangers for a human, it causes headaches, feelings of brokenness, premature fatigue or agitation, fever, provokes dermatitis and lesions of the mucous membranes and corneas. We have proposed an environmentally friendly, affordable and inexpensive method of processing cellulose-containing hospital products to protect patients from the negative effects of ultraviolet radiation. Natural aluminosilicate halosite nanotubes, which are approved for use in biomedical materials and sanitary products, were chosen for nanomodification. The obtained nanomaterials were studied by a set of modern physicochemical methods, which proved the absorption capacity for ultraviolet radiation (based on the analysis of ultraviolet and infrared spectra of source and treated materials) and the coagulation of nanotubes on the surface of microscopes have been confirmed .

The dependences of the values of the coefficient of tangential resistance on the surface structure, raw material composition and degree of wetting of fabrics intended for the manufacture of different types of hospital products have been studied and obtained. This indicator is one of the determinants both in the selection of materials in direct contact with the patient's body and provide tactile comfort, and for textile aids for the care of patients with limited functional activity.

It has been found that the use of aids helps patients with limited motor functions to overcome severe physical barriers during forced movement, greatly simplifies various manipulations and is very helpful to those who care for the patient. The improvement of design and confection of materials for sliding sheets, textile fixing straps and belts for moving immobile patients has received further development. The

decisive factor for the selection of materials for such products is the smoothness or roughness of the surface, which is numerically determined by the friction coefficient. The factors influencing the process of friction in textile materials, which include elastic resistance to deformation of textile threads in conjunction with resistance to compression have been determined. The model of friction of textile materials has been developed, the use of which makes it possible to adjust the roughness or smoothness of the surface when designing their structure. Fabrics with the optimal combination of surface roughness and strength for products intended for movement, fixation and transport of immobile patients and the wounded have been made. Several types of needle-punched nonwoven fabrics have been made for shock-absorbing gaskets in fastening belts and the comparative analysis of their properties has been performed.

The scientific novelty consists in the following :

- the concept of confection of materials on various topographic zones of hospital clothes depending on their functional purpose has been developed;
- the nomenclature of quality indicators of materials for hospital clothes and linen has been expanded including indicators that reflect the specifics of operating conditions of products - moisture content determined under the pressure of a lying human body, dusting and cleaning indicators of the material surface, tangential resistance of fabrics moistened with standard ‘sweat solution’;
- the eco-safe technique of processing of textile materials for protection against ultraviolet radiation of medical products has been developed, research of their structure and properties was done;
- a model of friction of textile material has been built, the use of which makes it possible to calculate the parameters of the structure of textile fabrics with the required smoothness or stiffness of the surface to ensure the functional properties of hospital products.

The practical significance of the results is in the following:

- requirements for hospital products, taking into account the peculiarities of their operating conditions have been formulated;

– the method of determining the hygienic properties and evaluation of the surface roughness of traditional and innovative materials for products intended for use by the wounded and seriously ill patients in inpatient facilities has been improved;

– on the basis of the reasonable choice of innovative materials, hospital clothes with a zonal arrangement of materials with necessary functional properties have been developed;

– the design has been improved and prototypes of textile products have been developed for the movement and fixation of immobile patients, for the manufacture of which was used developed fabrics with the necessary roughness indicators and environmentally friendly fibrous fillers.

*Keywords:* textile materials, confection, hospital products, hospital clothes, quality indicators of materials.

## **СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### *Статті у фахових виданнях України*

1. Супрун Н.П., Гаврусенко Н.Ф., Іванов І.О., Шатило Т.В. Гігієнічні властивості інноваційних трикотажних полотен. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2019 р. Випуск 4(69). С.93-100.

2. Іванов І.О., Супрун Н.П., Ващенко Ю.О. Дослідження гігієнічних властивостей матеріалів натільної лікарняної білизни. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. 2019. №6 (140). С.38-47.

3. Супрун Н.П., Рябчиков М.Л., Іванов І.О. Моделювання процесу тертя в текстильних матеріалах *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. 2020. №2 (144). С.45-53.

### *Статті у наукових періодичних виданнях іноземних держав*

4. Igor Ivanov, Natalya Suprun, Yulia Vashchenko. Investigation of hygienic properties of materials for hospital underwear. *Tekstilna industrija*. 2020. Vol.68. N1. P. 12-17.

### *Патенти*

5. Супрун Н.П., Коврижко А.В., Іванов І.О. Шпитальний одяг. Патент №123820 (UA) Опубл. Патент № 123820U2017 Опубл. 12.03.13 Бюл.№5.

#### *Статті у інших періодичних виданнях*

6. Супрун Н.П., Іванов І.О, Ващенко Ю.О. Розробка допоміжних текстильних виробів для догляду за хворими. *Індустрія моди. Fashion industry*. 2020. №1. С. 42-50.

### *Опубліковані праці апробаційного характеру*

7. Pojilov-Nesmiyan G., Ivanov I., Suprun N. Adapted clothes for the mobility impaired. *Creativitate tehnology marketing: CTM 2017: Proceedings of the IVth International Symposium (26 – 28 October)*. Moldova, Chisinau. 2017. P. 201-206.

8. Іванов І, Супрун Н. Разработка современной больничной одежды для пациентов. *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor, (26–29 martie 2019)*. Univ. Tehn. a Moldovei. Chișinău: Tehnica-UTM, 2019 .V1, P.340-341.

9. Супрун Н. П., Пожилов-Несміян Г. М., Іванов І. О. Розробка нового асортименту соціально-орієнтованих швейних виробів для маломобільних категорій громадян. *КиївТех&Fashion : збірник матеріалів II Міжнародної наукової конференції текстильних та фешн технологій. (Київ, 1-2 листопада 2018 р.)* Київ: КНУТД, 2018. С.22–25.

10. Іванов І. О. Формування вимог до шпитального одягу з урахуванням особливостей умов експлуатації. «Наукові розробки молоді на сучасному етапі» : тези доповідей XVII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів (Київ, 26-27 квітня 2018 р.). Київ : КНУТД, Т. 1. 2018. 308-309.

11. Іванов І. О., Водько Р. І., Супрун Н. П. Оцінювання споживчих властивостей матеріалів білизни для лежачих хворих. «Наукові розробки молоді на сучасному етапі»: тези доповідей XVIII Всеукраїнської наукової конференції

молодих вчених та студентів (Київ, 18-19 квітня 2019 р.). Київ : КНУТД, 2019. Т. 1. С. 258-259.

12. Іванов І.О., Супрун Н.П. Розробка нового асортименту лікарняного післяопераційного одягу : тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Молодь – науці і виробництву». (16 – 17 травня 2019 р.). Херсон : ХНТУ, 2019. С. 58-60.

13. Супрун Наталія, Іванов Ігор. Розробка допоміжних текстильних виробів медичного призначення. «Актуальні проблеми сучасного дизайну» : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції. (Київ, 23 квітня 2020 р.) Київ : КНУТД, 2020. Том 1. С.338–342.

## ЗМІСТ

<b>АНОТАЦІЯ .....</b>	<b>2</b>
<b>ANNOTATION .....</b>	<b>7</b>
<b>СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ</b>	<b>12</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>17</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗРОБОК</b>	
<b>ШПИТАЛЬНОГО ОДЯГУ.....</b>	<b>22</b>
1.1. Сучасні тенденції в розробці нового асортименту шпитального одягу.....	23
1.2. Основні функції шпитального одягу .....	26
1.3. Аналіз властивостей текстильних матеріалів, які забезпечують комфортні умови експлуатації одягу для поранених та пацієнтів шпиталів.....	31
1.4. Аналіз методів забезпечення основних складових комфортності шпитального одягу.....	38
1.4.1.Термофізіологічний комфорт та властивості матеріалів, які його забезпечують.....	39
1.4.2. Шорсткість поверхні текстильного матеріалу як важливий фактор тактильного комфорту.....	42
Висновки до розділу 1.....	46
Список використаних джерел до розділу 1	47
<b>РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b>	<b>54</b>
2.1. Визначення вимог до шпитального одягу.....	55
2.2. Вибір визначальних показників якості текстильних матеріалів для виробів шпитального призначення .....	63
2.3. Характеристика об’єктів та методів дослідження .....	66
Висновки до розділу 2 .....	74
Список використаних джерел до розділу 2 .....	75

<b>РОЗДІЛ 3. КОНФЕКЦІЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ЛІКАРНЯНОЇ НАТІЛЬНОЇ ТА ПОСТІЛЬНОЇ БІЛИЗНИ З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИМОГ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СИТУАЦІЇ СПОЖИВАННЯ .....</b>	<b>77</b>
3.1. Порівняльний аналіз гігієнічних властивостей традиційних та інноваційних матеріалів для лікарняної білизни.....	77
3.2. Визначення ступеню запилення та здатності до очищення матеріалів шпитальної білизни .....	92
3.3. Порівняльний аналіз значень коефіцієнта тангенційного опору тканин для шпитальної білизни .....	98
3.4. Розробка методики надання шпитальним тканинам захисту від дії ультрафіолетового випромінювання.....	100
Висновки до розділу 3.....	105
Список використаних джерел до розділу 3 .....	107
<b>РОЗДІЛ 4. КОНФЕКЦІЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ДОПОМІЖНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ ШПИТАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ .....</b>	<b>110</b>
4.1. Моделювання процесу тертя в текстильних матеріалах.....	110
4.2. Конфекціювання матеріалів на ковзаючі простирадла для переміщення хворих .....	124
4.3. Розробка та конфекціювання матеріалів на текстильні фіксуючі ремені .....	128
Висновки до розділу 4.....	135
Список використаних джерел до розділу 4 .....	136
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>139</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>141</b>



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Одним з невирішених на цей час питань, яке часто виникає у військових шпиталях, особливо у відділеннях травматології, анестезіології, опікових центрах і палатах інтенсивної терапії, є невідповідність існуючого шпитального одягу сучасним технологіям лікування та утримання прооперованих. Відомо, що одяг, який використовується у лікарняних закладах, має великий вплив на якість медичних послуг, визначає психологічний комфорт та самопочуття хворого. Забезпечення поранених та важкохворих зручним одягом могло б послужити важливою допомогою в проведенні їх післяопераційного лікування. У Воєнно-медичній доктрині України, яка ґрунтується на досягненнях медичної науки та практики охорони здоров'я військовослужбовців і цивільного населення, окремо відзначається, що з метою досягнення максимально можливого результату лікування та реабілітації, збереження і зміцнення здоров'я військовослужбовців, мають впроваджуватися сучасні медичні технології надання медичної допомоги. Однією із складових цього процесу є забезпечення поранених і травмованих військовослужбовців Збройних Сил України відповідним лікарняним одягом та білизною.

Розробка ергономічного, прилаштованого до умов експлуатації шпитального одягу з наданими захисними, лікувальними та реабілітаційними функціями покращить умови перебування поранених на лікуванні у медичних закладах і сприятиме наданню їм кваліфікованої спеціалізованої медичної допомоги на сучасному рівні. Створення ергономічного та естетичного шпитального одягу з функціонально-конструктивними елементами, які полегшують проведення медичних процедур з урахуванням особливостей перебігу лікування, буде не тільки сприяти прискоренню реабілітації пацієнтів, але дозволить підвищити рівень соціальної захищеності та якість життя кожної конкретної людини під час захворювання, що визначає актуальність досліджуваної наукової проблеми..

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано відповідно до планів науково-дослідних робіт Київського

національного університету технологій та дизайну, зокрема за держбюджетною темою: 16.04.54 ДБ «Розробка нового асортименту одягу для поранених та шпитального одягу з гнучкою морфологічною структурою» (термін виконання 2017-2018 рр.).

**Мета і задачі дослідження** - удосконалення конфекціювання текстильних матеріалів для одягу та допоміжних текстильних виробів, призначених для експлуатації пораненими і важкохворими пацієнтами стаціонарних медичних закладів, з урахуванням функціональних вимог та особливостей умов експлуатації.

Для досягнення мети в дисертаційній роботі **поставлено такі завдання:**

- на основі системного опрацювання і аналізу науково-технічної та патентної літератури скласти рекомендації щодо покращення комфортності у користуванні та прилаштованості до особливостей умов експлуатації сучасного вітчизняного шпитального одягу і допоміжних текстильних виробів медичного призначення;
- виявити вплив проведення характерних медичних маніпуляцій на топографію розміщення функціональних елементів в інноваційних виробках сучасного шпитального одягу та допоміжних текстильних виробках, призначених для експлуатації пораненими та важкохворими в стаціонарних лікувальних закладах;
- встановити основні медико - біологічні та функціонально-технічні вимоги до виробів даного асортименту і матеріалів для їх виготовлення, виявити фактори, які зумовлюють необхідні експлуатаційні характеристики, сенсорний та термофізіологічний комфорт, встановити ієрархічну структуру та виявити найбільш вагомі показники якості, визначити основні методи дослідження, які будуть використані для їх оцінки;
- провести конфекціювання традиційних та інноваційних матеріалів для лікарняної натільної і постільної білизни, визначити матеріали, оптимальні за властивостями, які відповідають встановленим нормам якості для виробів даного асортименту та забезпечують термофізіологічний комфорт при експлуатації;

- розробити модель тертя текстильних матеріалів, використання якої надає можливість при проектуванні регулювати шорсткість поверхні для забезпечення необхідних показників експлуатаційних властивостей і сенсорного комфорту, розробити структуру текстильних матеріалів з необхідними показниками шорсткості для виробів для переміщення, фіксації і транспортування поранених та важкохворих.

**Предметом дослідження** є удосконалення конфекціювання текстильних матеріалів для виробів шпитального призначення.

**Методи дослідження.** Вирішення поставлених у дисертаційній роботі завдань реалізовано з використанням стандартних для текстильної промисловості методів, а також спеціально розроблених інструментальних методів, які враховують особливості експлуатаційної ситуації споживання.

**Наукова новизна** одержаних результатів полягає в тому, що:

- розроблено концепцію конфекціювання матеріалів на різні топографічні зони шпитального одягу в залежності від їх функціонального призначення;

- розширено номенклатуру показників якості матеріалів для шпитального одягу і білизни включенням показників, які відображають специфіку умов експлуатації виробів – вологоємність, визначену під дією тиску тіла лежачої людини, показники запилення та очищення поверхні матеріалу, тангенційний опір для зволжених стандартним «розчином поту» тканин;

- розроблено екобезпечну методику обробки текстильних матеріалів для захисту від ультрафіолетового випромінювання виробів медичного призначення, здійснено дослідження їх структури і властивостей;

- побудовано модель тертя текстильного матеріалу, використання якої надає можливість розрахувати параметри структури текстильних полотен з необхідною гладкістю або жорсткуватістю поверхні для забезпечення функціональних властивостей виробів шпитального призначення.

**Практичне значення** отриманих результатів полягає в тому, що

- сформульовано вимоги до виробів шпитального призначення з урахуванням особливостей умов їх експлуатації;
- удосконалено методику визначення гігієнічних властивостей та оцінки шорсткості поверхні традиційних та інноваційних матеріалів для виробів, призначених для експлуатації пораненими та важкохворими в стаціонарних лікувальних закладах;
- на основі обґрунтованого вибору інноваційних матеріалів розроблено шпитальний одяг з зональним розташуванням матеріалів з необхідними функціональними властивостями;
- проведено удосконалення конструкції та розроблено дослідні зразки текстильних виробів для переміщення та фіксації нерухомих хворих, для виготовлення яких використано розроблені тканини з необхідними показниками шорсткості і екобезпечні волокнисті наповнювачі.

Результати експериментальних досліджень впроваджено в Ірпенському військовому шпиталі, ТОВ «ДАНА МОДА», у навчальний процес Київського національного університету технологій та дизайну

**Особистий внесок здобувача.** Наукові результати, викладені в дисертаційній роботі й винесені на захист, отримано автором особисто. Безпосередньо здобувачем виконано постановку й обґрунтування теми, мети та завдань дисертаційної роботи, здійснено планування експерименту, критичний аналіз наукової фахової літератури, проведено експериментальні дослідження в умовах наукових та випробувальних лабораторій, також в умовах експлуатації, здійснено математичну обробку та узагальнені результати. Розроблена методика конфекціювання та визначення властивостей текстильних матеріалів для шпитального одягу і допоміжних виробів з урахуванням особливостей умов експлуатації, надано наукове обґрунтування висновків і розроблено рекомендації щодо практичного використання одержаних результатів.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи висвітлено й обговорено на 7 науково-практичних конференціях, у тому числі на 5 міжнародних: IVth International Symposium (26 – 28 October). Moldova,

Chisinau 2017; *Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor*, (26–29 martie 2019). Univ. Tehn. a Moldovei. Chișinău: Tehnica-UTM, 2019; II Міжнародна наукова конференція текстильних та фешн технологій. (Київ, 1-2 листопада 2018 р.) Київ, КНУТД; Міжнародна науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених «*Молодь – науці і виробництву*». (16 – 17 травня 2019 р.). Херсон, ХНТУ; Міжнародна науково-практична конференція «*Актуальні проблеми сучасного дизайну*» (Київ, 23 квітня 2020 р.) Київ, КНУТД, та 2 всеукраїнських; XVII Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених та студентів (Київ, 26-27 квітня 2018 р.). Київ, КНУТД; XVIII Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених та студентів (Київ, 18-19 квітня 2019 р.). Київ, КНУТД.

**Публікації.** За результатами дисертаційної роботи опубліковано 13 наукових праць, у тому числі: 3 статті у наукових фахових виданнях, 1 – в іноземному виданні, внесеному до реєстру міжнародних наукометричних баз, 1 – у інших періодичних виданнях, 7 тез доповідей у збірниках матеріалів та тез конференцій. Новизну запропонованих технічних рішень підтверджено патентом на корисну модель.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів із списком використаних джерел в кожному, висновків та додатків (2 додатки на 15 сторінках). Загальний обсяг дисертації становить 155 сторінки, з них 112 сторінок – основний текст, 15 сторінок – список використаних джерел та 15 сторінок – додатки. Основний зміст дисертації містить 10 таблиць та 58 рисунків.

## РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗРОБОК ШПИТАЛЬНОГО ОДЯГУ

Завдяки сучасним досягненням науки на світовий ринок виходять зразки одягу з захисними, лікувальними, реабілітаційними та іншими наданими властивостями. Потреба в одязі, що має особливі функції, пов'язана з мінливими умовами зовнішнього середовища, розширенням сфери діяльності людини або її зміни фізичного стану і набуває істотну значимість для хворих людей, що знаходяться в найбільш вразливому становищі. Між тим, завдання проектування одягу для людей, які страждають різними видами захворювань, мало вивчене і переважно зведено до розробок одягу і взуття для людей з обмеженими руховими можливостями.

Натільна лікарняна білизна представляє собою текстильні вироби багаторазового застосування, які використовуються у закладах для забезпечення комфортного та гігієнічного перебування пацієнта під час лікування [1,2]. До асортименту натільної білизни (сорочки, піжами, халати) відносяться вироби, які захищають шкірний покрив від контакту з верхнім та легким одягом і забезпечують тепловий комфорт. Проведені попередні дослідження [3-6], засвідчили, що вітчизняний шпитальний одяг потребує удосконалення в плані асортименту, розробки нових конструктивних рішень, використання сучасних високотехнологічних матеріалів з наданими специфічними властивостями. Однак в даний час прагнення керівників медичних закладів знижувати свої витрати веде до економії витрат на спеціалізований одяг, що захищає людину. Крім того, розширення асортименту інноваційного одягу для пацієнтів стаціонарних медичних закладів стримується існуючими регламентуючими нормативними документами, що обумовлено необхідністю державних заходів забезпечення необхідного рівня якості виробів, захищеності кожної людини, збереження її здоров'я. Практикуючі лікарі відзначають, що обмеженість асортименту сучасного вітчизняного шпитального одягу суттєво впливає на можливість використання високих медичних технологій, знижує рівень надання медичної допомоги та якість життя хворих. Таким чином, особливої актуальності набуває проблема формування заданого рівня якості одягу,

який використовується при перебуванні хворих в стаціонарних медичних закладах, відповідного комплексу вимог, до яких відноситься також і вартість виробів, що визначає доступність даного одягу для широкого кола споживачів в нашій країні.

### **1.1. Сучасні тенденції в розробці нового асортименту шпитального одягу**

Догляд за хворими – це комплекс заходів, спрямованих на підтримку та відновлення сил хворого та створення для нього умов, що сприяють швидкому одужанню, попередженню та профілактиці ускладнень захворювання. Процес догляду за тяжкохворою людиною - це важка фізична праця, часто пов'язана з глибокими психологічними переживаннями. Вдалі варіанти модельного рішення комфортного і естетичного лікарняного одягу з функціонально-конструктивними елементами, які полегшують проведення медичних процедур у хворих, а також науково обґрунтований вибір матеріалів для його виготовлення, дозволять підвищити ефективність реабілітації і поліпшити якість життя пацієнтів, нададуть їм максимальну можливість самообслуговування, спростять роботу медперсоналу.

Якість будь-якого спеціального одягу визначається ступенем його відповідності умовам експлуатації, оптимальною конструкцією, цілісністю композиційного і колірного рішення моделі. У порівнянні з побутовим, шпитальний одяг має виконувати ряд специфічних функцій залежно від особливостей протікання конкретного захворювання та його лікування, що зумовлює певний комплекс вимог.

Ці вироби, перш за все, повинні забезпечувати нормальне функціонування організму - вільно поглинати та відводити рідку та пароподібну вологу з поверхні тіла, захищати організм від охолодження, перегрівання та забруднення, очищати шкіру від поту та жиру. Крім високої гігієнічності, шпитальний одяг має бути стійкими до багаторазового прання, витирання та багаторазових деформацій згинання та розтягування.

Матеріали мають бути м'якими на дотик, легкими, не повинні містити в собі токсичних і алергічних речовин, які могли б негативно впливати на організм або викликати пошкодження ранових ділянок шкіри.

Вітчизняні публікації, що стосуються питань розробок та вибору матеріалів для шпитального одягу, виробів для інвалідів та важкохворих, висвітлені в роботах [3-6]. Теоретичні основи надання необхідних медико-біологічних властивостей текстильним матеріалам і приклади їх цільоспрямованого застосування розглядаються в розділах монографії [7].

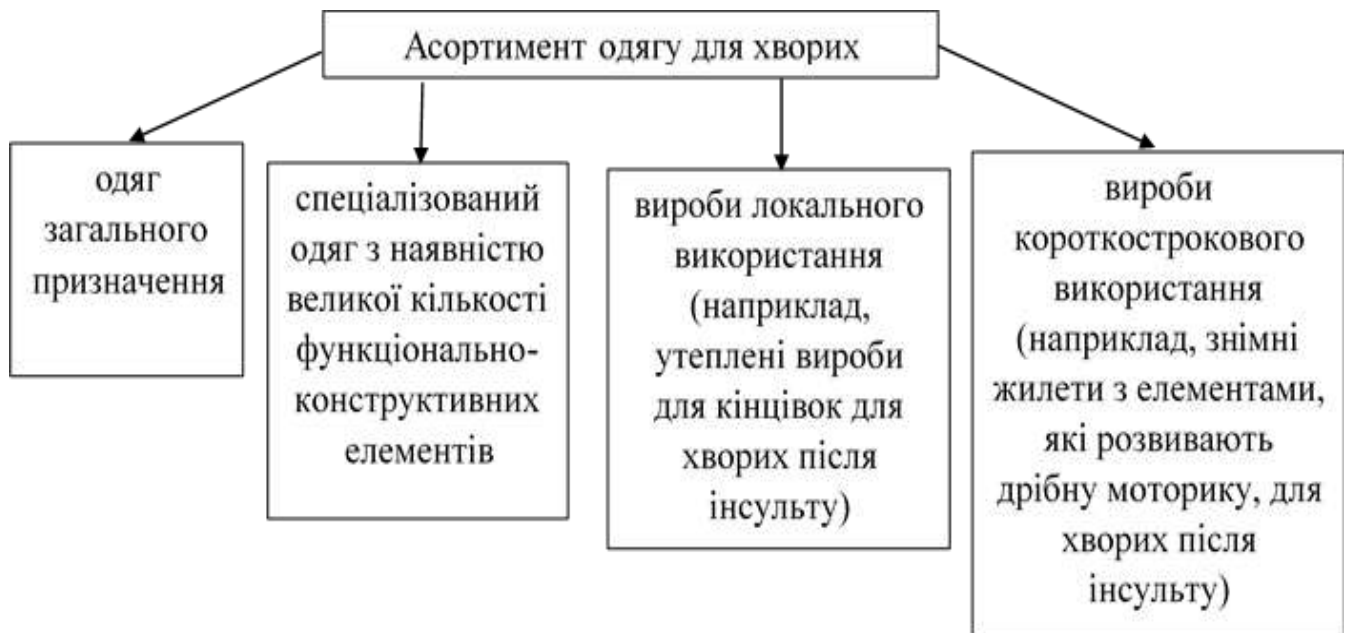
В країнах ЄС та США активні дослідження вчених направлені на створення інноваційних матеріалів і пристосувань, що підвищують рівень проведення медичних процедур, надають текстилю необхідні функціональні властивості, в тому числі, комфортність, здатність забезпечувати бактеріологічний бар'єр та ін.

Наукових робіт, безпосередньо присвячених розробці шпитального одягу та виробів для поранених, у відкритому доступі практично немає, хоча на важливість обґрунтованого вибору матеріалів та конструкцій цих виробів наголошується у літературі по медичному та військовому текстилю (наприклад, [8-10]). Питання проектування одягу для людей, які страждають різними видами захворювань, створення медичного текстилю нового покоління з наданими властивостями (бактерицидними, лікувальними та ін.), розглядаються в дослідженнях [11-22].

Однак, незважаючи на певну кількість публікацій за тематикою проблеми, слід відзначити, що задача проектування одягу для людей, які знаходяться на лікуванні у шпиталях, вивчена недостатньо. Розробка концепції проектування шпитального одягу для людей із захворюваннями широкого спектра вимагає розробки вимог до конструкції та матеріалів з урахуванням особливостей проведення медичних процедур, аналізу топографії впливу небезпечних і шкідливих факторів лікарняного середовища на поверхню тіла людини для забезпечення заданого рівня захисту, визначення раціональних методів оцінки якості.

Систематизація асортименту лікарняного одягу, що пропонується для різних відділень стаціонарних медичних закладів (Рис.1.1), проведена в роботі [12].





**Рис. 1.1. Асортимент одягу для хворих, що пропонується для різних відділень стаціонарних лікарняних закладів**

Слід відзначити досить велику кількість патентів, зареєстрованих в західних країнах, присвячених питанням удосконалення конструкцій шпитального одягу, прилаштованого для певних умов використання (напр., [23-28]). Розроблені моделі з вдалим конструктивними рішеннями можна вибрати і замовити на відповідних сайтах (напр., [29-31]).

В останні роки на сайтах зарубіжних шпиталів все частіше з'являється одяг для пацієнтів, розробки якого здійснювали відомі дизайнери (Рис. 1.2). Основна ідея такого одягу – бути не тільки зручним для проведення певних медичних маніпуляцій, але й естетично привабливим. Деякі конструктивні рішення сучасного одягу для пацієнтів медичних закладів, які надають медичним працівникам можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні лікувальні процедури, не знімаючи фуфайку з тяжкохворого, без додаткових рухів хворого проводити процедури уражених частин плечового поясу під час лікування та профілактики захворювань представлені в Додатку 1.



а)



б)

**Рис.1.2. Приклади сучасного лікарняного одягу**

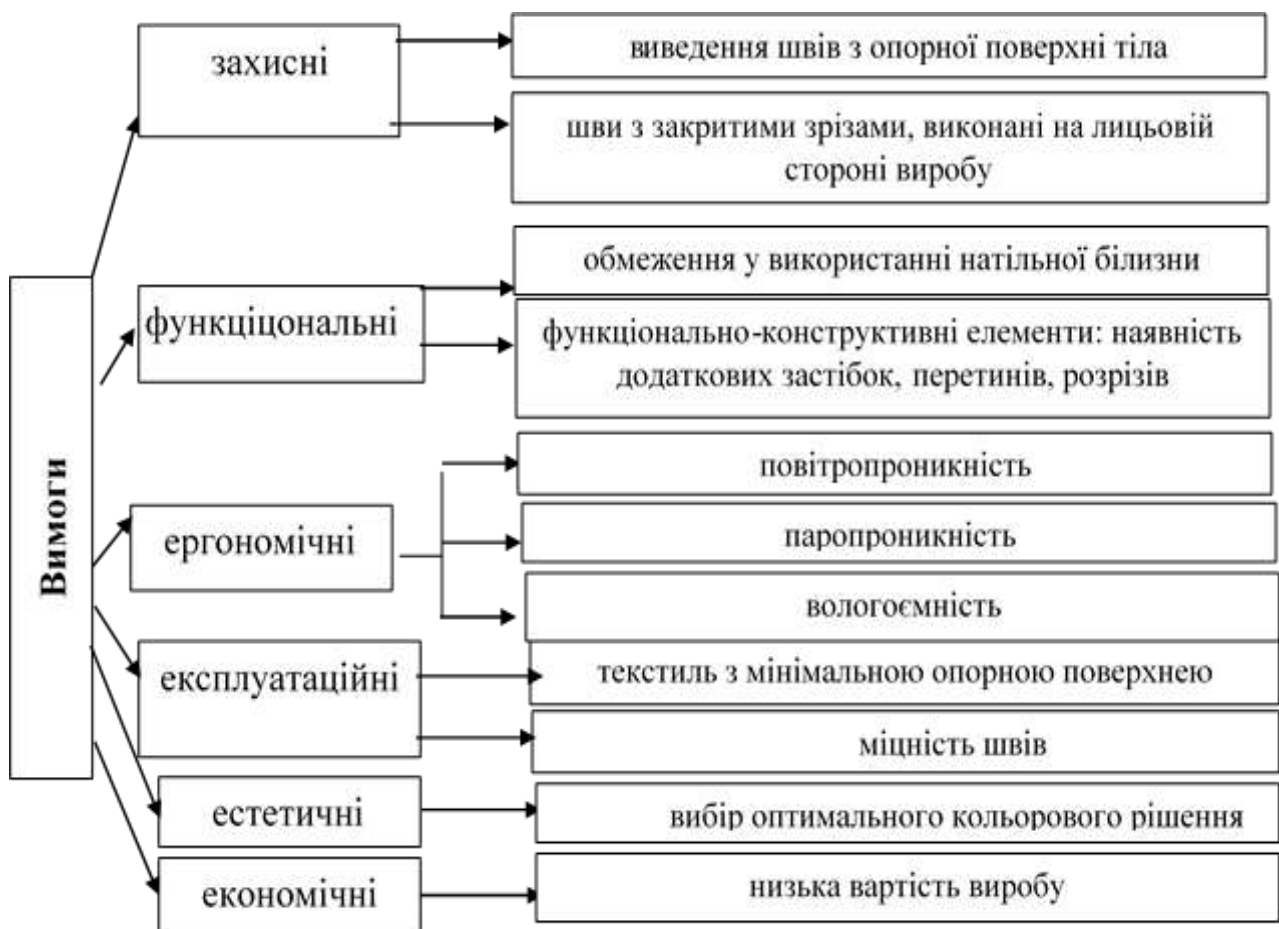
Однак, незважаючи на певну кількість публікацій за тематикою проблеми, що розглядається, слід відзначити, що задача проектування і конфекціювання матеріалів одягу для людей, які знаходяться на лікуванні у шпиталях, вивчена недостатньо ґрунтовно. В Україні дослідження в області проектування шпитального одягу практично не проводиться ще й тому, що бюджет лікарень доволі обмежений і насилу забезпечує гідне надання медичної допомоги та зарплату медичним працівникам.

## **1.2. Основні функції шпитального одягу**

Як відомо, для всіх видів одягу на першому рівні виділяють дві узагальнені функції: утилітарну і інформаційно-естетичну. Пацієнти з обмеженою руховою здатністю відчувають порушення фізіологічного стану, що має ряд супутніх

негативних ефектів, а обмеження руху формує розвиток психологічної пригніченості.

Тому одяг в лікарні може виступати як засіб забезпечення комфорту, будучи регулятором психофізіологічного стану пацієнта, формуючи позитивні емоції за рахунок його зовнішнього вигляду і знижуючи прояв негативних емоцій за рахунок зручності. Для шпитального одягу утилітарні функції полягають в його практичній корисності і зводяться до декількох груп: функціональних, експлуатаційних, ергономічних, захисних, естетичних та економічних (Рис. 1.3).



**Рис. 1.3. Основні вимоги до шпитального одягу**

Для одягу, який експлуатується в умовах шпиталю, захисні функції одягу можуть бути віднесені до найважливіших в цій групі, оскільки саме одяг захищає організм людини від несприятливої дії фізичних, хімічних, біологічних та

фізіолого-психологічних чинників. З точки зору забезпечення функціональних властивостей, головною задачею одягу, який використовується в лікарняних закладах, є створення умов для переривання ланцюгу передавання внутрішньо-лікарняної інфекції, зниження кількості патогенних мікроорганізмів до того рівня, коли нормальні захисні механізми організму людини зможуть попередити поширення інфекції. За даними науковців, саме біологічний фактор є основним у причинах, що викликають захворювання в медичних закладах, а текстильні матеріали, з яких виготовлено одяг і постільну білизну, є сприятливим середовищем для накопичення мікроорганізмів і збереження їх життєздатності.

Функціональні властивості одягу полягають в забезпеченні фізичної можливості ефективного виконання процесів, для яких він призначений. Якщо одяг не пристосован для цих процесів, він може стати причиною швидкого стомлення, погіршення фізичного стану здоров'я.

Практична функція, притаманна деяким видам одягу медичного призначення, полягає у фіксації окремих ділянок тіла в певному положенні або надання їм певної форми. Через частоту медичних процедур і малорухомість хворого з'являється потреба в одязі, який має особливі функції.

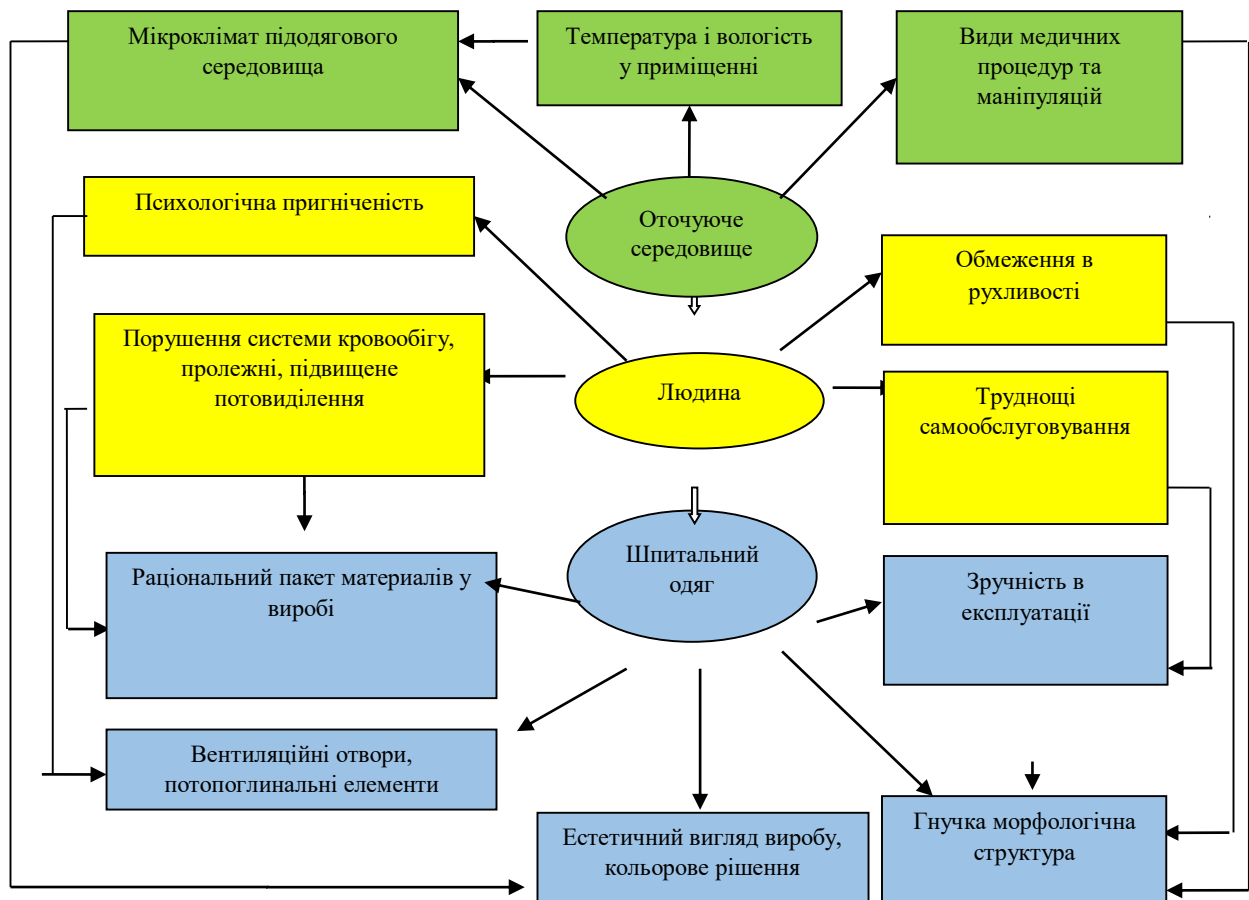
Проведене в рамках дослідження [32] широке соціологічне опитування показало, що вимоги до лікарняного одягу самих пацієнтів і медперсоналу, в основному, розходяться. Це пов'язано з тим, що пацієнти не мають уявлення про специфіку необхідних медичних маніпуляцій і приписів, тоді як медичний персонал акцентує увагу на зручності одягання та знімання одягу та вільному доступу до необхідних ділянок для проведення медичних процедур і не переймається комфортністю.

Важливим аргументом при виборі матеріалів до лікарняного одягу є здатність до забруднення та легкість його видалення, що впливає на частоту виникнення внутрішньо лікарняних інфекцій. На поверхні одягу існують і розмножуються ті ж самі мікроорганізми, які живуть у повітрі і на шкірі людини, причому їх виживання визначається особливостями структури та складу текстильних матеріалів, їх пористістю, здатністю електризуватися,

гігроскопічністю, наявністю вологи, пилу і органічних забруднень. За визначенням Європейського бюро ВООЗ, внутрішньолікарняна інфекція – це будь-яке клінічно визначене інфекційне захворювання, що уражує пацієнта в результаті його перебування в стаціонарі або амбулаторного лікування, а також захворювання співробітників лікарні внаслідок їх роботи в цьому закладі незалежно від часу проявів симптомів захворювання – під час або після перебування в лікарні». В Україні проблема виникнення внутрішньолікарняних інфекцій є дуже гострою, і значна частка цього належить якості та своєчасній дезінфекції лікарняної білизни. Якщо не вживати певних заходів, одяг в медичному закладі може стати основним джерелом початку зараження в оточенні хворого і вплинути на виникнення і поширення внутрішньо-лікарняної інфекції. Саме тому текстильні матеріали, що використовуються в медичних закладах, повинні чинити опір проникненню хвороботворних мікроорганізмів у підодяговий простір та осіданню їх на поверхні шкіри людини. Не зважаючи на всі можливі гігієнічні заходи, частина пацієнтів у шпиталях вмирають від так званих перехресних інфекцій, коли внаслідок контакту шкіри з кров'ю або гноем, бактерії потрапляють на одяг хворого і одяг медичного персоналу. При певних умовах бактерії та мікроби можуть зростати і в результаті контакту зі шкірою знову потрапляти на шкіру хворого. Особлива небезпека яскраво проявилася останнім часом в період поширення вірусу COVID-19. У разі спалаху пандемії різке збільшення числа випадків інфікування протягом короткого періоду часу спричинить величезний тиск на систему охорони здоров'я, збільшуючи попит на різні ресурси, включаючи медичний персонал, медикаменти, засобу уходу за важкохворими і медичні установи. Тому до найбільш вагомих показників якості матеріалів для одягу, який використовується в шпиталях, слід віднести їх здатність легко та якісно очищуватись та знезаражуватися.

Одяг як об'єкт дослідження має розглядатися в системі «людина - одяг - навколишнє середовище». Ця система характеризується сукупністю факторів, які знаходяться у взаємодії і формують стан комфорту/дискомфорту пацієнта. Схеми

взаємодії елементів системи «людина – шпитальний одяг – оточуюче середовище» представлена на рис.1.4.



**Рис.1.4. Схема взаємодії елементів системи «людина –лікарняний одяг – оточуюче середовище» (за [22])**

Надійність виробів характеризується їх здатністю протягом відповідного періоду часу виконувати свої основні функції. Вона оцінюється, як правило, показниками, що характеризують безвідмовність, довговічність, а також здатність до зберігання та ремонту. Формостійкість, яка характеризує здатність матеріалу зберігати розміри і форму виробу в процесі його експлуатації та відновлювати їх завдяки пружності матеріалу, характеризується зміною розмірів виробів у процесі використання і при волого-теплових обробках (прасування, прання, хімічне чищення) та показниками залишкової деформації, які характеризують схильність полотен до утворення випуклості.

Забезпечення вищеперерахованих функцій шпитального одягу можливе лише при обґрунтованому виборі матеріалів на виріб. Їх властивості мають задовольняти ергономічні потреби людини, включаючи антропометричні, фізіологічні та гігієнічні, а також вимоги зручності в експлуатації та догляді.

### **1.3. Аналіз властивостей текстильних матеріалів, які забезпечують комфортні умови експлуатації одягу для поранених та пацієнтів шпиталів**

Сформулювати єдині кількісні вимоги до мікроклімату підодягового простору людини, одягнутої у шпитальний одяг, практично неможливо – вони повинні бути адекватними конкретній ситуації і такими, що відповідають гігієнічним вимогам, якщо після закінчення заданого періоду експлуатації показники теплового стану людини відповідають оптимальним. За температури навколишнього середовища 18-22 °С рекомендуються наступні параметри мікроклімату: температура повітря 32,5-34,5 °С, відносна вологість – 55-60 %, концентрація діоксиду вуглецю – до 1-1,5 %. Забезпечити такі параметри можливо як за рахунок відповідних властивостей матеріалів, так і з використанням конструкційних елементів - вентиляційних отворів, поглинальних елементів та ін. Два повітряні середовища, що розділяє одяг (навколишнє середовище і мікрокліматичний простір), як правило, розрізняються значеннями температури і парціального тиску водяної пари. Ця різниця викликає потік пароповітряної суміші, спрямований від тіла людини в зовнішнє середовище. Інтенсивність переміщення вологи усередині матеріалу буде обумовлена різницею концентрації вологи по товщині матеріалу, а також температури, що викликає переміщення вологи у вигляді пари чи рідини в напрямку теплового потоку. Забезпечення комфортного підодягового мікроклімату в шпитальному одязі можливо шляхом раціональної конструкції та відповідного вибору матеріалів. Здатність одягу регулювати газово-вологий склад та температуру підодягового простору забезпечується відповідними сорбційними і

теплозахисними властивостями матеріалів. Одяг для пацієнтів шпиталів має відповідати наступним гігієнічним вимогам:

- забезпечувати оптимальний підодяговий мікроклімат і сприяти установленню теплового комфорту людини.
- не утруднювати дихання, кровообіг і рухи людини, не зміщувати і не стискувати внутрішні органи та частини опорно-рухового апарату.
- бути достатньо міцним, легко чиститися від зовнішніх і внутрішніх забруднень, відновлювати свою форму після прання;
- не містити токсичних домішок, що виділяються в навколишнє середовище, не мати фізичних і хімічних властивостей, які несприятливо впливають на шкіру і людський організм у цілому.
- мати мінімально можливі значення маси (до 8% маси тіла людини) та жорсткості.

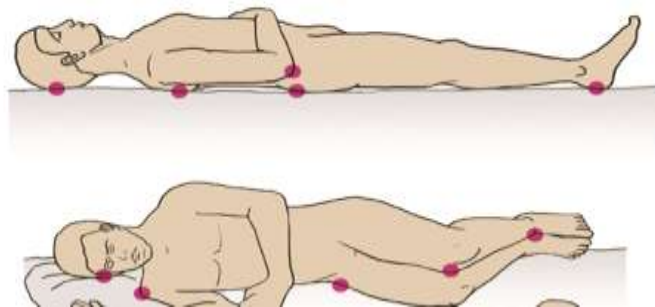
Важливе значення має відповідність виробів розмірам і формі тіла людини, за якої створюються необхідні умови життєдіяльності – нормальне дихання, кровообіг, рухливість, виведення продуктів обміну речовин. Ці умови забезпечуються за рахунок оптимального ступеня прилягання виробу до тіла людини, необхідної еластичності та розтяжності.

Обираючи матеріали одягу для пацієнтів шпиталів, велику увагу варто приділяти тому, що в залежності від виду та важкості захворювання, хворі значний час змушені проводити в ліжку. Це викликає цілий ряд проблем, зв'язаних як з естетичними властивостями одягу (наприклад, треба передбачити можливе утворення складок, зам'ятостей), так і зі специфічними ергономічними (наприклад, мінімальна жорсткість матеріалів і швів, високі гігієнічні властивості), конструктивними (можливість розмістити катетери, сечовідводи й т.п.) і функціональними (наприклад, підвищена стійкість до сухого й мокрого тертя) властивостями.

Нерухомість та тривале перебування хворого у ліжку породжує велику кількість серйозних супровідних ускладнень. Перш за все, це ушкодження шкіри, проблеми, пов'язані з органами сечовиділення, з нервовою системою та психікою, з



судинами, з органами дихання, з органами шлунково-кишкового тракту тощо. Особливу небезпеку для людей, які постійно знаходяться у ліжку, складає можливість появи пролежнів, які формуються у тих місцях тіла, де кістки проходять близько до поверхні шкіри (рис.1.5). Їх утворення настає тоді, коли людина довгий час лежить або сидить на цій частині тіла без жодного руху. У цьому випадку кровоносні судини тривалий час залишаються стиснутими, що спричиняє нестачу кровопостачання. Виділяють 5 послідовних стадій розвитку пролежнів. Стадія I – почервоніння, яке зникає після припинення тиску; шкіра не пошкоджена, стадія II – почервоніння, яке не зникає після припинення тиску; поверхня набрякає; є ерозія шкіри; болюче пошкодження епідермісу, стадія III – глибоке пошкодження шкіри, яке сягає дермісу (глибокі структури шкіри); видиме, набрякле; дно рани може бути покрите тканиною, що розпадається (жовта маса) або червоною грануляцією, стадія IV – Пошкодження сягає вниз до кістки, присутній некроз шкіри; є відмерлі тканини, дно рани може бути вкрите чорною некротичною тканиною, стадія V – це найважча стадія – некроз сягнув м'язів, це може призвести до сепсису.



**Рис. 1.5. Ділянки тіла з найбільшим ризиком виникнення пролежнів при довготривалому лежачому положенні**

В роботі [37] було визначено, що найбільш характерними типами розташування тіла важкохворої людини в ліжку є положення «лежачи на спині» та «лежачи на боку», причому перший є більш розповсюдженим. Найбільший тиск, який спричиняє тіло лежачої людини масою  $45 \div 120$  кг та зростом  $160 \div 185$

см, становить  $5000 \div 5500$  Па, а загальна площа контактних ділянок при положенні «лежачи на спині» в  $1,3 \div 1,5$  рази більша за площу ділянок, визначену при положенні «лежачи на боку». Обґрунтований вибір матеріалів, продуманість конструкції одягу (наприклад, зменшення кількості деталей, які з'єднуються швами, їх відсутність у місцях з довготривалим контактом поверхні тіла хворого з поверхнею сидіння) та технології його виготовлення (наприклад, зменшення жорсткості швів шляхом їх з'єднання за допомогою оверлочного способу) дозволять зменшити або уникнути ризик виникнення можливих ускладнень та хвороб шкіри. Також можливе проектування необхідних гнучких поверхонь, які будуть амортизувати дію стискання.

Постійна температура тіла підтримується через діяльність центральної нервової системи шляхом регулювання фізіологічних процесів. Основною умовою збереження комфортного теплового стану людини є досягнення динамічної теплової рівноваги (балансу) між метаболічним теплом, що утворюється в організмі (теплопродукція) і теплом, що передається через текстильні вироби в навколишнє середовище (теповіддача). Для розрахунків умов підтримки теплового балансу використовується [39–41] рівняння:

$$S = M - W - R - C - C_{\text{конд}} - E - E_{\text{дох}} - C_{\text{дох}},$$

де :  $S$  – теплопродукція людини,

$M$  – енергія виробництва метаболізму,

$W$  – механічна робота,

$R$  – втрати тепла радіацією,

$C$  – втрати тепла конвекцією,

$C_{\text{конд}}$  – втрати тепла кондукцією,

$E$  – загальні тепловтрати за рахунок випарування з поверхні шкіри,

$E_{\text{дох}}$  – втрати тепла диханням,

$C_{\text{дох}}$  – конвективні втрати тепла диханням.

Теплообмін у лежачих важкохворих людей у порівнянні зі здоровими людьми має свої особливості внаслідок ушкодження нервової системи. У них спостерігається послаблення циркуляції крові та більш низьке виробництво тепла [42], що призводить до потреби більш ефективної теплової ізоляції. Додаткова ізоляція та низька провітрюваність веде до збільшення потовиділення, відповідно, зволоження натільної та постільної білизни. Встановлюється відносна висока (біля 100%) вологість повітря в прошарку між шкірою людини та предметами постільної білизни, температура зростає до  $25 \div 27^{\circ}\text{C}$  [43]. Коли виникає дисбаланс між теплом, що виробляється в організмі, і видаленням цього тепла, температура тіла підвищується, виникає гіпертермія, яка може призвести до різних проблем зі здоров'ям від спазмів до зупинки серця. Тіло людини має чотири механізми (теплопровідність, конвекція, випромінювання, випаровування) для відведення надлишків тепла в навколишнє середовище з метою підтримання теплової рівноваги.

Шпитальна білизна безпосередньо контактує з тілом людини і знаходиться в стиснутому стані між тілом і предметами ліжка. За таких умов у загальному теплообміні найбільшу частку займають втрати тепла кондукцією. У фізиці [44] математичний опис процесу передачі тепла у твердих тілах, як правило, проводиться за рівнянням Фур'є:

$$Q_{\text{конд}} = \lambda \frac{t_1 - t_2}{\delta} S \tau$$

де  $Q_{\text{конд}}$  – кількість тепла, що пройшло через ТМ з площею  $S$  протягом часу  $\tau$ , Вт;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності текстильного матеріалу [Вт/м·К];

$t_1$  – температура внутрішньої сторони текстильного матеріалу [К];

$t_2$  – температура зовнішньої (холодної) сторони матеріалу [К];

$\delta$  – товщина текстильного матеріалу [м].

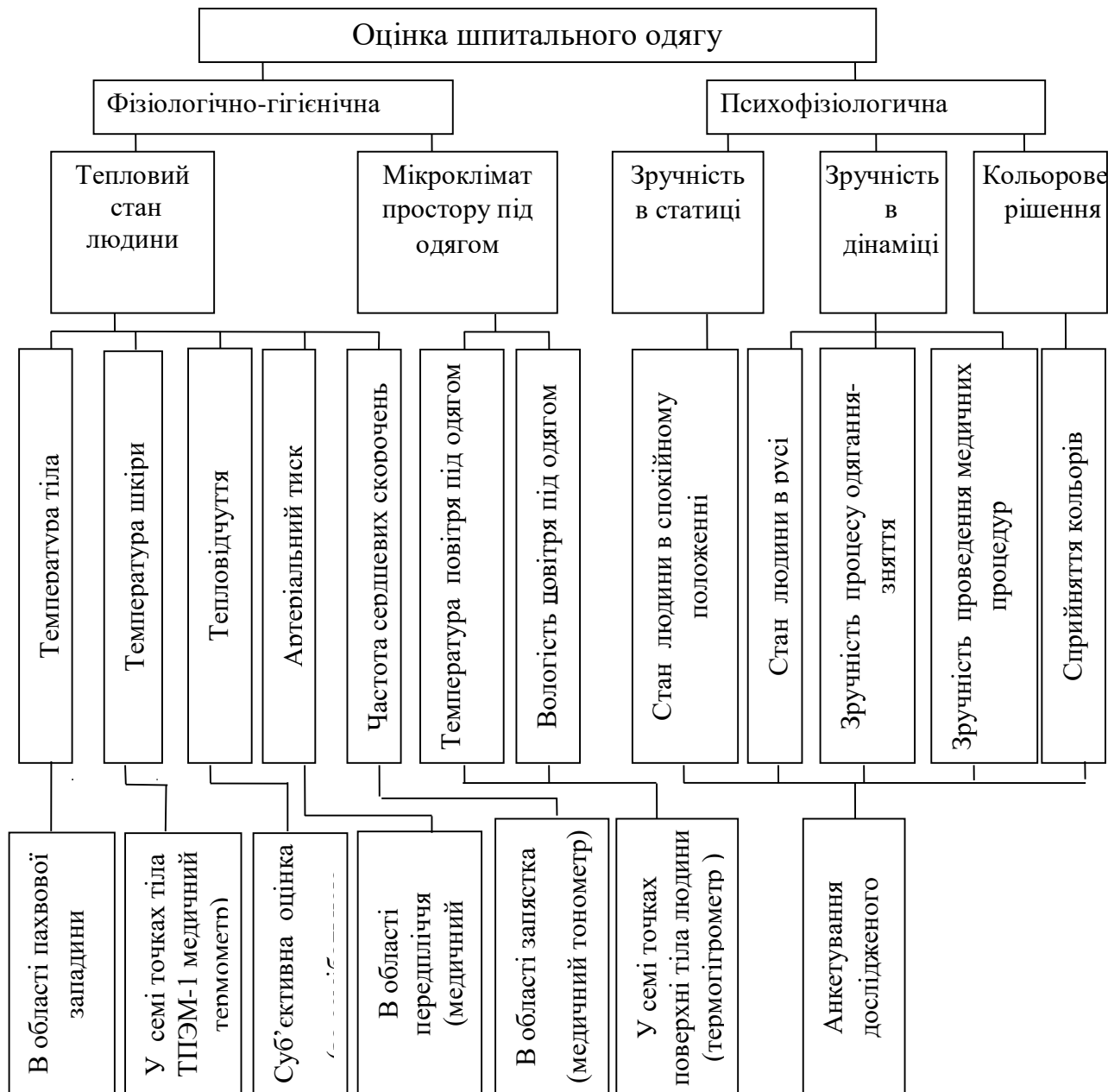
Крім втрат тепла кондукцією, тепловий баланс тіла людини підтримується через випаровування дифузійної вологи та поту з поверхні шкіри. Саме тому вважається, що терморегулюючі та вологорегулюючі властивості одягу є основними факторами

комфорту. Оптимальною можливістю зменшення теплового навантаження на організм хворої людини є випарування поту з поверхні шкіри на різних ділянках тіла. Досягається це фізіологічним шляхом після відповідної команди мозку за рахунок розширення шкірних судин і збільшення частоти серцевих коливань. Управління вологістю, яке визначає рівень комфорту, є одним з ключових критеріїв вибору матеріалів для шпитального одягу, який повинен виконувати функції не придушення випаровування вологи, викликаного потовиділенням, а її достатнього відведення та регулювання температури тіла. Рідка вода, яка виділяється організмом, відома як «розумний піт». Щоб бути віддаленим з поверхні тіла, він повинен проникнути через структуру тканини і потім випаруватися назовні.

У людини температура підтримується на постійному рівні (36,5...37,0 °C). Постійність ця забезпечується двома процесами — теплоутворенням і тепловіддачею. Посилення енергозатрат і обміну речовин при хворобі викликає в організмі людини збільшення теплоутворення, що відображається на його терморегуляції. Основні зміни терморегуляції виражаються в підвищенні температури тіла і шкіри, а також у зміні тепловіддачі.

У середньому за добу потові залози здорової людини виділяють 700 ÷ 1300 мл поту [42]. Для хворих людей є характерним розлад системи потовиділення, при якому відмічаються загальні та місцеві розлади потовиділення, частіше за все це збільшення потовиділення – гіпергідроз. Зазвичай температура тіла вище температури навколишнього середовища. При охолодженні організму теплоутворення збільшується за рахунок посилення окислювально-відновлювальних процесів. Це так звана хімічна регуляція. Крім того, посилення теплоутворення забезпечується мимовільним м'язовим тремором, що становить механічну регуляцію. За низьких температур навколишнього середовища споживання кисню і теплопродукція можуть збільшуватися в 3—5 раз. Утворення великої кількості тепла в організмі хворого навіть при температурі 18...20 °C супроводжується інтенсивним потовиділенням. Значна втрата поту призводить до порушень в організмі, зокрема обезводнення і в зв'язку з цим згущення крові, а також втрат великої кількості солей і вітамінів.

Узагальнюючи проаналізовані дані, можна скласти наступну схему взаємовпливу факторів (Рис.1.6), що забезпечують комфортність шпитального одягу.



**Рис. 1.6. Схема взаємовпливу факторів, що забезпечують комфортність шпитального одягу**

Для лежачих хворих, коли температура мікрокліматичного прошарку наближається до температури тіла, втрати тепла через конвекцію та

випромінювання припиняються, працює лише механізм випаровування (потіння). Випаровування є високоефективним механізмом охолодження, оскільки перетворення води в пар вимагає дуже великої кількості енергії – так, для випаровування 1 г води при температурі ядра тіла 37°C потрібно 2424 Дж. Якщо матеріали мають незадовільні значення вологопоглинання та вологопровідності, може створюватися так званий «капкан з вологи», який зумовлює дискомфорт. Всі ці фактори мають бути обов'язково враховані при конфекціюванні матеріалів на шпитальний одяг.

#### **1.4. Аналіз методів забезпечення основних складових комфортності шпитального одягу**

Комфорт – це приємний психологічний стан, фізіологічна і фізична гармонія між людиною і навколишнім середовищем [45]. Комфортний одяг сприяє встановленню стану фізіологічної, психологічної і фізичної гармонії між людиною і навколишнім середовищем. Сучасне поняття «комфортний одяг» включає три складові – термофізіологічний, нейрофізіологічний (сенсорний) і психофізіологічний комфорт. Перший стосується здатності текстильних матеріалів до поглинання і розсіювання метаболічного тепла і вологи, тоді як останній відноситься до взаємодії матеріалу з органами почуттів користувача, особливо з тактильною реакцією шкіри на структуру поверхні матеріалу, відчуттям теплоти і вологості при торканні. Встановленню факторів, які визначають комфортність текстильних матеріалів побутового призначення, останнім часом приділяється багато уваги (напр., [46 – 49]).

Сучасна оцінка ступеню комфорту одягу найчастіше ґрунтується не стільки на визначенні відчуттів людини, скільки на вимірах конкретних показників характеристик підодягового простору та властивостей матеріалів, з яких виготовлено одяг.

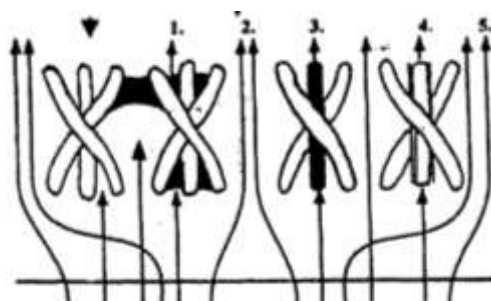
### 1.4.1.Термофізіологічний комфорт та властивості матеріалів, які його забезпечують

Термофізіологічний комфорт пов'язаний з тепловим балансом тіла людини, який забезпечується підтриманням постійної температури тіла близько 37 °С. Властивості матеріалів, що забезпечують термофізіологічний комфорт, прийнято умовно розділяти на дві групи: властивості, що забезпечують обмін речовиною (сорбційні властивості і проникність) і властивості, що забезпечують обмін тепловою енергією (поглинання і перенос тепла). У першій групі властивості забезпечуються за рахунок сорбції-десорбції пароподібної вологи і за рахунок поглинання краплинорідкої вологи, проникність – за рахунок повітро- і вологопроникності, також проникності краплинорідкої вологи. В другій групі властивості матеріалів забезпечуються тепло- і температуропровідністю, тепловим випромінюванням, віддачею тепла конвекцією і випаруванням. Управління вологістю, яке визначає рівень комфорту, є одним з ключових критеріїв сучасного проектування матеріалів побутового призначення.

Більшість дослідників вважають, що визначальна роль у забезпеченні комфортних умов експлуатації одягу належить вологообмінним процесам (moisture management properties) – здатності матеріалів поглинати і пропускати пари води-поту. Для комфортного самопочуття пацієнта тканини одягу та постільної білизни, які безпосередньо контактують з шкірою, мають якомога довший час залишатися сухими на дотик. Для уникнення охолодження тіла і погіршення теплоізоляції, викликаного накопиченням вологи, вони повинні забезпечувати передачу вологи у формі чутливого та нечутливого потовиділення від тіла до навколишнього середовища. Якщо матеріали білизни мають незадовільні значення вологопоглинання та вологопровідності, може створюватися буферний шар, так званий «капкан з вологи», який зумовлює значний дискомфорт хворого.

Волога в текстильних матеріалах може переноситися у вигляді пару і рідини. У пароподібному вигляді використовуються такі механізми переносу, як дифузія,

сорбція, абсорбція, конвекція та конденсація, тоді як для перенесення рідини зазвичай мають місце два механізми – змочування і просочування. Вивченню питань вологообміну людини з навколишнім середовищем через текстильні матеріали і пакети одягу присвячена досить велика кількість досліджень (напр., [50-60]), між тим, однозначної залежності впливу будови на інтенсивність процесів вологоперенесення не отримано. Для визначення вологотранспортних властивостей використовується ряд різних методів (гравіметричні, методи так званої «потіючої теплої пластини»), що розрізняються як апаратурним оформленням, так і отримуваними показниками [61], але, частіше за все, визначається комплекс показників, які характеризують взаємодію текстильного матеріалу з пароподібною та рідкою вологою. У загальному випадку вологопередача - поглинання і подальше виведення вологи з підодягового простору в навколишнє середовище здійснюється за рахунок процесів сорбції вологи із підодягового простору, дифузії через системи наскрізних, міжволоконних, міжниткових, поверхневих і інших макро- та мікропор в текстильному матеріалі і десорбції в зовнішнє середовище (рис.1.7).



**Рис. 1.7. Умовна схема вологопереносу в текстильних матеріалах:**  
**1 – шляхом капілярності; 2 – шляхом дифузії; 3 – абсорбцією та десорбцією; 4 – адсорбцією та міграцією; 5 – через вентиляційні отвори в одязі**

Відмінність текстильних матеріалів у порівнянні з твердими тілами складається у наявності великої кількості звивистих, наскрізних та тупікових пор різного діаметру та будови, що значно ускладнює описання капілярних процесів в



таких системах. Причому будь-які зміни в технологічному режимі виробництва текстильних полотен впливають на капілярність. Інтенсивність переміщення вологи через матеріал або пакет матеріалів одягу визначається величиною загальної наскрізної пористості та різницею значень температури і вологості у підодяговому просторі і у навколишньому середовищі. Оскільки пароподібна волога із підодягового простору, проходячи через пори текстильного матеріалу, може сконденсуватися і перейти у рідкий стан, потік вологи переміщується як у газоподібному, так і в рідкому стані; тому цей процес часто називають вологопровідністю.

Вологопровідність – це комплексний показник, який характеризує здатність матеріалу до поглинання крапельно-рідинної вологи, переміщенню вологи в глибину матеріалу та віддачі її в оточуюче середовище. Якщо матеріали одягу не підтримують ці процеси, в мікрокліматі підодягового простору значно зростають вологість і температура, що негативно впливає на організм людини, особливо на кардіоваскулярну систему. Для зниження динаміки наростання вологості у підодяговому просторі і покращення самопочуття людини в сучасному функціональному одязі пропонується використовувати матеріали спеціальної конструкції і сировинного складу (наприклад, інтегрований трикотаж), вкладиші, що добре поглинають вологу, конструктивні елементи у вигляді профільованих вентиляційних тунелів в різних частинах одягу.

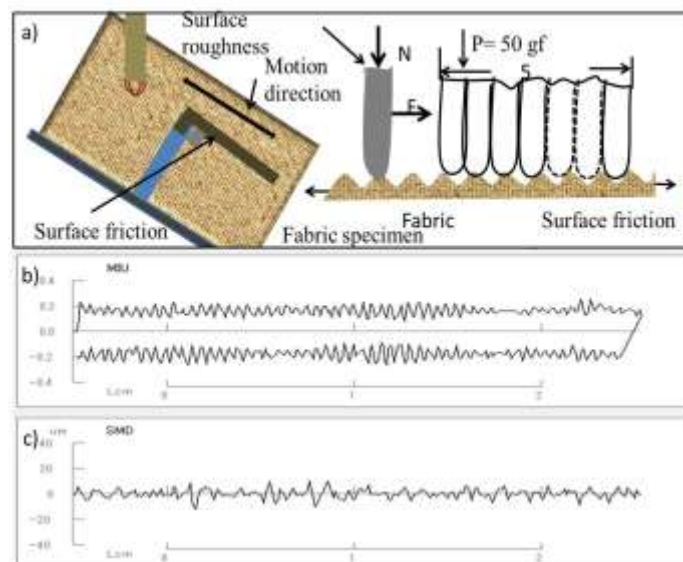
Зважаючи на значний прогрес у розробці нового покоління хімічних волокон, використання яких у текстильних полотнах забезпечує задані властивості виробів, в тому числі, гігієнічні, вектор наукових досліджень в останні роки змістився у бік прогнозування та визначення впливу особливостей структури таких волокон на показники термофізіологічного комфорту. Значна увага приділяється при цьому полотнам із профільованих волокон з доведеним терморегулюючим ефектом [47, 62-69], до яких відносяться волокна типу Coolmax і Coolpass. Такі матеріали можна вважати вельми перспективними в плані їх використання у виробках для пацієнтів, які знаходяться на лікуванні в шпиталях.

### **1.4.2. Шорсткість поверхні текстильного матеріалу як важливий фактор тактильного комфорту**

Крім створення термофізіологічного комфорту, важливим при експлуатації швейних виробів є забезпечення відповідних тактильних відчуттів при контакті тіла людини з поверхнею матеріалу [45,70]. Ця складова комфортності (нейрофізіологічний або сенсорний комфорт) визначається механозалежними сенсорними відчуттями відповідних рецепторів шкіри, які по-різному реагують на текстуру поверхні матеріалу, його шорсткість, жорсткість, на відчуття холоду або тепла при дотику та інші фактори. Важливу роль у забезпеченні тактильного комфорту відіграє характер структури поверхні, тобто фактура матеріалу, яка може виконувати декоративну роль або обмежуватись лише функціональним призначенням. Фактура як активна властивість поверхні сприяє сприйняттю виробу легким або важким, об'ємним чи плоским, щільним, прозорим тощо. Матеріали з грубою, шорсткою поверхнею, які мають схильність до утворення заломів та складок, подразнюють шкіру, сприяють виникненню натертостей. З іншого боку, занадто гладка поверхня шпитального одягу та постільної білизни може викликати великі незручності за рахунок ковзання, зумовлює прилипання матеріалу до тіла, особливо в разі зволоження за рахунок потовиділення. У хворих, які довгий час знаходяться в лежачому положенні, тактильна чутливість часто порушена. Саме тому при виборі матеріалів на вироби цієї групи споживачів необхідно враховувати такі характеристики матеріалів, як фактура і туше. Під поняттям «фактура» розуміють особливості будови поверхні полотна, які сприймаються візуально і на дотик. Вона є проявом будови поверхні та пористої структури полотна і пов'язана з формою, величиною та розташуванням макроділянок ниток та волокон на його поверхні, які утворюють певну рельєфність, що впливає на характер контакту з іншими об'єктами. Фактура текстильного матеріалу залежить, головним чином, від структури вживаних ниток, виду переплетень і особливостей оброблення.

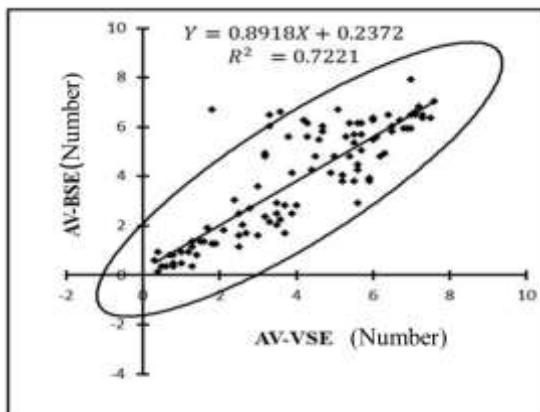
Постійний контакт людини з текстильним матеріалом може викликати приємні або неприємні відчуття, перш за все, під час дотику, причому ступінь відчуття приємного, коли задовольняються психофізіологічні потреби, залежить від функціонального призначення конкретного виробу [33]. Основну властивість, яка виявляється під час дотику до текстильних матеріалів, називають «туше» [34, 35]. В основі цієї характеристики лежать об'єктивні фізичні властивості текстильних матеріалів, які не можуть бути визначені будь-яким приладами.

В якості можливості об'єктивного оцінювання тактильних відчуттів визначення розмірних характеристик механічних властивостей для тактильного оцінювання текстильних матеріалів була запропонована [36] система Кавабата для (KES-F Kawabata evaluation system – Fabrics.). Вона складається з кількох різних інструментів оцінювання: розтяжності та розривності, жорсткості, пружності, показників поверхні тощо. На думку авторів, оцінювані параметри та їх значення нормалізовані і корелюють із суб'єктивною тактильною оцінкою. Детально проаналізовано механізм взаємодії органів відчуттів і мозку людини при оцінюванні всіх складових комфорту авторами [71], причому окрему увагу приділено оцінці тактильного комфорту і характеристик тертя (Рис.1.8).



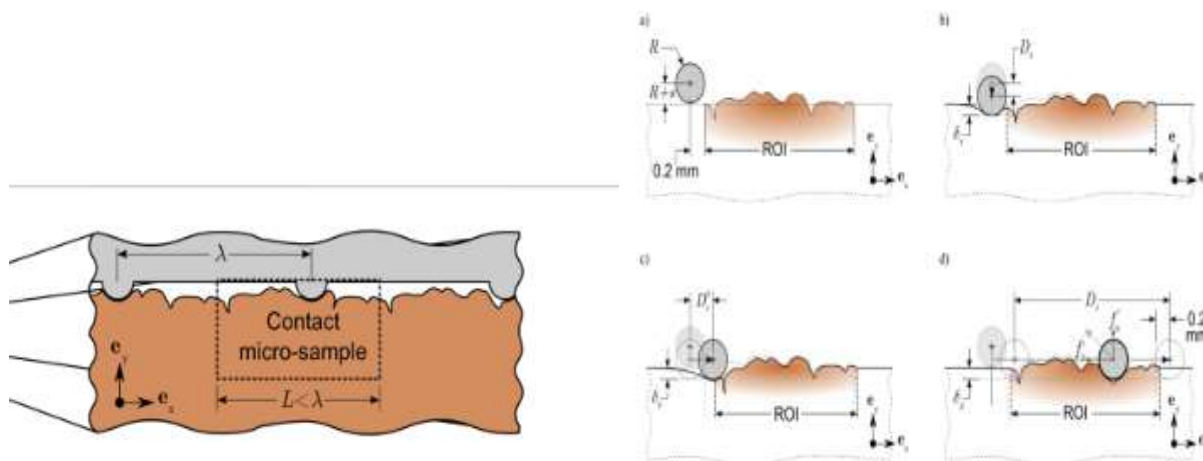
**Рис. 1.8. Оцінювання шорсткості поверхні текстильного матеріалу: а) процес вимірювання поверхневого тертя; в,с) отримані результати по вимірюванню тертя для різних видів тканин (за [64]).**

В цій же роботі визначено кореляцію сліпої та візуальної оцінки ступеню шорсткості поверхні текстилю і отримано високий коефіцієнт кореляції (Рис.1.9).



**Рис. 1.9. Кореляція сліпого та візуального методу оцінки ступеню шорсткості поверхні текстилю (за [71])**

В ґрунтовному дослідженні [72] проведено 2 D- моделювання взаємодії мікроструктури поверхонь текстильного матеріалу та шкіри людини при їх контакті (Рис.1.10), що дозволило оцінити кількісні та якісні показники, які характеризують цей процес.



**Рис. 1.10. Моделювання взаємодії мікроструктури поверхні текстильного матеріалу та шкіри людини**

Питанням оцінки гладкості матеріалів також приділяється велика увага. Застосування тесту для оцінювання гладкості тканин за допомогою порівняння досліджуваного зразка із зразком-еталоном пропонується в американському стандарті [73]. Для визначення та оцінювання гладкості текстильних матеріалів авторами [74] розроблено пристрій з рухомою платформою на якій розташовані зразки, лінійного лазера, смарт камери та персонального комп'ютера. Оцінювання гладкості здійснюється за допомогою аналізу отриманих гістограм зразка, що рухається за 41-ою позицією. За допомогою гістограм визначають середню та максимальну висоту амплітуду профілю тканин. У стандарті ГОСТ Р ИСО 7768-2008 «Материалы текстильные. Методы оценки гладкости тканей после стирки и сушки» [75] використовується метод оцінювання гладкості тканин за зовнішнім виглядом, порівнюючи із зразком-еталоном за номерами. Авторами [76] запропонована методика з оцінювання гладкості текстильних матеріалів, в основі якої є вимірювання коефіцієнта тертя спокою між двома зразками однієї тканини. Методика, запропонована автором [77], базується на залежності коефіцієнта відбиття від кута падіння світла на неметалічні поверхні, коефіцієнта заломлення світла, а також від стану поляризації падаючого пучка світла, використовуючи закон Френеля.

Треба відзначити, що, якщо донедавна більшість робіт з питань комфортності була присвячена визначенню та прогнозуванню її термофізіологічної складової, то зараз з'являється все більше досліджень, автори яких вивчають чинники нейрофізіологічного, або тактильного комфорту при експлуатації виробів із текстилю. Це викликано як зростанням вимог споживачів до комфортності, так і можливостями сучасних методик забезпечення необхідних показників структури поверхні на стадії проектування або завершального оздоблення текстильних полотен.

## Висновки по розділу 1

1. Огляд літературних джерел засвідчив важливість вирішення питання розробки сучасного асортименту шпитального одягу для поранених і травмованих військовослужбців Збройних Сил України, що є однією із складових завдання приведення до 2020 р. існуючих нормативів медичного забезпечення у відповідність із стандартами НАТО та підвищення якості медичного обслуговування.

2. Шпитальний одяг, який має відповідати специфічним вимогам залежно від особливостей протікання конкретного захворювання та методів його лікування, потребує удосконалення як в плані розробки нових конструктивних рішень, так і використання сучасних високотехнологічних матеріалів з наданими властивостями. З урахуванням особливостей експлуатаційної ситуації споживання, розроблено структуру утилітарних функцій шпитального одягу, забезпечення яких можливе при науково обґрунтованому виборі матеріалів на топографічні ділянки виробів.

3. Аналіз умов експлуатації шпитального одягу та постільної білизни дозволив встановити, що забезпечення термофізіологічного комфорту досягається використанням матеріалів з відповідними вологообмінними властивостями, що характеризуються здатність до поглинання крапельно-рідинної вологи, її переміщенню в глибину матеріалу та віддачі в оточуюче середовище

4. Розглянуті питання умов забезпечення термофізіологічного комфорту шпитального одягу, розроблено структурну схему взаємовпливу факторів, які визначають особливості конфекціювання матеріалів, використання яких забезпечує комфортність при експлуатації для цієї категорії споживачів.

5. Окреслено основні особливості структури поверхні текстильного матеріалу як важливого фактору тактильного (нейрофізіологічного) комфорту шпитального одягу. Встановлено, що до проблем, які вимагають урахування вибору матеріалів шпитального одягу та білизни, відноситься небезпека виникнення натертостей та пролежнів у місцях контакту одягу і шкіри, тому необхідно враховувати здатність матеріалів створювати заломы та складки, що визначається, в основному, шорсткістю поверхні матеріалу.

### Список використаних джерел до розділу 1

1. Постанова Кабінету міністрів України від 31.10.2018 р. № 910 «Про затвердження Воєнно-медичної доктрини України».
2. Міністерство охорони здоров'я. Наказ N 293 "Про затвердження Інструкції зі збору, сортування, транспортування, зберігання, дезінфекції та прання білизни у закладах охорони здоров'я" від 30.04.2014 р. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 28 травня 2014 р. за № 556/25333.
3. Супрун Н. П., Власенко В. І., Арабулі С. І. Текстиль та багатофункціональні текстильні композиційні матеріали у виробках для інвалідів та важко хворих. Київ. КНУТД. 2011. 360 с.
4. Супрун Н. П. Основні аспекти розробки сучасного шпитального одягу. *Вісник КНУТД. Технічні науки*. 2017. № 4 (112). С. 124-129.
5. Супрун Н.П. Нові розроблення одягу для людей з особливими потребами та соціально-незахищених верств населення : розділ в науково-практичній монографії «Розвиток кластерного підприємництва у легкій промисловості міста Києва» / за наук. ред. І. М. Грищенка. Київ. «Світ успіху», 2019. 496 с. ( С.354-376).
6. Супрун Н. П., Литвинова О. І., Кушнір О. В. Загальні аспекти розробки одягу для поранених : розділ в колективній монографії «Перспективні полімерні матеріали та технології». Київ : КНУТД, 2015. С. 287-290.
7. Березненко С. М., Власенко В. І., Ігнат'єва І. А. та ін. Волокнисті матеріали та вироби легкої промисловості з прогнозованими бар'єрними медико-біологічними властивостями» : монографія в 2 ч. Ч.1. Теоретичні засади технологій виробництва волокнистих матеріалів з прогнозованими бар'єрними медико-біологічними властивостями. Київ : КНУТД, 2014. 404 с.
8. Wilusz E. *Military textiles*. England, Cambridge : Woodhead Publishing. 2010. 346 p.
9. Ed. By S. Rajendran *Advanced textile for wound care*. England, Cambridge : Woodhead Publishing. 2009. 321 P.

10. Rees W. H. *Materials and clothing in health and disease*. London: *The Biophysics of Clothing Material*. 1972. P. 39-50.
11. Кричевский Г. Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды. Москва : Издание первое, 2011. 528 с.
12. Харлова О. Н. Методологические основы проектирования и формирования качества больничной одежды различного ассортимента: автореф. дис. ... докт. техн. наук: спец. 05.19.04. Москва, 2011. 48 с.
13. Мокиева Н. С., Глушкова Т. В., Харлова О. Н., Дударева С. В. Концепция разработки одежды для людей с различными заболеваниями. *Швейная промышленность*. 2003. №2. С.30-31.
14. Харлова О. Н. Андреева Е. Г., Шпагина Л. А., Климчук Т. В. Разработка колористического решения комплектов одежды для больных. *Швейная промышленность*. 2009. №2. С.29-31.
15. Мокиева Н. С. Глушкова Т. В., Харлова О. Н., Дударева С. В., Сазонова О. В. Разработка одежды для людей, больных диабетом. *Швейная промышленность*. 2003. №2. С. 32-33.
16. Савельева Н. Ю. Приходченко О. В. Разработка общей модели процесса проектирования функциональной одежды для людей с ограниченными двигательными возможностями. *Швейная промышленность*. 2007. № 3. С. 42 -46.
17. Бережная А., Скрипченко А. Системный анализ мужской одежды для больных и технологическое проектирование данных изделий : *Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților*, Universitatea Tehnică a Moldovei, 15-17 noiembrie, 2012. Chișinău, 2013, Vol. 3, P. 371-372.
18. Ілінська Д. О. Захарова Е. А., Рой Є. В. Проектні розробки одягу для урологічних хворих. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2014. № 3. С. 258-261.
19. Полушкін П. М., Гальченко Д. В. Основи загального та спеціального догляду за хворими з маніпуляційної технікою : посібник до вивчення курсу. Дніпропетровськ : ДНУ, Ч. 1,2, 2014. 378 с.



20. Bikbulatova A. A., Andreeva E. G. Restoration of the profile of bioregulators of blood plasma in people of second adulthood with osteochondrosis of the spine against the background of daily wearing of medical and preventive clothing. *Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences*. Vol. 9. №4. 2018. P. 413-419.
21. Bikbulatova A. A. The impact of daily wearing of medicinal-prophylactic clothes on the evidence of clinical manifestations of osteochondrosis of the 2nd degree and platelet activity in persons of the second mature age. *Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences*. 2018. Vol. 9 (1). P. 677-683.
22. Patients garments : US Patent 6,792,622 B2, filed Mar 14, 2002, date of patent : Sep. 21, 2004
23. Hospital gown : US Patent 5878437 A. A41D 13/12, filed Aug. 13, 1998, date of patent Mar. 9, 1999, 8 p.
24. Garment for a patient : US Patent 6216271 B1. A41D 13/12, filed Jun. 14 2000, date of patent Apr.17 2001, 8 p.
25. Disposable medical gown : US Patent 3911499A, filed Jun 06, 1974, date of patent Oct. 14, 1975. 5 p.
26. Garment for handicapped or elderly individuals : US Patent 5,926,851 A41D1/06, filed Jul. 14, 1997, date of patent: Jul. 27, 1999, 5 p.
27. Releasable clothing with temperature sensor for bedridden patients : U.S. Patent. 5802611. A41D13 /06, filed Nov. 18 1997, date of patent Sept. 08 1998
28. Patient garment having enhanced accessibility: U.S. Patent 6216270. B1, filed March 14. 2002, date of patent Sept. 21, 2004. 17 p.
29. Товары для лежачих больных и активных пациентов. URL: <https://alzstore.ru/adaptive/body/>
30. Одежда, облегчающая уход за лежачими больными. URL: <https://smartmedicus.ru/>
31. Адаптивный одяг. URL: <https://uhoddoma.com.ua/ua/adaptyvnyy-odyah>
32. Лемза О. В., Родичкина Е. Н., Мезенцева Т. В. Анализ требований пациентов и медперсонала ожоговых центров к больничной одежде.

*Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2018)* : матер. междунар. научн. студ. конф. (Москва 17-19 апр. 2018 г.). Москва : ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2018. Ч. 2. С. 76-78

33. Скляников В. П. Строение и качество тканей. Москва : Легкая и пищевая пром. 1984. 176 с.

34. Подоприхина И. Е. Разработка методов оценки «туше» текстильных материалов : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.19.08. Москва, 1994. 22 с.

35. Скляников В. П. Потребительские свойства текстильных товаров. Москва: Экономика, 1982. 160 с.

36. Kawabata, S., & Niwa, M. Clothing engineering based on objective measurement technology. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 1998. 10(3/4). P. 263-272.

37. Ковтун С. І. Розробка та дослідження текстильних композиційних матеріалів для виробів медичного призначення : дис. ... канд техн. наук: 05.02.01 Київ, КНУТД. 2007. 236 с.

38. Популярная медицинская энциклопедия: в 2 т.: Советская энциклопедия / редак. В. И. Покровский. Москва, 1987. Т.1. 704 с.

39. Колесников П. А. Теплозащитные свойства одежды. Москва : Легкая индустрия. 1965. 347 с.

40. ISO 7933. Hot environments. Analytical determination and Interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate. Data 10.06.1989. Geneva, International standard, 1989. 59 p.

41. ISO/CD 9920-1. Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble. Data 17.02.2003. Geneva, International standard, 2003. 92 p.

42. Большая медицинская энциклопедия / глав. редактор Б.В. Петровский. Издательство 3-е. Москва: Советская энциклопедия. 1977. 458 с.

43. Заликина Л. С. Уход за больными дома. СПб.: Пионер, Астредь, АСТ, 2000. 224 с.

44. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. 2-е изд. Москва : Энергия, 1977. 343 с.
45. Y. Li. The science of clothing comfort. *Textile progress*. 2001. Vol. 1. № 2. P. 31–35.
46. Das S. Study on comfort properties of different woven fabric. *International Journal of Management and Applied Science*. 2016. Vol. 2. №8. P. 57-61.
47. Mallikarjunan K., Senior L. Comfort and Thermo Physiological Characteristics of Multilayered Fabrics for Medical Textiles. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*. 2011. Vol. 7. Issue 1. P. 1–15.
48. Oglakcioglu N., Celik P., Ute T., Marmarali A. Thermal Comfort Properties of Angora Rabbit. Cotton Fiber Blended Knitted Fabrics. *Textile Research Journal*. 2009. № 79. P. 888–893.
49. Oglakcioglu N., Marmarali A. Thermal Comfort Properties of Some Knitted Structures. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2007. Vol. 15, №. 5-6. P. 64-65.
50. Watkins D. A., Slater K. The moisture-vapour permeability of textile fabrics. *Journal of the Textile Institute*. 1981. Vol. 72, № 1. P. 11-18.
51. Gibson P. W. Effect of temperature on water vapor transport through polymer membrane laminates. *Journal of Polymer testing*. 2000. № 19. P. 673-691.
52. Qu J., Ruckman J. A new calculation method of water vapour permeability at unsteady state. *Journal of the Textile Institute*. 2006. Vol. 97, № 5. P. 449-453.
53. Das B., Das A., Kothari V., Fanguiero R., Araujo M. Moisture transmission through textiles. Part I: Processes involved in moisture transmission and the factors at play. *AUTEX Research Journal*. 2007. Vol.7, № 2. P.100-109.
54. Das B., Das A., Kothari V., Fanguiero R., Araujo M. Moisture transmission through textiles. Part II: Evaluation methods and mathematical modeling. *AUTEX Research Journal*. 2007. Vol.7, № 3. P.194-216.
55. Skenderi Z., Cubric I. Water vapour resistance of knitted fabrics under different environmental conditions. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2009. Vol.17, № 2. P. 72-75.

56. Ramkumar S., Purushothaman A., Hake K., McAlister D. Relationship between cotton varieties and moisture vapor transport of knitted fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. 2007. Vol. 2, № 4. P. 10-18.
57. Gennes P.-G., Brochard-Wyart F., Quere D. Capillarity and wetting phenomena: drops, bubbles, pearls, waves. New York: *Springer-Verlag New York*, 2004. 287 p.
58. Azeem M., Boughattas A., Wiener J., Havelka A. Mechanism of liquid water transport in fabrics;a review. *Vlakna a Textile*. 2017. № 4. P. 58-65.
59. Onofrei E., Rocha A., Catarino A. The influence of knitted fabrics' structure on the thermal and moisture management properties. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. 2011. Vol. 6. Issue 4. P. 10-22.
60. Petrulyte V., Baltakyte R. Liquid sorption and transport in woven structures. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2009. № 17 (2). P. 39-45.
61. Арабулі С. І. Порівняльний аналіз методів визначення паропроникності текстильних матеріалів. *Вісник КНУТД. Серія Технічні науки*. 2017. № 3 (110). С. 32-40.
62. Raeve A. D, Vasile S, Cools J. Selected factors influencing wear comfort of clothing: case studies. *J Textile Eng Fashion Technol*. 2018. №4(1). P. 66-71.
63. Song G. Improving comfort in clothing. *Woodhead Publishing Limited*. 2011. 479 P.
64. Onofrei E., Rocha A. M., Catarino A. The influence of knitted fabrics. Structure on the thermal and moisture management properties. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. 2011. V. 6. № 4. P.10-22.
65. Su C. I, Fang J.X, Chen X. H, Wu W. Y. Moisture absorption and release of profiled polyester and cotton composite knitted fabrics. *Textile Research Journal* Vol. 77, 2007. P. 764-769.
66. Wang, L. C., Chao, J. C. The Effect of Modified Cross-section and Texturing Manmade Fiber on Water Transportation Properties. *J. China Textile Inst*, Taiwan, 1999. № 9(4). P. 303-310.

67. Колесников Н.В. Исследование влаговыводящих свойств функциональных трикотажных полотен бельевого назначения. *Технология текстильной промышленности*, 2012. № 1 (337). С. 15-17.
68. Öner E., Atasagun H. G., Okur A., Beden A. R., Durur G. Evaluation of moisture management properties on knitted fabrics. *Journal of the Textile Institute*. 106(6). 2014. P.1-11.
69. Jhanji Y., Gupta D., Kothari V.K. Moisture management properties of plated knit structures with varying fiber types. *Journal of the Textile Institute*. 106(6): 1-11, 2014. P. 663-673
70. Tadesse M., Nierstrasz V., Loghin E.C., Loghin M.C. Quality inspection and evaluation of smart or functional textile fabric surface by skin contact mechanics. *Industria textila*. 71 (4), 2019. P. 340-349.
71. Leyva-Mendivil M., Lengiewicz J, Limbert P. Skin friction under pressure. The role of micromechanics. *Surface Topography: Metrology and Properties*. 2018. P.1-14.
72. American Association of Textile Chemist and Colorists. AATEC Technical manual. Amer Assn of Textile, 1991. 288 p.
73. Dai Y. Fabric quality measurement. Masters thesis. *Texas Tech Lubbock University*, TX, May 2001.
74. Джадд Д. Цвет в науке и технике. Москва : Из-во Мир, 1978, 592 с.
75. ГОСТ Р ИСО 7768-2008. Материалы текстильные. Методы оценки гладкости тканей после стирки и сушки. Москва. Стандартинформ, 2009. 10 с.
76. Озимок Г. В. Проблеми оцінювання гладкості текстильних матеріалів як одного з елементів відчуття комфортності. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції 15-16 квітня, КНТЕУ*, 2009 р. С. 253-255.
77. Коваль М. Н. Удосконалення органолептичних методів оцінки якості текстильних матеріалів. *Товарознавчий вісник*. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. №8. С. 53-57.

## РОЗДІЛ 2.

### ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Конфекціювання матеріалів для виготовлення одягу та допоміжних текстильних виробів, призначених для експлуатації пацієнтами під час проходження ними лікування в стаціонарах клініках, вимагає особливого підходу. Вітчизняний шпитальний одяг, який не відрізняється широкою різноманітністю і випускається за нормативними документами, затвердженими більш, ніж 60 років тому, потребує удосконалення як в плані асортименту та розробки нових конструктивних рішень, так і застосування сучасних матеріалів з наданими специфічними властивостями.

Фахівцями відзначається [1], що зараз виник своєрідний парадокс: рівень діагностики і можливості лікування захворювань значно зросли, а якість догляду за хворими знизилася. Цьому сприяє, в тому числі і недосконалість шпитального одягу, яка створює значні незручності при експлуатації та під час лікування хворого (Рис. 2.1.).



**Рис.2.1. Традиційна процедура переодягання хворого**

Особливості сучасних високих технологій лікування хворих, специфіка умов їх перебування в палатах інтенсивної терапії, опікових центрах, закладах по пересадженню кісткового мозку (Рис. 2.2), нагально потребують розробки нового асортименту шпитальної білизни.



**Рис. 2.2. Сучасні технології лікування хворих**

Об'єктом дослідження є процес науково обґрунтованого вибору функціональних матеріалів для шпитального одягу та допоміжних текстильних виробів медичного призначення.

Предметом дослідження є удосконалення конфекціювання текстильних матеріалів для виробів шпитального призначення.

## **2.1. Визначення вимог до шпитального одягу**

У порівнянні з побутовим, шпитальний одяг має виконувати ряд специфічних функцій залежно від особливостей протікання конкретного захворювання, методики його лікування та умов утримування хворого, що зумовлює певний комплекс вимог. Сучасний шпитальний одяг має бути функціональним, ергономічним і забезпечувати комфорт хворому, захищати його від інфекції, бажано, надавати реабілітуючий вплив на організм хворої людини, дозволяти медичному персоналу якісно проводити лікувальні процедури. Цьому буде сприяти визначення умов і топографії проведення медичних процедур, розробка відповідних функціонально-конструктивних елементів і деталей

виробів, що трансформуються, використання матеріалів з відмінними властивостями в різних функціональних деталях.

В основу програми конфекціювання матеріалів для виробів шпитального призначення з комплексом необхідних споживчих та технологічних властивостей з урахуванням специфіки умов експлуатації нами розроблено алгоритм, який складається з наступних етапів:

- визначення основної та додаткових функцій виробу;
- встановлення особливостей вимог до виробів шпитального призначення, які накладаються травмами, викликаними різним видами поранень, особливостями перебігу хвороби і потребують необхідності їх урахування при виборі матеріалів;
- формулювання вимог до виробу та показників якості матеріалів, які потенційно можуть забезпечити інтегровані вимоги до виробу в цілому;
- визначення варіантів топографії оптимального розташування текстильних полотен із заданими властивостями в пакет у виробі;
- встановлення найбільш вагомих показників якості матеріалів швейних виробів для поранених і травмованих з використанням методу експертного опитування медичних працівників та хворих;
- визначення структурних, фізичних, механічних та фізико-хімічних властивостей текстильних матеріалів, розробка способів визначення специфічних властивостей, викликаних особливостями умов експлуатації;
- конфекціювання матеріалів у виробі;
- виготовлення експериментальних зразків виробів, вивчення їх властивостей та, при необхідності, корегування структури (конструктивних місць розташування, складу і взаємного розташування) матеріалів;
- проведення випробувань експериментальних зразків виробів у реальних умовах експлуатації в шпиталях та визначення їх комфортності, надійності та інших показників якості, виявлення доцільності використання запропонованих функціональних структурних елементів.



Номенклатура споживчих властивостей і показників якості матеріалів для виробів шпитального призначення включає групові показники ергономічності, надійності в експлуатації (споживанні), естетичності, безпеки споживання.

На основі аналізу робіт, присвячених розробкам одягу для хворих та інвалідів, які знаходяться на лікувальні у медичних закладах, та консультацій з медичними працівниками Київського центрального військового шпиталю, можна виділити такі основні утилітарні функції шпитального одягу (Рис.2.3).



Рис. 2.3. Основні утилітарні функції шпитального одягу

Шпитальний одяг та білизна є необхідним елементом протиепідемічного режиму, який дозволяє ефективно попереджати поширення збудників інфекційних хвороб в процесі надання високотехнологічних видів медичної допомоги, насамперед, хірургічного характеру. Для виготовлення цих виробів повинні використовуватися матеріали, що мають достатні бар'єрні властивості для

проникнення мікроорганізмів (бактеріальна проникність не більше 3-5%), а також відповідають ряду вимог: повітропроникність, поєднання міцності і тонкощі матеріалу; стійкість на розрив; м'якість при торканні; приємний контакт з тілом і відсутність побічних ефектів (подразнення, потертості, попрілості, алергічні реакції та ін.), висока драпіруємість (здатність збиратися в складки). Матеріали повинні характеризуватись необхідною зносостійкістю і формостійкістю, гарантувати заданий термін експлуатації пошитих з них виробів, стабільність їх форми та розмірів при носінні, мати високоякісне пофарбування.

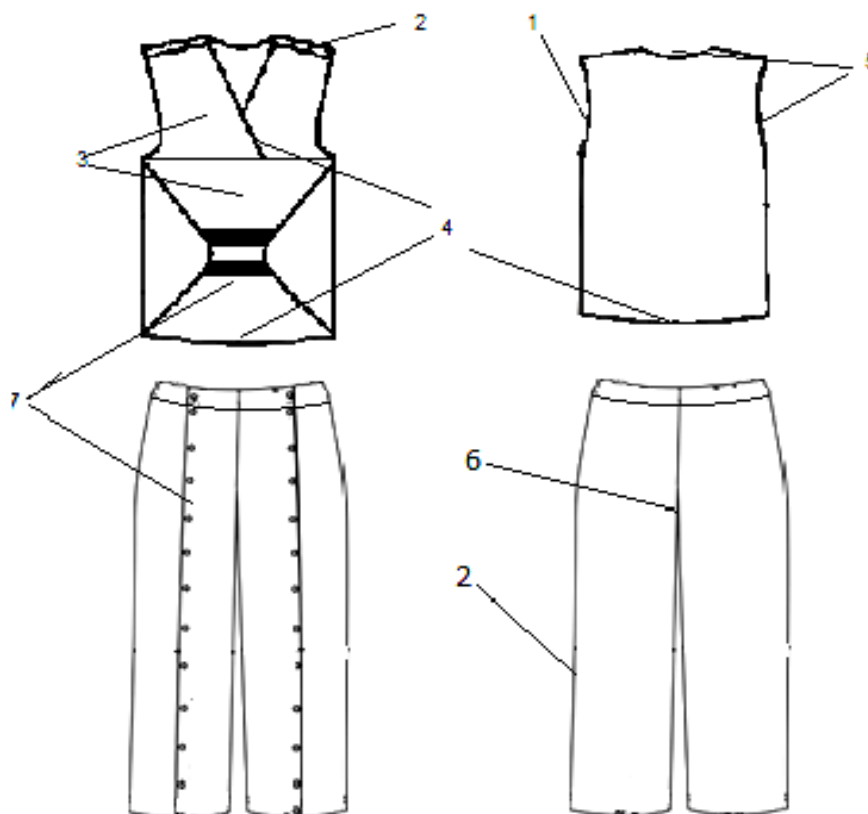
Зважаючи на довготривалий щоденний термін користування шпитального одягу, а також інтенсивність та частоту проведення його знезараження шляхом прання або стерилізації, для обґрунтованого вибору матеріалів також необхідно враховувати основні фактори зношування та його топографію – умовний розподіл на зони впливу факторів зносу, який дозволяє знайти найбільш небезпечні місця одягу конкретного призначення. Зношування є складним фізико-хімічним процесом, що залежить від багатьох факторів.

Усі фактори зношування умовно поділяються на п'ять груп: - механічні (розтягування, зминання, тертя по площі, тертя по згинах та ін.); фізико-хімічні (дія води, повітря, температури, поту та ін.); фізико-механічні (прання, прасування, тертя в мокрому стані та ін.); біологічні (руйнування під дією мікроорганізмів і комах); комбіновані. Зношування матеріалу в шпитальному одязі проходить нерівномірно, тобто одні ділянки зношуються швидше – інші повільніше. В результаті виріб втрачає товарний вигляд, стає непридатним до подальшої експлуатації, хоча більша частина його поверхні ще зберігає початкову якість.

Топографія зношування залежить від виду виробу, умов його експлуатації та індивідуальних особливостей поведінки людини. В першу чергу руйнуються ті ділянки, які піддаються інтенсивному впливу руйнуючих факторів, кількість яких, вид та характер взаємодії також визначаються в залежності від виду, конструкції виробу та умов його експлуатації. До критеріїв зношування текстильних матеріалів відносять погіршення механічних властивостей (міцності, пружності та

ін.), зменшення кондиційної маси, зменшення в'язкості розчину волокон, збільшення повітропроникності, водо- та пилопроникності та ін.

Проведений аналіз умов експлуатації комплекту шпитальної білизни дозволив виявити топографію та фактори зношування, основними серед яких є деформації розтягування, згинання, тертя по згинах та площині, дія поту, сечі та фізіологічних і лікарських речовин (Рис. 2.4).



**Рис. 2.4. Види факторів, які виникають в процесі експлуатації лікарняної білизни: 1 – розтягування; 2 - тертя по згинах; 3 - тертя по площині; 4 - згинання; 5 - дія поту; 6 - дія сечі, 7 – дія фізіологічних розчинів та лікувальних речовин**

Крім того, на властивості матеріалів шпитальної білизни значно впливає багаторазове прання, сушіння, прасування. Всі ці фактори мають бути враховані при виборі матеріалів для даного виду виробів.

В залежності від кожного виду дії факторів на матеріал виникають передумови відмови виробу (потертості, деформації, заломы, складки, зміна кольору пофарбування та інші), види яких представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

### Види відмов, які виникають в процесі експлуатації шпитальної білизни

Тип відмови	відмови	Причина виникнення	Вид системи
1	Утворення дірки, зміна фарбування, деформація, утворення заломів, складок	Систематична механічна дія;	Людина – одяг Людина-одяг-предмети
2	Зміна фарбування, зменшення міцності, забруднення	Систематична фізико-хімічна дія Комбіновані дії	Людина – одяг Людина-одяг-предмети
3	Прожог	Раптові хімічні, фізико-хімічні дії	Людина-одяг-предмети Людина-одяг-предмети-оточуюче середовище
4	Утворення зачіпок, утворення дірки (роздирання), розривання у шві	Раптові механічні дії	Людина-одяг-предмети Людина-одяг-предмети-оточуюче середовище
5	Відрив та пошкодження фурнітури	Систематичні або раптові механічні дії	Людина-одяг-предмети Людина-одяг-предмети-оточуюче середовище
6	Зміна фарбування, зменшення міцності, зміна лінійних розмірів після прання або стерилізації (автоклавування)	Комбіновані дії	Людина – одяг Людина-одяг-предмети

З урахуванням встановлених вимог та аналізу ситуації споживання нами було розроблено та виготовлено ряд моделей сучасного одягу для поранених та

шпитального одягу з гнучкою морфологічною структурою [3-6]. В конструкції одягу передбачено, що його не потрібно знімати для проведення медичних маніпуляцій, достатньо лише розстебнути текстильну застібку, блискавку або кнопку на потрібному місці, щоб провести огляд, взяти аналіз, поставити крапельницю або зробити ін'єкцію. Розроблені вироби пройшли досліdну експлуатацію в умовах діючих стаціонарних шпиталів (Додаток 2).



а)



б)

**Рис. 2.5. а) Розроблена колекція сучасного шпитального одягу, б) розйомні деталі післяопераційного жилету.**

Зовнішній вигляд розроблених моделей та особливості запропонованих конструкційних елементів представлені в додатку 1. Їх застосування передбачає легкість одягання та знімання виробів, полегшує доступ до різних ділянок тіла для накладення пов'язок, введення ін'єкцій і інших медичних маніпуляцій без зайвих травматизуючих впливів, для чого запропоновано використання застібок на магнітних кнопках та текстильної застібки «велкро». В конструкції штанів передбачена відсутність шва сидіння, що зменшує ризик виникнення натертостей, застібки для зручності виведено на передню частину. Деякі конструктивні нововведення, які дозволяють покращити ергономічні властивості шпитального одягу і забезпечують його більшу прилаштованість до особливостей умов експлуатації в шпиталі, відображені в отриманому нами патенті на корисну модель [5]. Так, в розробленій моделі післяопераційного жилету (Рис. 2.5,б), ця задача вирішується тим, що він містить перед та спинку, які з'єднані між собою з можливістю відстібання по одному плечовому шву, спинка по лінії бокових швів розширена у формі трикутників, що накладені на перед та з'єднані з ним за допомогою текстильної застібки «велкро». Перед і спинка додатково мають кокетку та з'єднані між собою з можливістю відстібання по додатковому плечовому шву. Виконання спинки по лінії бокових швів розширеною у формі трикутників, що накладені на перед та з'єднані з ним за допомогою застібки «велкро», виконання переду і спинки з кокеткою та з'єднання їх між собою з можливістю відстібання по обом плечовим швам, забезпечує покращення експлуатаційних властивостей шпитального одягу.

Виконання шпитального одягу з можливістю роз'єднання переду та спинки по плечових та бокових швах (одночасно або по черзі) дає можливість доступу до черевної частини тіла хворого, передньої області стегна, до правих та лівих стегнових судин, покращує доступ до бинтових пов'язок або при проведенні малоінвазивних процедур в області підребер'я. Достатньо зручно при такій конструкції шпитального одягу накладати електроди для дефібриляції шлуночків і, або виконання пункції порожнини перикарда.

Текстильна застібка «велкро» використовується для зручності знімання та кращого доступу до тіла пацієнта. Конструкція післяопераційного жилету забезпечує правильне його розташування на тілі пацієнта з урахуванням рухів і положення тіла під час оперативного лікування.

## **2.2. Вибір визначальних показників якості текстильних матеріалів для виробів шпитального призначення**

Визначення вимог до властивостей матеріалів та вибір номенклатури показників якості є найбільш важливим етапом у процесі конфекціювання. Завдяки контакту з тілом людини матеріали шпитального одягу мають безпосередній вплив на температуру, вологість шкіри та повітря під одягом, забезпечують комфортність, тому особливої значущості набуває відповідність вимогам до якості цих товарів. Найчастіше для аналізу показників якості матеріалів як кількісної характеристики однієї або кількох його властивостей, коефіцієнтів вагомості та визначення оптимальної номенклатури активно використовується експертний метод. Він є найбільш простим та зручним у порівнянні з іншими і дає можливість провести ретельний аналіз окремих показників. Експертний метод засновано на визначенні числових показників продукції на базі рішень, які приймає група спеціалістів-експертів. До переваг методу відноситься також і те, що експерт є найбільш близькою моделлю споживача.

Для проведення експертної оцінки показників якості матеріалів шпитальної білизни було сформовано експертну групу, що складалась з 10 експертів. До складу експертної групи увійшли фахівці, що мають досвід роботи з оцінки якості тканин медичного призначення - медичні працівники різних відділень Ірпенського військового шпиталю. Робота експертів полягала у виконанні двох самостійних, але взаємопов'язаних операцій - коригування (уточнення) номенклатури показників якості та визначення коефіцієнтів вагомості цих показників. Рангове оцінювання зводилось до визначення вагомості (значимості) кожного показника рангом. Найбільш важливий показник позначаюли рангом 1, а

найменш значимий - рангом  $R = n$ , де  $n$  - число обговорюваних показників. Обробка експертних оцінок складалась в оцінці ступеня узгодженості думок експертів і підрахунку звідних характеристик опитування групи експертів. Для оцінки погодженості думок експертів визначався коефіцієнт конкордації  $W$  (2.1). Коефіцієнт конкордації може приймати значення від 0 до 1, при цьому, чим ближче  $W$  до 1, тим вище узгодженість думок експертів, і навпаки.

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{\frac{1}{12} m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j} = 0,73 \quad (2.1)$$

де  $S_i = \sum_{j=1}^m R_{ji}$  - сума рангових оцінок експертів по кожному показнику;

$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i = 0,5m(n+1)$  - середня сума рангів для всіх показників.  $m$  - число

експертів;  $n$  - число показників;  $T_i = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^u (t_j^3 - t_j)$ , де  $u$  - число рангів з однаковими

оцінками  $j$ -го експерта, а  $t_j$  - число оцінок з однаковим рангом  $j$ -го експерта.

Оцінювали значимість  $W$  за критерієм  $\chi^2$

$$\chi^2 = Wm(n-1). \quad (2.2)$$

Оскільки  $\chi^2 > \chi_{табл}^2$ ,  $W$  значимий.

Визначаючи коефіцієнти вагомості, експерт порівнює між собою важливість різних показників якості, що входять в однорідну групу. Коефіцієнти вагомості кожного показника визначався за формулою (2.3.):

$$j_i = \frac{mn - S_i}{0,5mn(n-1)}. \quad (2.3)$$

Суттєво значимими вважалися показники, для яких  $j_i > \frac{1}{n}$ . Коефіцієнти вагомості суттєво значимих показників перераховували за формулою (2.4):



$$j_{i0} = \frac{j_i}{\sum j_i}, \quad (2.4)$$

де  $j_i$  – коефіцієнт вагомості суттєво значимих показників.

Проведене експертне оцінювання дозволило визначити суттєво значимі показники якості матеріалів для шпитального одягу. Отримані дані наведені в таблиці 2.1 та представлені на рис. 2.6.

Таблиця 2.1

**Істотно значимі показники якості матеріалів для шпитальної білизни**

№	Показники якості та їх розмірність	Коефіцієнт вагомості
1	Вологоємність, W, [%]	0,36
2	Коефіцієнт повітропроникності, $V_h$ [дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с]	0,27
3	Капілярність, мм	0,21
4	Час висихання, хв	0,16
		Сума 1,00



Рис. 2.6. Вагомість показників якості матеріалів для шпитальної білизни

### 2.3. Характеристика об'єктів та методів дослідження

Головним критерієм при виборі шпитальних виробів білизняного призначення є сировинний склад текстильного матеріалу. Згідно з еколого-гігієнічними вимогами, вони можуть виготовлятися з натуральної сировини та з додаванням хімічних волокон. Довгі роки шпитальна білизна традиційно виготовлялася з бавовняних, лляних, а пізніше - із змісових тканин. Відмінністю цих матеріалів є хороші гігієнічні властивості – висока гігроскопічність, капілярність, водовбиральна здатність. Вони досить міцні, витримують велике число циклів стерилізації. До недоліків можна віднести їх здатність до утворення великої кількості пилу в результаті тертя, який є джерелом забруднення та викликає алергічні реакції у хворих, а також рихлість структури, яка не обмежує обмін продуктів життєдіяльності людини між хворим та навколишнім середовищем. Поява на вітчизняному ринку текстилю з інноваційних видів волокон може значно розширити асортимент тканин для виготовлення лікарняної білизни. Особливу увагу привертають тканини, виготовлені з бамбука, волокон Тенсел, зважаючи на низку набутих властивостей, які позиціонуються виробниками цих матеріалів.

Дослідження показали, що матеріали з бамбука порівняно з традиційними бавовняними мають ряд переваг, а саме [8, 9] підвищену, завдяки пористій структурі волокон, гігроскопічність, антимікробні властивості, зумовлені наявністю природного компоненту “bamboo kun”, що запобігає розмноженню патогенних мікроорганізмів, високу м'якість, драпірувальність та інші цінні споживчі якості. До перспективних інноваційних матеріалів, які можуть використовуватися для білизняних виробів, можна також віднести тканини з волокна Тенсел (Tencel®), яке виготовляють з деревини евкаліпта. Ці матеріали характеризуються високою гігроскопічністю, міцністю, м'якістю, приємністю на дотик, бактеріостатичністю [10].

Поява на українському ринку тканин з бамбукових волокон і волокон Тенсел обумовлює актуальність визначення їх споживчих властивостей з метою розширення можливого асортименту матеріалів для шпитальної білизни.

Для порівняльного аналізу були використані декілька видів тканин і трикотажних полотен різного сировинного складу, що традиційно використовують для лікарняної натільної білизни, а також сучасних текстильних матеріалів, які на сьогодні виробляються та доступні на вітчизняному ринку. Характеристики структури досліджуваних матеріалів наведені в таблицях 2.2 – 2.4. Дослідження властивостей обраних матеріалів проводилося у лабораторних умовах, використовуючи стандартні та адаптовані методики, а також удосконалені існуючі методи та спеціально розроблені.

Таблиця 2.2

**Структурні характеристики досліджуваних тканин для натільної та постільної білизни**

Номер зразка	Переплетення	Вміст складників сировинного складу, [%]	Лінійна густина ниток, $T_f$ , [текс], основа/уток	Поверхнева густина, $M_s$ [г/м <sup>2</sup> ]	Товщина, [мм]	Число ниток на 100 мм $P_o/P_y$	Поверхнєве заповнення, $E_s$ [%]	Поверхнєва пористість, $R_s$ [%]
1	Полотняне	Бамбук – 100	16,2/17,2	114	0,20	350/320	74	26
2	Полотняне	Тенсел – 100	20/19,3	154	0,23	470/290	89	11
3	Полотняне	Льон – 100	42,4/30	148	0,41	210/220	76	24
4	Полотняне	Бавовна – 100	20,0/26,3	110	0,20	300/200	75	25
5	Полотняне	Бавовна – 50, ВПЕ – 50	15,3/20,0	80	0,19	300/200	65	35
6	Сатинове	Бамбук – 100	13,3/18,1	147	0,21	500/350	98	2

Підготовка проб до випробувань проводили у відповідності до ГОСТ 10681–75 [11]. Поверхнева густина, число ниток по основі та по утку на 100 мм для визначалися за ГОСТ 3811–72 (ИСО 3932–76, ИСО 3933–76, ИСО 3801–77) [12], число петельних рядків та стовпчиків на 100 мм для трикотажних полотен – за ГОСТ 8846–87 [13], товщина полотен досліджувалася при тиску 200 Па згідно ДСТУ ISO 5084:2004 [14]. За методиками ДСТУ ГОСТ 3816:2009 (ИСО 811–81) [15] визначалися показники: гігроскопічність, %, вологоємність, %, вологовіддача, %. За методикою [16] розраховувалися значення поверхневого заповнення  $E_s$  та наскрізної пористості  $R_s$  ;

$$E_s = d_o P_o + d_y P_y - 0,01 d_o P_o d_y P_y, [\%] \quad (2.4)$$

де  $P_o, P_y$  – кількість ниток на 100мм по основі та утку;  $d_o, d_y$  – діаметр ниток основи і утку, визначений розрахунковим методом:

$$d_{розр} = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\rho_n}} \quad (2.5)$$

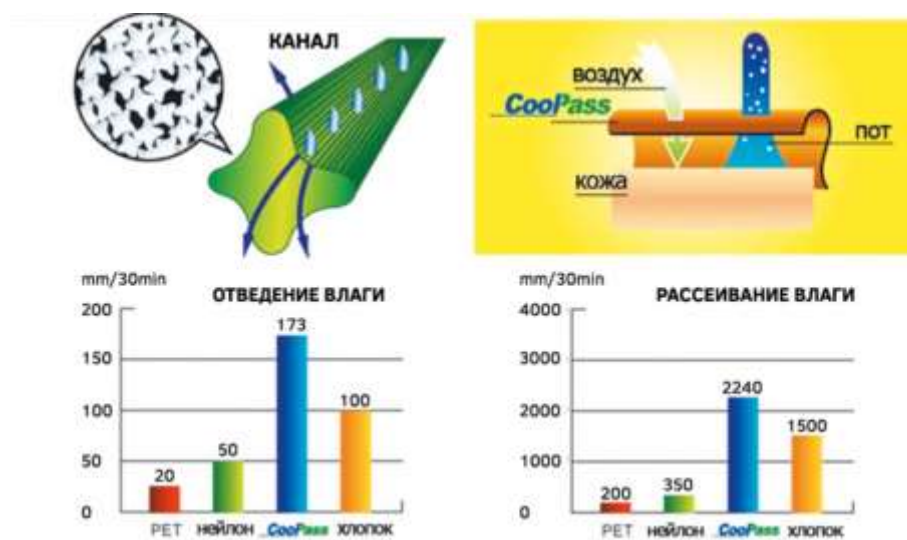
де  $T$  – лінійна густина ниток, Текс;  $\rho_n$  – об'ємна маса ниток, мг/мм<sup>3</sup>.

Для функціональних вставок у визначених топографічних ділянках в натільній лікарняній білизні нами пропонується використовувати трикотажні полотна. Традиційно вважається, що найкращі гігієнічні властивості мають полотна, отримані із пряжі, виробленої із натуральних волокон. Між тим, за останнє десятиріччя різними фірмами-виробниками були створені різні види інноваційного трикотажу на базі синтетичних волокон, які за рахунок наданої специфічної структури забезпечують не гірші, а в багатьох випадках, і кращі вологопровідні властивості [17-21]. Це досягається використанням ультратонких волокон (microfiber), зміною форми поперечного перерізу волокон та іншими технологічними прийомами, за допомогою яких значно підвищуються капілярні властивості.

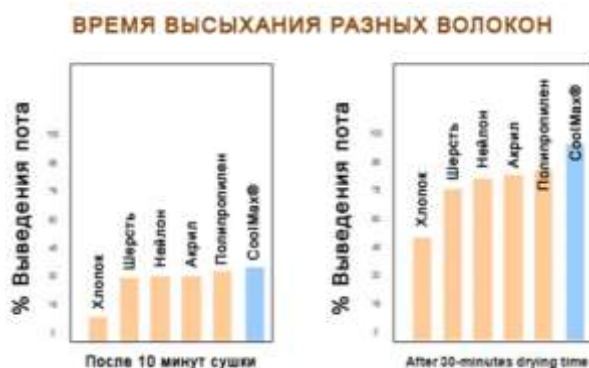
До таких матеріалів відносяться трикотажні полотна на базі волокон Coolpass, CoolMax®, які зараз відносять до мультифункціональних. Обидва види

цих високотехнологічних трикотажних полотен, які широко представлені на вітчизняному ринку, виготовляються зі спеціально сконструйованого поліефірного волокна, що має значно більшу площу поверхні, ніж традиційні волокна з круглим поперечним перерізом.

Волокна є гідрофобними і не вбирають вологу, але за рахунок модифікації поперечного перерізу (найчастіше, вони мають Х-подібну форму), площа їх поверхні збільшується в декілька разів, що разом із наявністю зовнішніх каналів сприяє швидкому транспорту поту від шкіри (рис.2.8). Повітря вільно проходить через канали і створює ефект «прискореного сушіння».



а)



б)

**Рис. 2.8. а) Схема выведения пота волокнами Coolpass, в) скорость высыхания разных видов волокон**

Найчастіше трикотажні полотна з волокон Coolpass і CoolMax® виготовляють прес-футерованими переплетеннями. Вироби з них м'які на дотик, зручні і комфортні в експлуатації, забезпечують приємне відчуття прохолоди у спеку, не прилипають до тіла, формостійкі, не вбирають запах поту. Такі властивості є дуже цінними для виробів, призначених для хворих, які знаходяться на лікуванні у стаціонарних медичних закладах.











Для проведення порівняльного аналізу гігієнічних властивостей деяких видів інноваційних трикотажних полотен обрано 5 зразків полотен комбінованого переплетення типу «піке» різного сировинного складу. Синтетичні волокна, які використані при їх виробництві, є ультратонкими, з високими капілярним властивостями. В усіх зразках, крім №2, футеровані нитки складаються із синтетичних гідрофобних волокон (поліамідних в зразку №1 та поліпропіленових – в зразках №3-5), ґрунтові нитки складаються із 100% бавовняних волокон. Характеристики структури та мікрофотографії лицьової і зворотної сторін полотен наведені в табл. 2.3.

Як свідчать наведені мікрофотографії, фактури лицьового та зворотного боків трикотажних полотен суттєво відрізняються, причому функціональні гідрофобні мікрволокна виведені для транспортування вологи саме на зворотній бік.

Крім натільного одягу та постільної білизни в сучасних шпиталях широко використовуються допоміжні текстильні засоби одно- та багаторазового використання. До допоміжних текстильних виробів шпитального призначення відносяться такі, що призначені для переміщення та транспортування нерухомих важкохворих (ковзаючи простирадла, фіксуючі ремені, пояси для пересаджування). На жаль, практично всі вони – продукція іноземного виробництва, ціна якої є доволі високою для вітчизняного виробника.

Таблиця 2.3

### Характеристики структури трикотажних полотен

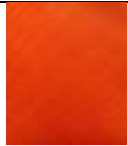



№ зразка	Вміст складників сировинного складу, %, країна - виробник	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	Товщина, мм	Фото лицеві сторони	Фото зворотної сторони
1	Бавовна – 87, ВПА – 13, Китай	158,0	0,58		
2	Волокна Coolpass Китай	210,0	0,74		
3	Бавовна – 87, ВПП – 13, Україна	164,0	0,56		
4	Бавовна – 87, ВПП – 13, Хорватія	184,0	0,64		
5	Бавовна – 87, ВПП – 13, Словакія	167,0	0,61		

Конфекціювання матеріалів на такі вироби проводиться, в основному, на інтуїтивному рівні, шляхом забезпечення в якості основної вимоги високі значення міцності. Між тим, їх функціональні властивості багато в чому визначаються необхідним ступенем гладкості або шорсткості поверхні. Висока гладкість забезпечує вільний рух полотнин в простирадлах для переміщення нерухомих хворих, а в виробах для фіксації тіла хворого, навпаки, поверхня має бути шорсткуватою, такою, що перешкоджає ковзанню.

Для таких допоміжних текстильних виробів на Черкаському шовковому комбінаті були спеціально виготовлені декілька дослідних зразків тканин (Табл.2.4), які за рахунок використання різного виду сировини та переплетення мають структуру поверхні, необхідну для кожного із видів пристосувань.

Таблиця 2.4.

### Структурні характеристики тканин для допоміжних текстильних виробів

№ зразка	Вміст складників сировинного складу, [%]	Артикул тканини	Фото тканин	Поверх нева густина Ms ,г/м <sup>2</sup>	Переплетення	Товщина, мм	Кількість ниток на 100 мм		Структура пряди	
							по основі	по УТКУ	по основі	по УТКУ
1	НПА – 100	56321П-У		102	Саржа 2/1	0,22	370	360	НПА, 15,6 текс, 200 кр/м	
2	НПА – 100	56321ф П-У		108	Саржа 2/1	0,21	380	390	НПА, 15,6 текс, 200 кр/м	
3	НПА – 100	56260П-У		235	Полотняне	0,49	280	180	НПА, 58,0 текс (29*2сл), 200 кр/м	
4	Бавовна – 100	6700 (б)-У		278	Полотняне	0,54	350	190	50,0 текс	46,0 текс *3



Проведений аналіз особливостей вимог до матеріалів виробів шпитального призначення засвідчив, що поряд із визначенням матеріалознавчих характеристик матеріалів за стандартизованими методиками, для їх науково обґрунтованого вибору необхідно використовувати альтернативні методики, які враховують специфіку експлуатаційної ситуації.

В якості таких методик нами запропоновано і використано в роботі визначення вологоємності матеріалів виробів для лежачих хворих - вологоємність, визначена під дією тиску тіла лежачої людини, кінетика висушування зволоженого матеріалу при температурі поверхні тіла людини, показники запилення та очищення поверхні матеріалу, тангенційний опір для зволжених стандартним «розчином поту» тканин. Детальний опис розроблених методик наведено у відповідних розділах дисертаційної роботи.

## Висновки по розділу 2

1. На підставі аналізу особливостей вимог та умов експлуатації розроблено алгоритм конфекціювання матеріалів для виготовлення текстильних виробів для пацієнтів в стаціонарних лікувальних закладах.

2. Розроблено топографію розташування спеціальних функціональних вставок із заданими властивостями в місцях, які для створення комфортної експлуатації потребують підвищеного вологопоглинання, виведення зайвої пароподібної вологи і тепла, вентиляції та швидкого висихання, підвищеної гладкості або навпаки, шорсткості поверхні матеріалу, відповідних амортизаційних характеристик та ін.

3. З метою формування вимог до одягу для пацієнтів стаціонарних медичних закладів і текстильних матеріалів для їх виготовлення проведено аналіз особливості взаємодій в системі «шпитальний одяг – людина – оточуюче середовище», виявлено топографію та основні фактори зношування. Встановлено, що основними вимогами до сучасної шпитальної натільної та постільної білизни є покращені гігієнічні, ергономічні властивості та стійкість текстильних матеріалів до факторів зносу.

4. На основі проведеної експертної оцінки встановлено ієрархічну структуру та виявлено найбільш вагомі показники якості матеріалів для шпитальної білизни, до яких віднесені вологоємність,  $W$ , [%], коефіцієнт повітропроникності,  $B_p$  [дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>с], капілярність, [мм] та час висихання, [хв].

5. В якості об'єктів дослідження обрані традиційні та інноваційні тканини і трикотажні полотна, а також спеціально виготовлені тканини, наведено їх склад, визначено характеристики структури.

6. Проведений аналіз засвідчив, що поряд із визначенням матеріалознавчих характеристик матеріалів для матеріалів виробів шпитального призначення за стандартизованими методиками, для їх науково обґрунтованого вибору необхідно використовувати альтернативні методики, які враховують специфіку експлуатаційної ситуації.

## Список використаних джерел до розділу 2

1. Полушкін П. М., Гальченко Д. В. Основи загального та спеціального догляду за хворими з маніпуляційної технікою : посібник до вивчення курсу Дніпропетровськ: ДНУ, Ч. 1,2, 2014. 378 с.
2. Литвинова О. І., Мархай М. А., Супрун Н. П. Розробка нового асортименту шпитального одягу. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки*. 2015. № 6 (92). С. 206-211.
3. Супрун Н. П., Литвинова О. І., Кушнір О. В. Загальні аспекти розробки одягу для поранених : розділ в колективній монографії «Перспективні полімерні матеріали та технології». Київ : КНУТД, 2015. С. 287-290.
4. Супрун Н. П. Основні аспекти розробки сучасного шпитального одягу. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки*. 2017. № 4 (112). С. 124-129.
5. Супрун Н. П., Коврижко А. В., Іванов І. О. Шпитальний одяг. Патент № 123820U2017 заявл. 21.09.2017 р., опубл. 12.03.18.
6. Супрун Н. П. Адаптаційний одяг як складова універсального дизайну. *Міжвідомчий науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн»*. Вип.14. Київ : КНУБА. 2018. 264 с. (с.177-182).
7. Соловьев, А. Н. Кирюхин С. М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. Москва : *Легкая и пищевая промышленность*, 1984. 215 с.
8. Waite M. Sustainable Textiles: the Role of Bamboo and a Comparison of Bamboo Textile properties (Part II). *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*. 2010. V.6. №3. P.1-22.
9. Nayak L., Mishra S. Prospect of bamboo as a renewable textile fiber, historical overview, labeling, controversies and regulation. *Fashion and Textiles*. 2016. № 2. P.17-23.
10. Firgo H., Schuster K., Suchomel F., Männer J., Burrow T., Abu-Rous M. The functional properties of TENCEL® - a current update. *Lenzinger Berichte*. 2006. V. 85. P. 22-30.

11. ГОСТ 10681–75 Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения. Москва, 1978. 8 с.
12. ГОСТ 3811–72 (ИСО 3932–76, ИСО 3933–76, ИСО 3801–77) Матеріали текстильні. Тканини, неткані полотна і штучні вироби. Методи визначення лінійних розмірів, лінійної і поверхневої щільностей. Москва, 1973. 24 с.
13. ГОСТ 8846–87 Полотна и изделия трикотажные. Методы определения линейных размеров, перекоса, числа петельных рядов и петельных столбиков и длины нити в петле. Москва, 1973. 19 с.
14. ДСТУ ISO 5084:2004. (ISO 5084:1996. IDT) Матеріали текстильні. Визначення товщини текстильних матеріалів та текстильних виробів. Київ, 2005. 5 с.
15. ДСТУ ГОСТ 3816:2009 (ИСО 811–81). Полотна текстильні. Методи визначення гігроскопічних і водовідштовхувальних властивостей. Київ, 2009. 13 с.
16. Бузов Б. А. Алыменкова Н. Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейного производства) : учебник для студ. высш. учеб. заведений, 3-е изд. Москва : Издательский центр «Академия», 2008. 448 с.
17. Jhanji Y., Gupta D., Kothari V. Moisture management properties of plated knit structures with varying fiber types. *The Journal of Textile Institute*. 2014. P. 663-673.
18. Wang F., Zhou X., Wang S. Development Processes and Property Measurements of Moisture Absorption and Quick Dry Fabrics. *Fibres & textiles in Eastern Europe*. 2009. V. 17, №.2 (73). P. 46-49.
19. Jhanji Y., Gupta D., Kothari V. Moisture management properties of plated knitted structures with varying fiber types. *The Journal of the Textile Institute*. 2015. 106(6), P. 663-673.
20. Azeem M. Boughattas A., Wiener J., Havelka A. Mechanism of liquid water transport in fabrics. *Vlákna a textil (Fibres and Textiles)*. 2017. 24(2). P. 58-65.
21. Shobanasree P., Vibha G., Lavanya M. An Overview on the Influence of Fabric Structural Parameters in Sports Intimate Apparels: *International Conference on Information Engineering, Management and Security*. 2016. V.01. P. 28-32.

### РОЗДІЛ 3.

## КОНФЕКЦІЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ЛІКАРНЯНОЇ НАТІЛЬНОЇ ТА ПОСТІЛЬНОЇ БІЛИЗНИ З УРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИМОГ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СИТУАЦІЇ СПОЖИВАННЯ

### 3.1. Порівняльний аналіз гігієнічних властивостей традиційних та інноваційних матеріалів для лікарняної білизни

Використання лікарняної натільної та постільної білизни є обов'язковим в стаціонарних лікувальних закладах і призначене для забезпечення санітарно-гігієнічного і протиепідемічного режимів та попередження розповсюдження внутрішньолікарняних інфекцій [1]. Конфекціювання матеріалів для виготовлення цих виробів об'єднує в собі рішення медичних, гігієнічних, технічних і соціальних задач [2-13] і представляє складний комплексний процес. Перш за все, такі матеріали мають забезпечувати нормальне функціонування організму - вільно поглинати та відводити рідку та пароподібну вологу з поверхні тіла, захищати організм від охолодження, перегрівання та забруднення, очищати шкіру від поту та жиру. Також вони мають бути стійкими до багаторазового прання, витирання, механічних деформацій, бути легкими, м'якими на дотик, не містити токсичних і алергічних речовин. Важливим фактором є ціна, що визначає доступність шпитального одягу для широкого кола споживачів.

З урахуванням особливостей умов експлуатації та основних функцій натільного та постільного лікарняного одягу нами проведено визначення впливу особливостей сировинного складу і структури тканин, які традиційно використовуються для швейних виробів медичного призначення та інноваційних тканин, які можуть бути запропоновані для розширення цього асортименту, на їх гігієнічні властивості. Характеристику досліджуваних тканин, які розрізнялися за сировинним складом і структурою, наведені в розділі 2.

Гігієнічність виробів, які безпосередньо контактують з тілом людини, визначається їх можливістю забезпечити евакуацію з підодягового простору

продуктів життєдіяльності організму, тому однією з найважливіших функцій текстильних матеріалів лікарняного одягу та постільної білизни є їх здатність бути проникними для речовин, що перебувають у газоподібному та рідкому стані. Повітропроникність є важливою характеристикою гігієнічних властивостей текстильних матеріалів. Цей показник в значній мірі визначає параметри мікроклімату (температуру, вологість, концентрацію вуглекислого газу у під одяговому просторі), від яких залежать процеси теплообміну людини та її самопочуття. На повітропроникність тканин впливають різні чинники (щільність ткацтва, характер розподілу волокон у тканині, вид переплетення тканини, скрученість ниток, геометричні характеристики волокон та ін.), що так чи інакше визначають наскрізну пористість.

Найбільш поширеним в теоретичних роботах з текстильного матеріалознавства є визначення пористого середовища як деякої комбінації твердої (тобто, непроникною для рідини або газу) матриці (її іноді називають «скелетом») і великого числа малих пустот, тобто, власне, пор. Однак слід зазначити, що таке визначення не є єдино можливим [14]. Двома характерними параметрами такого пористого середовища служать також безрозмірна пористість  $\Pi$  і питома внутрішня поверхня  $S$ , що має розмірність зворотної довжини [ $\text{м}^{-1}$ ]. Перша з них є відношення сумарного об'єму пор  $V_B$  до повного об'єму пористого середовища  $V$ , а друга - внутрішньої поверхні твердої матриці  $S_{\text{TM}}$  до цього ж об'єму  $V$ :

$$\Pi = V_B/V \quad (a); \quad S = S_{\text{TM}}/V \quad (б) \quad (3.1)$$

Виключаючи вказаний об'єм, можна ввести так званий характерний (тобто середній за об'ємом  $V$ ) розмір пор  $r$  [м] у вигляді двох співвідношень:

$$r = \Pi/S = V_B/S_{\text{TM}} \ll L \sim V^{1/3}, \quad (3.2.)$$

який передбачається набагато меншим, ніж характерний (також середній) лінійний розмір  $L$  [м] досліджуваного текстильного полотна який враховує його довжину  $l$ , ширину  $b$  і навіть товщину  $\delta$ . Хоча методи експериментальної оцінки пористості і питомої внутрішньої поверхні різних пористих середовищ розглянуті

давно і достатньо детально (напр., [15-17]), їх обмеження, апіорі, очевидні. Це, перш за все, неможливість точного вимірювання параметра внутрішньої поверхні  $S_{TM}$ , а також статичний зміст параметра сумарного об'єму макро- і мікропор  $V_B$ . Його неважко виміряти, наприклад, заповнивши матрицю водою з деякого фіксованого об'єму  $V_{H_2O}$  і, потім, порівнюючи «нетто і брутто», отримати дані для величини  $(V_B + V_{H_2O})$ . Однак здатність рідини (газу, пари) просочуватися через це пористе середовище з тією чи іншою швидкістю:  $u \approx L/t$  [мс<sup>-1</sup>], не може бути виміряна в подібному експерименті. Саме тому характеристика повітропроникності  $B_B = V_B/(A_{\perp}t)$ , [дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с)], що має розмірність швидкості [мс<sup>-1</sup>], становить важливу альтернативу статичному поняттю пористості ( $\Pi = V_B/V$ ). Цього висновку не змінює інше визначення питомої внутрішньої поверхні  $S'$ , що іноді використовується (замість  $S = S_{TM}V$ ) і його прямий наслідок (замість 3.2):

$$S' = S_{TM}V_B = 1/r \gg L^{-1} \sim V^{-1/3} \quad (3.3.)$$

Величина  $S_{TM}$ , як і характерний розмір пор  $r$ , залишаються, в такому випадку, погано визначеними параметрами. Недолік усередненого за об'ємом  $V$  характерного розміру  $L$  з (3.2, 3.3.) складається в неврахуванні однієї з найбільш істотних відмінностей текстильних полотен - наявності специфічного розміру - товщини  $\delta$  [мм]  $\ll l, b$ , що вимірюється, як правило, в міліметрах, і є набагато меншою двох інших лінійних розмірів:  $l$  і  $b$ . Щоб уникнути зазначеного обмеження, в сильних нерівностях з (3.2, 3.3.) треба врахувати, що їх більш коректним записом є оцінка лінійного розміру  $L$  за допомогою вимірюваної величини  $A_{\perp} = l \cdot b$ , тоді як для товщини  $\delta$  може бути виконано тільки звичайна нерівність при її порівнянні з характерним розміром пор  $r$ :

$$\perp r \ll A^{1/2} = l^{1/2}b^{1/2} \quad (a) \quad r \lesssim \delta (б). \quad (3.4.)$$

Значення коефіцієнту повітропроникності для досліджених зразків тканин (Табл. 3.1) корелюють з величинами поверхневого заповнення і, відповідно, наскрізної пористості. Найбільшу величину  $B_h$  має зразок бамбукової тканини №1 ( $R_s = 26$  %), найменшу – зразок №2 тканини із волокна Тенсел з високою щільністю ткацтва ( $R_s = 11$  %).

Таблиця 3.1.

## Гігієнічні властивості досліджуваних білизняних тканин

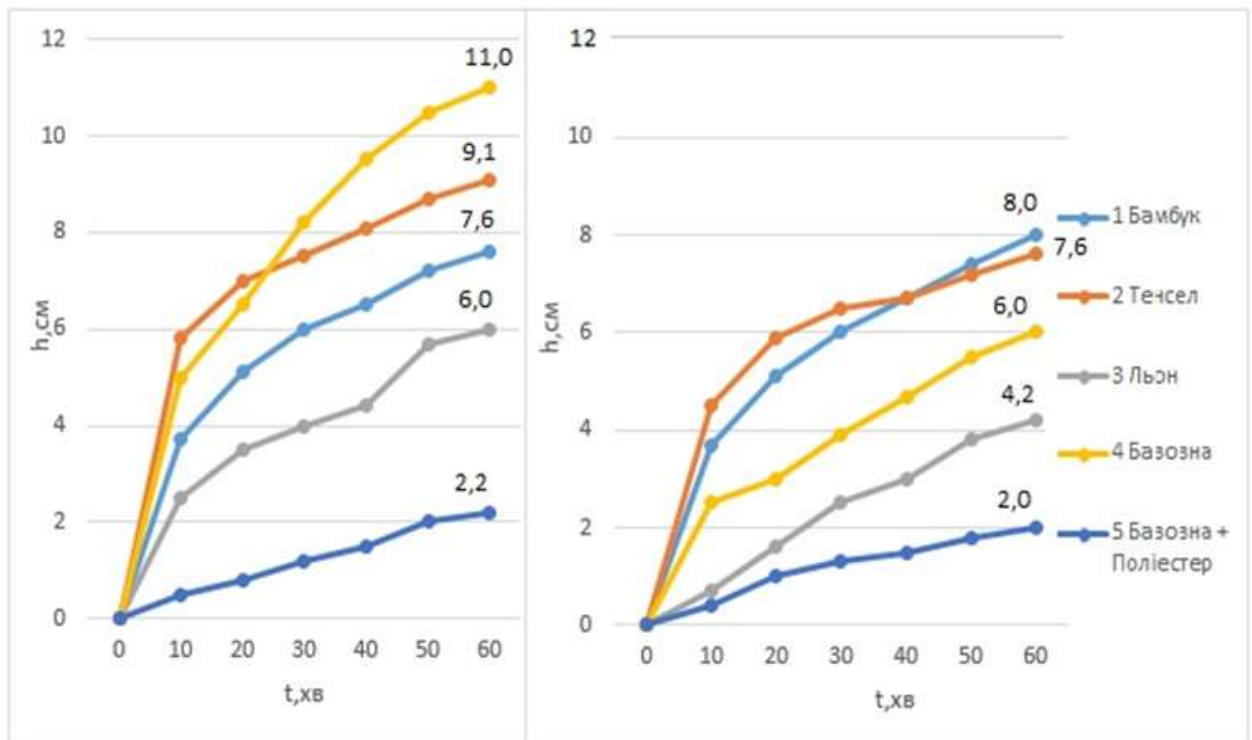
Номер	Вміст складників сировинного складу, [%]	Поверхнева пористість, %	Коефіцієнт повітропроникності, $B_h$ [дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с]	Вологоємність, $W$ , [%]	Вологоємність при горизонт. зволоженні, $W_T$ [%]	Площа розтікання краплі, $S$ , мм <sup>2</sup>
1	Бамбук - 100	26	629	200	169	940
2	Тенсел -100	11	300	87	88	1760
3	Льон - 100	24	492	113	109	80
4	Бавовна -100	25	567	104	105	1260
5	Бавовна -50, ВПЕ -50	23	321	80	68	314

Ключовим чинником забезпечення термофізіологічного комфорту при використанні лікарняної білизни є трансфер вологи тканиною, з якої вона виготовлена. Процеси поглинання, передачі та десорбції вологи зумовлюються особливостями сировинного складу та будови текстильного матеріалу. Завдяки внеску таких вчених як П.А. Колесніков, Р.Ф. Афанасьєва, Р.А. Делль, К.Г. Гущина існує глибоко опрацьована теорія оцінки гігієнічних показників якості різних видів одягу. Оцінка вологопровідності є вельми актуальним завданням в розробці моделі вологопереносу, прогнозуванні властивостей і виборі матеріалів для лікарняного одягу, що надасть можливість забезпечення необхідних показників комфортності виробу за рахунок регулювання сировинного складу і структурних показників.

Здатність текстильного матеріалу вбирати воду при безпосередньому контакті з рідким середовищем характеризується показниками капілярності і водопоглинання. Капілярність, яка визначається за стандартизованою методикою і оцінюється висотою  $h$  підйому рідини за одну годину в пробі, зануреною одним кінцем в рідину, характеризує процеси поглинання вологи повздовжніми



капілярами матеріалу. Отримані експериментальні значення (Рис.3.1) свідчать про те, що найбільше значення капілярності має бавовняна тканина (зразок № 4), найнижчі – і по основі, і по утку – змісова (зразок №5); у всіх досліджуваних зразків цей показник по основі вище, ніж по утку. Найшвидше, особливо в перші 20 хвилин, піднімається рідина, в бавовняній тканині та тканині із волокон Тенсел (по основі), дуже повільно проходить цей процес в змісовій тканині (Зразок №5).



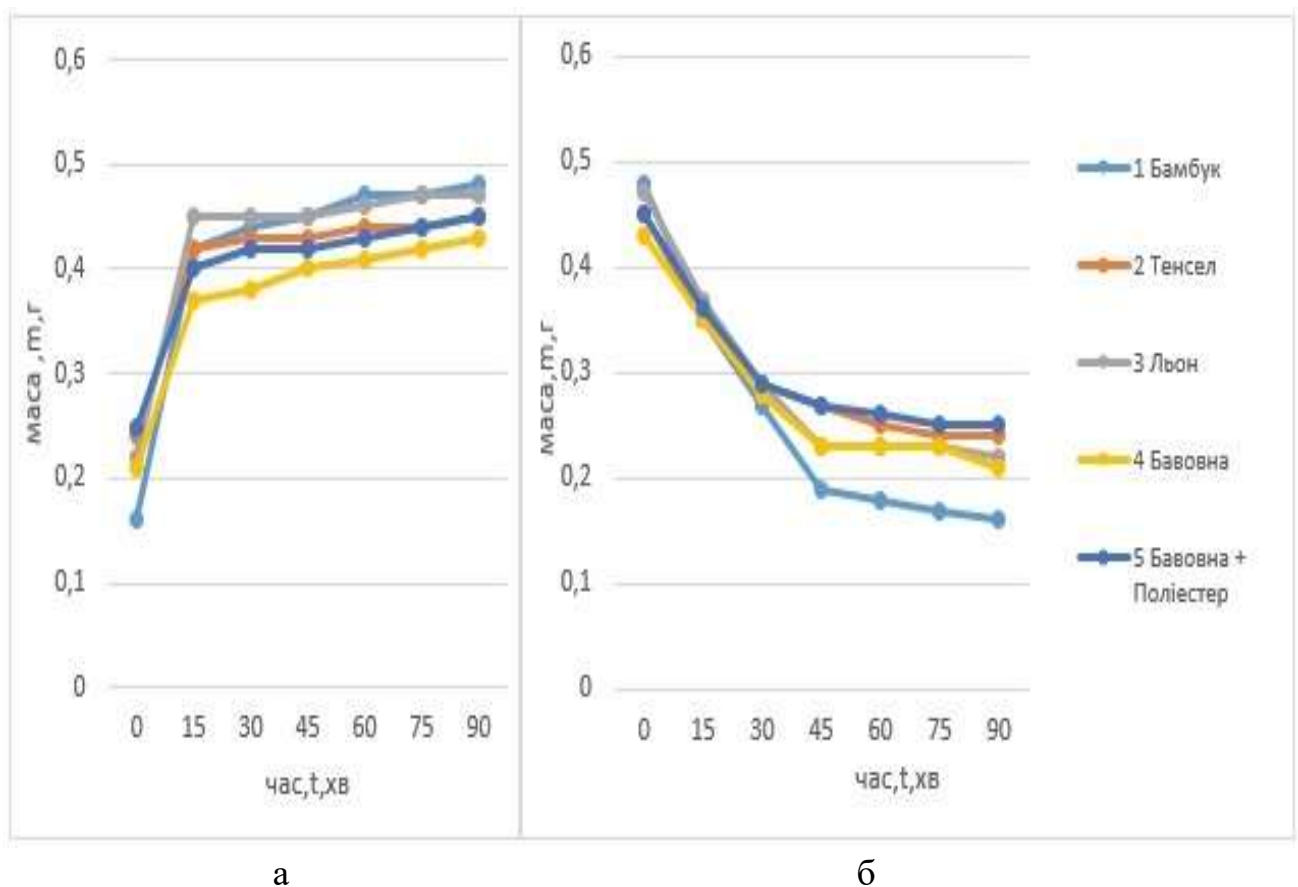
**Рис. 3.1. Графіки капілярності білизняних тканин різного сировинного складу: а) по основі, б) по утку**

В умовах потовиділення швидко вбирання вологи є найефективнішим процесом збереження відчуття комфорту. При використанні в одязі матеріалів з високими вологовбиральними властивостями піт з поверхні шкіри швидко розповсюджується по всій структурі тканині, що забезпечує відчуття сухості.

Показники вологосмності, визначені за стандартизованою методикою, для досліджуваних матеріалів доволі значно розрізняються (Табл.3.1) - здатність бамбукової тканини (зразок №1) утримувати в своїй структурі воду більше, ніж вдвічі перевищує цей показник у порівнянні з іншими зразками. Таку особливість,

на нашу думку, зумовлює унікальна будова бамбукових волокон, які мають рихлу структуру з наявністю значного об'єму пор [18-19]. При взаємодії з вологою зразок №1 волокна сорбують значну кількість води, відчутно збільшуються в поперечних розмірах, чому сприяє наявність досить великого об'єму наскрізних міжниткових пор. Слід зазначити, що вологоємність бамбукової тканини з набагато щільнішою структурою, яка виготовлена не полотняним, а сатиновим переплетенням (зразок № 6 із табл. 2.2.), є значно меншою і складає 68% [20], що підтверджує наше припущення. Найменшу вологоємність має змісова тканина (зразок №5).

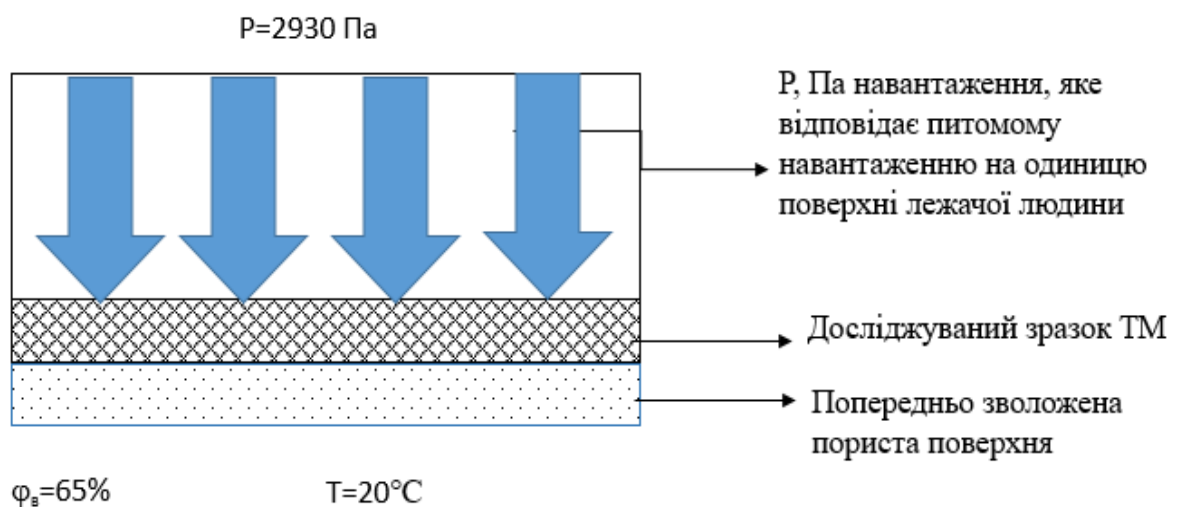
Для всіх зразків інтенсивний процес водопоглинання проходить, в основному, на перших хвилинах. Надалі рідина накопичується більш повільно і через півгодини майже для всіх зразків виходить на рівень максимального насичення, який практично вже не змінюється (Рис. 3.2.,а).



**Рис. 3.2. Зміна маси зразків білизняних тканин: при визначенні вологоємності (а), при висушуванні (б)**

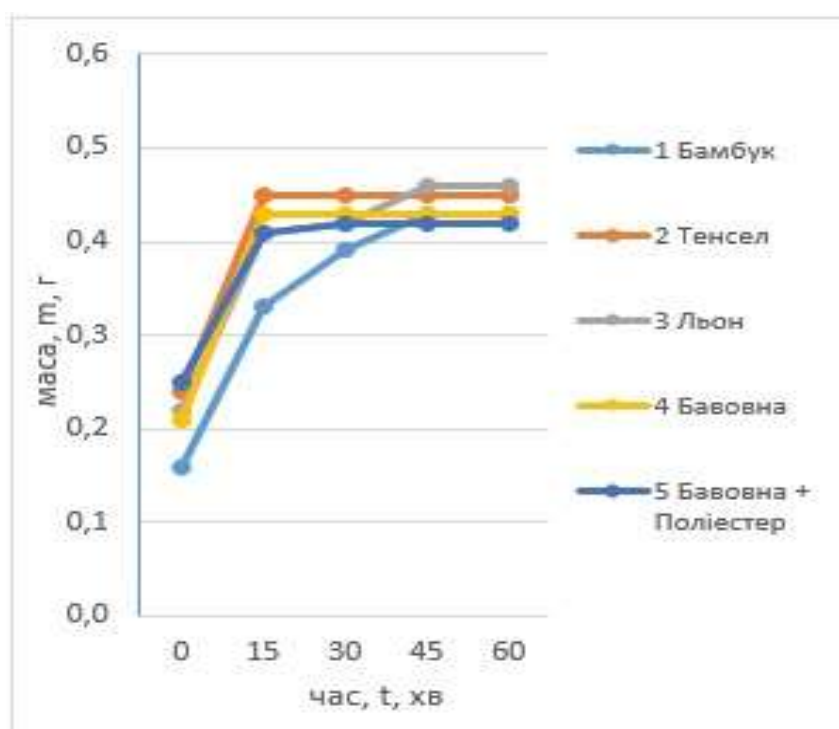
Для забезпечення комфортності, крім здатності матеріалів сорбувати рідку вологу, вагомим показником якості матеріалів є інтенсивність процесу вологовіддачі, яка визначається швидкістю висихання – чим вона вище, тим менше потрібно хворій людині витратити енергії на нагрівання і випаровування накопиченої вологи. Час висихання  $\tau_v$  [хв] для характеристики вологовіддачі визначали за кривими кінетики висихання проб матеріалів після дослідження вологопоглинання. Надлишок води з поверхні проби видаляли шляхом віджимання валиком проби, яка розміщала між трьома шарами фільтрувального паперу з обох боків. Потім проби висушувалися до досягнення постійної маси при температурі  $33^{\circ}\text{C}$ , яка відповідає температурі шкіри тіла людини; зважування проб за допомогою аналітичних вагів проводилось через кожні 10 хвилин. Криві кінетики висушування (Рис. 3.2.,б) свідчать про те, що найшвидше (за півгодини) висихає змісова тканина, для всіх інших процес висихання складає приблизно 45 хвилин.

Матеріали лікарняної натільної білизни лежачих хворих зволожуються, переважно, при горизонтальному контакті з джерелом зволоження (спітнілою шкірою), знаходячись під тиском тіла. З метою визначення показників водовбиральності в умовах, які імітують цей процес, нами були проведено наступні досліді (Рис.3.3).



**Рис. 3.3. Схема проведення дослідження**

На підложку із мікрофібри, рівномірно зволоженою до повного насичення структури, розташовану в чашці Петрі, поміщався зразок досліджуваної тканини, розміри якого відповідали діаметру ємності. Зверху через тонкий шар скляної прокладки, накладався вантаж. Величина вантажу розраховувалась, виходячи із даних, отриманих автором [21] при вимірюванні значення тиску, з яким тіло лежачої людини діє на предмети постільної білизни. Кількість води, що поглинається пробєю матеріалу, фіксувалася в часі за допомогою аналітичних вагів через кожні 5 хвилин. Різниця мас сухого та зволоженого матеріалу для кожного кроку вимірювань дозволила судити про динамічну характеристику вологопоглинання досліджуваного матеріалу. Відмінності вимірювань ніде не перевищували  $\pm 3$  одиниці у другій значущій цифрі після коми, що визначає рівень точності отриманих даних.



**Рис. 3.4. Експериментальні криві кінетики вологопоглинання білизняних тканин, що визначалась при дії вантажа**

Отримані в даних умовах дослідження криві кінетики вологопоглинання (Рис.3.4.) свідчать про те, що швидкість досягнення максимального вологонасичення в досліджуваних зразках тканин, у порівнянні із визначенням при зануренні їх у воду у вільному стані, збільшилась - час виходу на

максимальне вологонасичення складає до півгодини. Значення максимальної вологоємності  $W$  при даному способі зволоження для всіх зразків, крім №1, практично співпадають з тими, що визначені за стандартизованою методикою (Табл. 3.1.), тільки для бамбукової тканини вологоємність помітно зменшилась. Вочевидь, це може бути пов'язане з тим, що під дією тиску об'єм вільних пор в рихлих волокнах бамбуку значно зменшується.

В якості додаткового показника для оцінки здатності матеріалів до вологопоглинання при горизонтальному контакті з джерелом зволоження часто використовується показник «площа розтікання краплі [21,22]. Для досліджених тканин різного сировинного складу здатність до розподілу рідини порами, розташованими в горизонтальному положенні та під кутом відносно джерела зволоження, суттєво розрізняється (Табл.3.1.) Найбільшу площу розтікання краплі має зразок №2, достатньо велике значення  $S$  демонструє зразок бавовняної тканини (№4) і зовсім незначний ареал створюється після розповсюдження краплі в структурі лляної тканини.

Отримані дані щодо гігієнічних властивостей дають підставу обґрунтовано підійти до вибору тканин для різних деталей шпитального одягу. Так, наприклад, спинку післяопераційного жилету (Рис.2.5,б) доцільно виготовляти із бамбукової тканини, яка має найбільшу вологоємність, визначену під дією тиску (Зразок №1), високу капілярність як при вертикальному, так і при горизонтальному контакті з джерелом зволоження. Невисокі механічні характеристики цієї тканини (зумовлені дуже розрідженою структурою полотна) в даному випадку не будуть відігравати вирішальну роль, оскільки хворі знаходяться практично більшу частину доби у лежачому положенні. Для деталей верху післяопераційного жилету доцільніше використати змісову тканину (Зразок №5), оскільки на цих ділянках тіла не так багато потових залоз, є можливість регулювати тепловіддачу укриттям або розкриттям ковдри і вирішальну роль тут буде відігравати така характеристика, як швидкість висихання. Слід зазначити, що змісові бавовняно - поліестерові тканини відрізняються також легкістю і достатньою міцністю. Верхню частину пілочок, а також клапани доцільніше виготовити із лляної

тканини. Ці частини виробу будуть піддаватися частим механічним діям при розстібанні, на них мають міцно кріпитися текстильні застібки. Слід відзначити, що маючи неширокий ареал розтікання краплі, лляні тканини довше зберігатимуть привабливий естетичний вигляд при небажаному просочуванні фізіологічними рідинами або ліками.

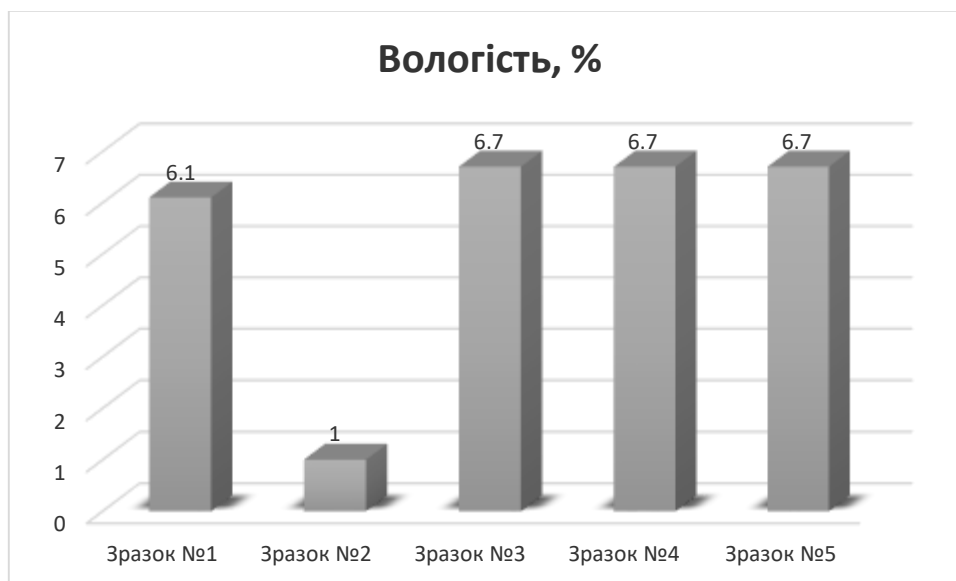
Таким чином, аналізуючи функціональні особливості деталей шпитальної білизни в різних топографічних зонах, можна підібрати целюлозовмісні тканини (а саме цей сировинний склад білизняних виробів є дозволеним зараз для використання в стаціонарних лікарняних закладах), сполучення властивостей яких забезпечить необхідні гігієнічні властивості.

Трикотажі полотна, які широко використовуються у білизняних виробках побутового призначення, і відрізняються комфортністю у користуванні, до асортименту вітчизняного лікарняного одягу на даний час не включені. Однією із причин цього, вочевидь, є проблеми із проведенням процесів дезінфекції та прання білизни у закладах охорони здоров'я в умовах діючих пралень, які вже давно налаштовані на існуючий асортимент виробів, а також із поширеною думкою щодо високої нестабільності розмірів трикотажних виробів після проведення волого-теплових обробок.

В розроблених нами конструкціях шпитального одягу інноваційні трикотажні полотна пропонується використовувати в якості функціональних вставок, що дозволить покращити мікроклімат підодягового простору та підвищити ергономічність виробів. Для порівняльного аналізу гігієнічних властивостей було обрано 5 видів трикотажних полотен комбінованого переплетення типу «піке» різних фірм-виробників (Таблиця 3.3). До сировинного складу полотен, крім бавовняних волокон, входять ультратонкі поліпропіленові або поліамідні волокна. Трикотажне полотно №2 виготовлене із волокон Coolpass.

Як свідчать отримані дані (Рис. 3.5, Табл.3.2), полотна із вмістом 87% бавовни та 13% ультратонких синтетичних волокон мають достатньо високу здатність до поглинання вологи із оточуючого середовища. Кондиційна вологість

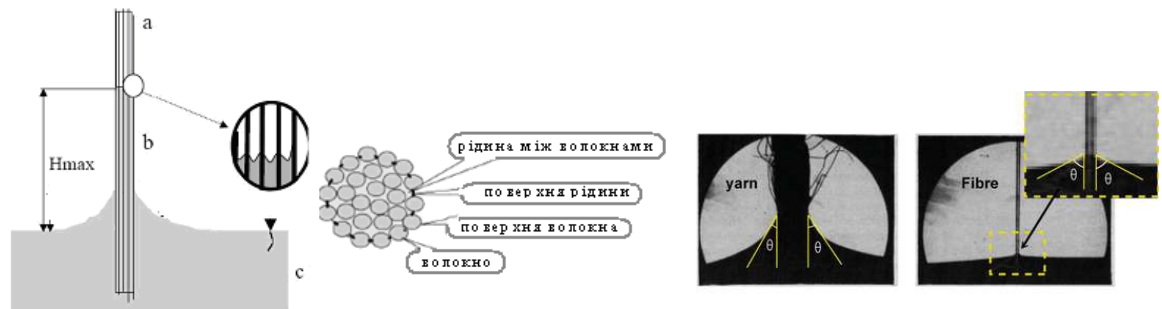
(визначена при витримуванні матеріалів упродовж 24 годин в нормальних кліматичних умовах) для всіх зразків, крім №2, практично однакова (Рис. 3.5).



**Рис 3.5. Результати визначення кондиційної вологості інноваційних трикотажних полотен**

Оскільки трикотажні полотна безпосередньо контактують з вологою на тілі людини під час експлуатації виробу, для оцінки їх здатності до вологопоглинання запропоновано використати показники капілярності. Капілярність є показником текстильних матеріалів, що визначає висоту підймання стандартизованої рідини за певний час під дією капілярних сил у прямовісно розташованій та зануреній одним кінцем на визначену глибину у цю рідину елементарної проби матеріалу або виробу. Показники капілярності є відображенням здатності матеріалів транспортувати вологу повздовжніми порами і значною мірою характеризують їх гігієнічність. Капілярні процеси в текстильних матеріалах, до складу яких входять ультратонкі волокна, фактично являють собою суммарний ефект капілярного проникнення рідини в простір між волокнами і між нитками. Схематично процес капілярного підйому рідини в таких полотнах можна представити у вигляді моделі (рис 3.6), запропонованої авторами [25]. До моделі включені такі параметри, як тонина волокна, кількість волокон в поперечному перерізі пучка і щільності їх пакування. Збільшення інтенсивності скручуваності ниток спочатку

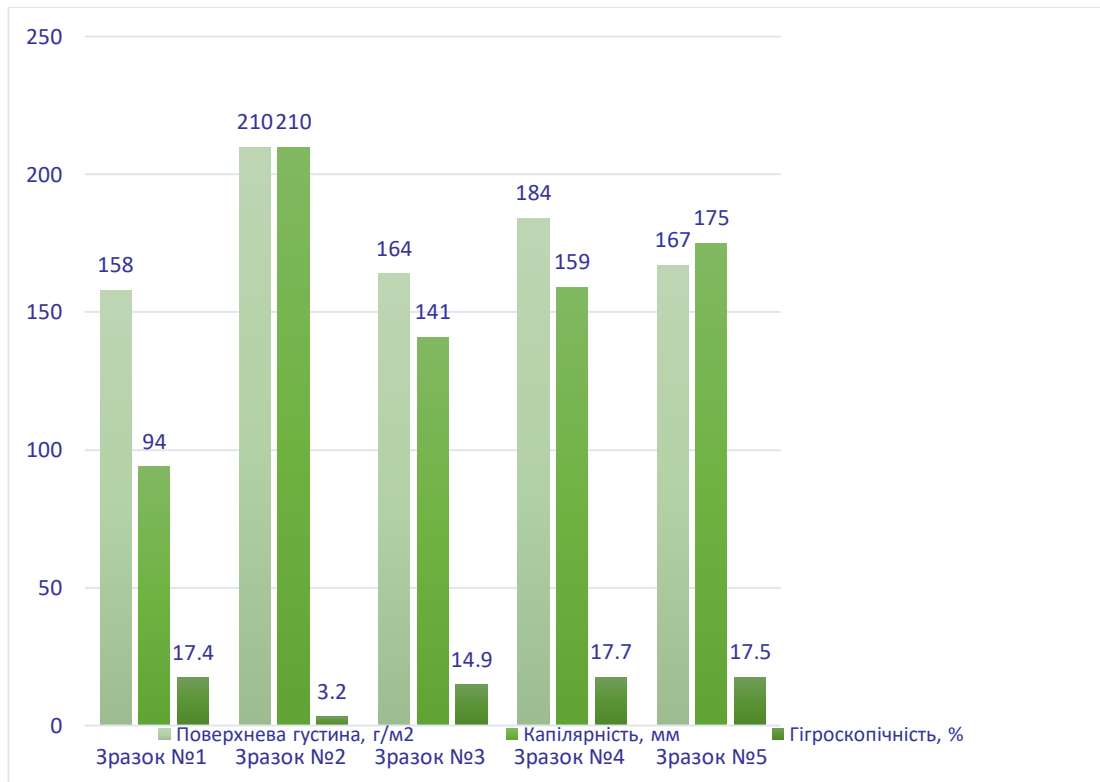
призводить до зближення волокон і утворення капілярів оптимального радіуса, що супроводжується підвищенням показника капілярності нитки до максимального значення. При подальшому збільшенні ступеню скручування зменшується кількість капілярів, з'являються щілиноподібні порожнини, що призводить до зниження капілярності. На капілярність матеріалів впливає і структура ниток.



**Рис.3.6. Модель капілярного підйому рідини за [25]: а) пучок волокон, сегмент без рідини; б) пучок волокон, сегмент з рідиною, де фіксується максимальне підняття рідини  $H_{max}$ ; с) рідина; д) фронт підняття рідини при контакті з волокнами при найбільшому значенні  $H_{max}$ .**

Найвищий показник капілярності серед досліджуваних полотен має зразок №2 (Рис.3.7), що, безумовно, пов'язано із специфічною структурою волокон Coolpass, з яких його виготовлено. Особлива асиметрична хрестоподібна структура волокон, збільшуючи площу поверхні приблизно на 20%, дозволяє досягати високого капілярного ефекту і швидко відводити вологу з поверхні тіла, відразу переносити її на зовнішню поверхню полотна для подальшого випаровування. Всі інші досліджені полотна також відрізняються високою здатністю до швидкого транспорту крапельно-рідкої води повздовжніми капілярами завдяки капілярним ефектам, зумовленим наявністю ультратонких гідрофобних мікрОВОЛОКОН. Звертають на себе увагу високі показники гігроскопічності (крім зразка №2) досліджуваних трикотажних полотен (Рис.3.7).

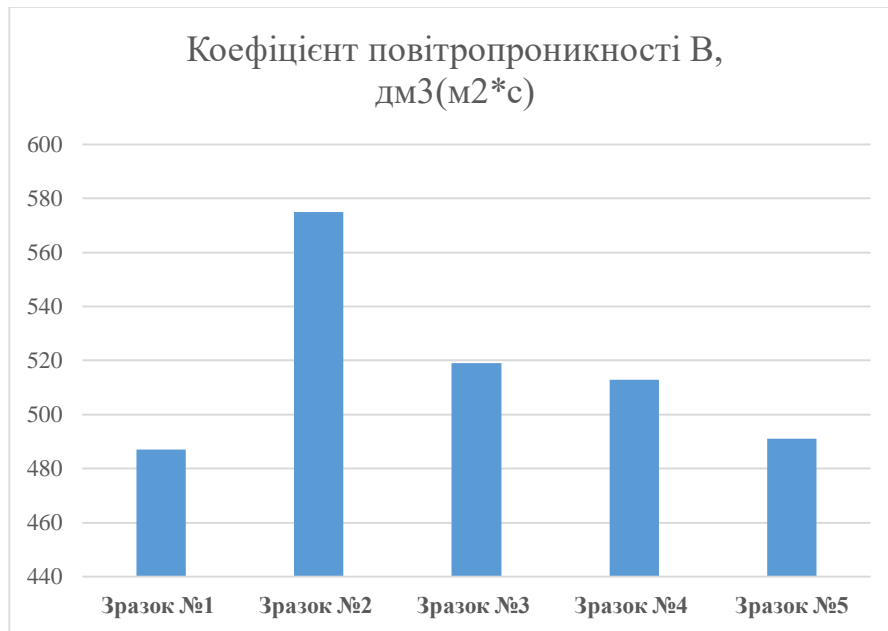




**Рис. 3.7. Результати визначення показників капілярності та гігроскопічності інноваційних трикотажних полотен комбінованого переплетення**

Гігієнічність матеріалів для шпитального одягу визначається їх можливістю забезпечити евакуацію з підодягового простору продуктів життєдіяльності організму людини. Тому однією з їх найважливіших функцій в одязі є здатність бути проникними для речовин, що перебувають у газоподібному стані. Аналіз отриманих значень коефіцієнту повітропроникності свідчить про те, що для всіх зразків, в рамках похибки досліду, він не дуже розрізняється і знаходиться в межах  $500 - 600 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$  (Рис. 3.8). Такі дані цілком узгоджуються із значеннями, отриманими авторами робіт, в яких вивчалися гігієнічні властивості трикотажних полотен аналогічної структури (напр., [23, 24]). Високі значення коефіцієнту повітропроникності свідчать про спроможність полотен забезпечити у виробі хороший масообмін між підодяговим простором і навколишнім середовищем, що зумовить комфортність при експлуатації. В найбільшому

ступеню ця властивість притаманна полотнам із волокна Coolpass завдяки розвиненій структурі спеціально сформованих каналів на їх поверхні.



**Рис. 3.8. Діаграми значень повітропроникності досліджуваних трикотажних полотен**

Яскраво проявляється наявність мікрволокон в структурі полотен також на їх здатності утримувати в своїй структурі вологу, а саме, на значеннях показника водопоглинання, величини якого у досліджуваних полотен мають високі значення і коливаються від 94 до 422%. Важливим представляється той факт, що, оскільки саме гідрофобні волокна виведені в полотнах на виворотній бік, який контактує із спітнілим тілом, навіть при значному намоканні білизняні вироби залишаються сухими на дотик із шкірою.

Для забезпечення комфортних умов експлуатації вологе повітря в пароподібному стані має безперервно відводитися з підодягового простору. У той же час, зворотний процес проникнення вологи з навколишнього простору під одяг є процесом небажаним, особливо при підвищених значеннях відносної вологості  $W_0$  і температури  $T_0$  зовнішніх умов. Ці аргументи прямо впливають на традиційний вибір передбачуваної термодинамічної сили, яка продавлює вологе повітря через пористу структуру текстильного полотна. В одних випадках допускається, що такою силою є градієнт парціального тиску  $(P_2 - P_1)/\delta$ , який

свідчить про наявність нерівності  $P_1 > P_2$  для потоку вологого повітря в напрямку  $1 \rightarrow 2$  (з підодягового середовища назовні). Дане припущення не завжди виконується на практиці і наявність, наприклад, супутнього градієнта температури може викликати термодифузію, а додатковий вплив конвективного руху повітря в зовнішньому його шарі  $L_2$ , що примикає до тканини, приводить навіть до термоконвекції. Аналогічна невизначеність в описі дифузії в тканинах є при використанні в якості іншої термодинамічної сили градієнта відносної вологості  $(W_2 - W_1) / \delta$ , вимірюваної в процентах по відношенню до щільності насиченої водяної пари при даних (зовнішніх)  $T_0$  і  $P_0$ . Коефіцієнти паропроникності трикотажних полотен, обраних для порівняльного аналізу, мало відрізняються один від одного і коливаються в межах 9,4 – 10,6 мг/см<sup>2</sup>\*год (Табл.3.2.). Трохи більшим є значення цього показника для зразка полотна №2.

Таблиця 3.2.

#### Гігієнічні показники якості досліджуваних трикотажних полотен

№ зразка	Сировинний склад	Гігро-скопичність, %	Водопоглинання, %	Час висихання, хв	Капілярність, мм	Коеф. повітропроникності, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·с)	Коеф. паропроникності, мг/см <sup>2</sup> ·год
1	Бавовна – 87%, ВПА - 13%	17,4	422	30	94	487	10,6
2	ПЕ - 100% (тип Coolpass)	3,2	287	15	210	575	11,6
3	Бавовна – 87, ВПП - 13%	4,9	341	30	141	519	9,4
4	Бавовна - 87%, ВПП - 13%	7,7	382	30	159	513	10,3
5	Бавовна - 87%, ВПП - 13%	7,5	351	30	175	491	9,8

Враховуючи специфіку використання досліджуваних матеріалів, вагомою складовою забезпечення комфортності виробів, де вони використовуються, є час

висихання. За цим показником, який визначався за кривими кінетики висихання проб до постійної маси при температурі  $= 36 \pm 2^{\circ}\text{C}$  (температура тіла людини), полотно, виготовлене із волокон Coolpass (зразок №2), вдвічі перевершує всі інші досліджувані в роботі матеріали, і складає до 15 хвилин.

Проведені дослідження засвідчили необхідний рівень гігієнічних властивостей трикотажних полотен, що дозволяє їх рекомендувати для виготовлення функціональних вставок в шпитальний одяг у визначених місцях. Доповнення показників, отриманих стандартизованими методами, які характеризують взаємодію матеріалів з рідкою вологою, методиками, адаптованими до особливостей умов використання виробів, більш повно характеризує гігієнічні властивості тканин для лікарняної натільної білизни з урахуванням особливостей умов експлуатації.

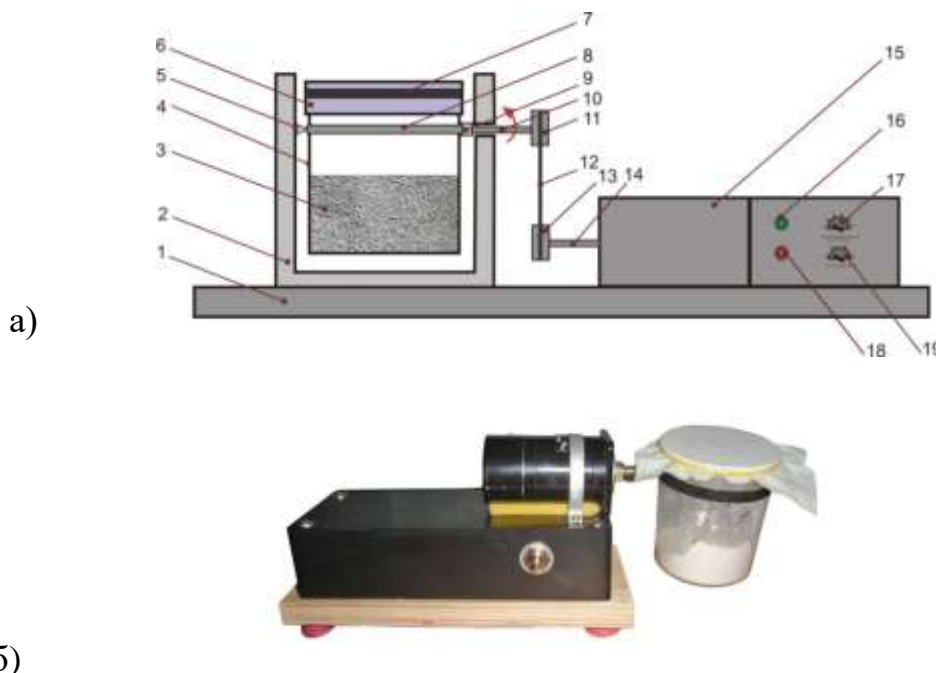
### **3.2. Визначення ступеню запиленості та здатності до очищення матеріалів шпитальної білизни**

Зважаючи на особливе значення підтримування чистоти при експлуатації білизни для лежачих хворих у стаціонарних лікувальних закладах, на наш погляд, важливими показниками їх якості може вважатися здатність до забруднення сухим пилом (запилення), а також легкість його видалення. Забрудненість – це здатність волокон, текстильних матеріалів та виробів з них поглинати з оточуючого середовища та утримувати різноманітні за хімічною природою та фізичною формою речовини. Забруднення осідають на текстильні вироби в наслідок контакту з навколишнім середовищем і людиною.

Під час експлуатації матеріали постільної білизни здатні утримувати на своїй поверхні велику кількість часток пилу, що призводить як до забруднення самих текстильних матеріалів, так і до підсилення запиленості повітряного простору навколо них. Ці забруднення, в залежності від їх складу, розміру часток, а також від природи волокнистих матеріалів, можуть утримуватися на волокнах за рахунок механічних, фізичних і хімічних сил - за рахунок їх механічного зчеплення з нерівномірними поверхнями волокон, внаслідок дифузії часток

розміром до 0,1мкм з повітря, осідання більш великих часток (1-2мкм), уловлювання з потоку повітря, електростатичного притягування часток розміром 0,2-0,5мкм. Забруднення виробів веде до погіршення їх гігієнічних властивостей, сприяє розмноженню хвороботворних мікробів, викликає появу плям, неприємного запаху, інтенсифікує процеси руйнування текстилю.

Відомо, що кількість пилу, яка затримується на текстильних матеріалах, неоднакова і залежить багато в чому від властивостей матеріалів – їх структури, пористості та ін. При збільшенні тривалості експлуатації текстильних виробів маса забруднень на ньому збільшується. Розподіл забруднень може бути рівномірним або нерівномірним. Забруднення, що розташовуються рівномірно по всьому виробу, називають загальними, а забруднення, що утворюють окремі плями – місцевими. Оскільки існуючі методики визначення здатності матеріалів забруднюватися пилом та очищатися від нього [26] не відображають реальних умов можливого запилення швейних виробів при експлуатації в медичних закладах, нами запропоновано провести порівняльний аналіз декількох видів білизняних тканин за цими показниками на пристроях [27,28], розроблених на кафедрі МЕТМ (Рис.3.9, 3.10).



**Рис. 3.9. Принципова схема (а) та зовнішній вигляд (б) пристрою для визначення ступеня запиленості текстильних матеріалів**

Методика роботи складається в наступному. Кожну пробу кладуть у окрему бюксу. Бюкси закривають кришками та зважують із похибкою не меншою ніж 0,01г. Широкогорлу скляну ємність (4) циліндричної форми, висотою  $h=120\text{мм}$ , діаметром  $\varnothing=60\text{ мм}$ , встановлюють у вертикальне положення та насипають суміш пилу (3) масою 200г. Ємність тримається у металевому кільці (8), яке закріплено на стойці (2) за допомогою конуса (5) та притиску (9). Прилад закріплено на жорсткій платформі (1). Ємність (4) накривають пробою текстильного матеріалу (6) та фіксують за допомогою фіксатора тканини (7). За допомогою регулятора 17 виставляють бажану швидкість роботи двигуна приладу: 5, 10, 15, 20, 25 або 30 обертів за хвилину. За допомогою регулятора 19 задають час роботи приладу: 1, 3, 5 або 10 хвилин. Вмикають прилад за допомогою кнопки зеленого кольору «пуск» (16). Після чого електродвигун (15), надає крутий рух осі (14), яка обертає проти годинникової стрілки махове колесо (13), та за допомогою ремінної передачі передає на махове колесо (11), яке, в свою чергу обертається за годинниковою стрілкою, та надає ємності (3) обертальний рух навколо своєї вісі за годинниковою стрілкою протягом 5 хвилин (або обраного часу). По закінченню зазначеного часу, прилад вимикається кнопкою «Стоп» червоного кольору. Після чого пробу обережно знімають, поміщають у бюкси та зважують із тією ж самою похибкою.

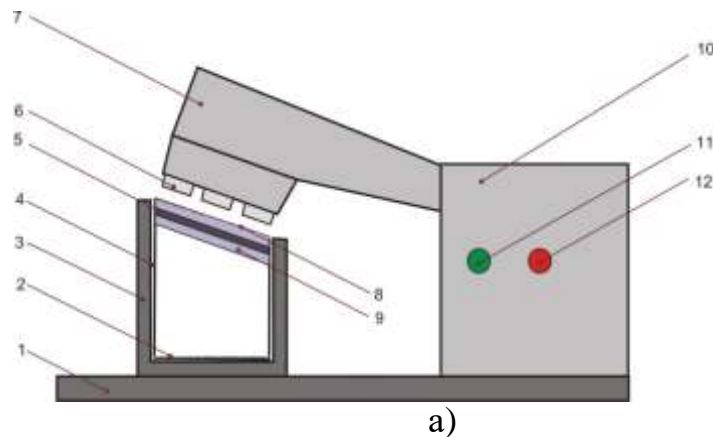
Коефіцієнт запилення ( $K_{зан}$ ) текстильних матеріалів розраховується за формулою:

$$K_{зан} = \frac{m_2 - m_1}{m_2} \cdot 100\%;$$

де  $K_{зан}$  – коефіцієнт запиленості, %,  $m_1$  – маса проби матеріалу, г;  $m_2$  – маса проби матеріалу після проведення експерименту по запиленню, г.

Після зважування запилених зразків для визначення коефіцієнта запиленості текстильних матеріалів проба (9) обережно надягається на скляну широкогорлу ємність (4) з нахилом «запиленим» боком (8) до середини ємності (4), та закріплюється металевим фіксатором (5). Ємність (4) ставлять у стійку (3), яку

закріплено на платформі (1) та щільно закривають. На стійці (3) під нахилом закріплено механізм (7), який під час роботи приладу імітує струшування зразка по всій робочій площині відповідно до реальних умов експлуатації за допомогою трьох гумових дисків (6). Вмикають прилад за допомогою кнопки зеленого кольору «пуск» (11), яка вмикає механізм (7). Гумові диски (6) по чергово б'ють по робочій площині проби та струшують «пил» у середину ємності (4) протягом 5 хвилин. По закінченню зазначеного часу, прилад вимикається кнопкою «Стоп» червоного кольору. Після чого пробу обережно знімають, поміщають у бюкси та зважують із тією ж самою похибкою.



**Рис. 3.10. Принципова схема (а) та зовнішній вигляд (б) пристрою для визначення здатності до очищення текстильних матеріалів**

Коефіцієнт очищення ( $K_{очищ}$ ) текстильних матеріалів розраховується за формулою:

$$K_{очищ} = \frac{m_3 - m_1}{m_1} \cdot 100\% \quad ,$$

де  $K_{очищ}$  – коефіцієнт очищення, %,

$m_3$  – маса проби після струшування пилу, г.

В якості пилу використовували суміш дрібнодисперсних речовин, склад якої максимально наближено до складу кімнатного пилу [28] Для проведення порівняльного аналізу здатності матеріалів до запилення та легкості видалення запилення нами було обрано 6 видів тканин білизняного асортименту (Табл. 3.3). Зважаючи на те, що в процесі експлуатації за рахунок підвищеного потовиділення хворих матеріали постільної і натільної білизни можуть значно зволожуватися, визначення проводилось як для повітряно-сухих, так і зволжених зразків.



№2

№3

№4

№5

№6

а - після нанесення пилу на сухі зразки



№2

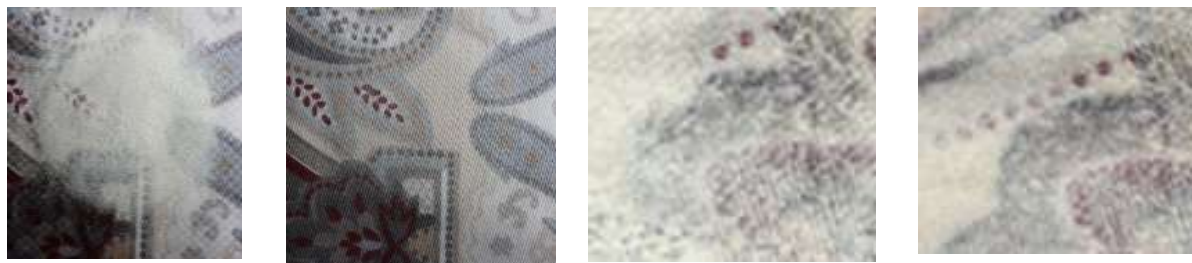
№3

№4

№5

№6

б - після проведення очищення сухих зразків



в – фото поверхні зволоженого запиленого зразка №6 (різна кратність збільшення)

**Рис.3.11. Фото поверхні тканин при визначенні показників запилення та очищення**



Отримані експериментальні дані, наведені на рис. 3.11., свідчать про те, що ступінь запилення та легкість очищення поверхні тканин залежать як від їх фактури, що визначається видом переплетення, завершальним оздобленням і щільністю ткацтва, так і від ступеню зволоження полотен (Табл 3.3.). Це дозволяє скласти рекомендації щодо вибору матеріалів для деяких деталей верху шпитального одягу, які в найбільшому ступені піддаються запиленню в процесі експлуатації.

Таблиця 3.3

**Результати визначення запиленості та очищення сухих і вологих  
тканин шпитальної білизни**

Зразок №	Вміст складників сировинного складу, [%]	Коефіцієнт запиленості, $K_{zap}$ , %				Коефіцієнт очищення, $K_{очищ}$ , %			
		дрібнодисперсний пил		крупнодисперсний пил		дрібнодисперсні		крупнодисперсні	
		сухих	вологих	сухих	вологих	сухих	вологих	сухих	вологих
1	Бавовна – 100	26	26	26	26	32	26	23	21
2	Бавовна – 100	35	46	46	46	21	32	26	32
3	Бавовна – 100	46	46	48	48	23	23	21	23
4	Бамбук – 100	62	62	62	62	26	21	32	26
5	Бавовна – 50 ПЕ – 50	48	62	48	62	32	26	21	32
6	Бавовна – 100	46	35	26	26	14	14	14	14

Аналіз отриманих даних (табл.3.3), показав, що за результатами визначення запилення тканин (як крупно- так і дрібнодисперсним пилом) та здатності до очищення з досліджених зразків, зразок тканини №1 є найкращим.

### 3.3. Порівняльний аналіз значень коефіцієнта тангенційного опору тканин для шпитальної білизни

Питаннями тактильного комфорту останнім часом всі більше займаються спеціалісти різних галузей, в тому числі, і виробники текстильної продукції. Тактильні відчуття — це відчуття доторку і тиску, вони є формою шкірної чутливості, зумовлені роботою двох видів рецепторів шкіри: нервових сплетінь, які оточують волосяні цибулини, і так званих тілець Мейснера у місцях шкіри, не покритих волоссям. Тактильні відчуття виникають внаслідок різного ступеня деформації шкіри. Медиками доведено, що дотик викликає ті ж нейронні, гормональні, м'язові і ментальні зміни, котрі в комбінації називаються емоціями. Легкий і приємний дотик до тіла людини стимулює діяльність центральної нервової системи та імунітету, знижує рівень стресу та психічної напруженості за рахунок збільшення синтезу гормону окситоцину. У свою чергу, окситоцин збільшує кількість гормонів задоволення серотоніну і дофаміну, а також знижує рівень кортизолу (гормону стресу). Неприємний дотик мозок сприймає як загрозу, і тоді у крові підвищується рівень гормонів стресу, що викликає природню реакцію тіла: тремтіння, стрибки настрою та кров'яного тиску, підвищення рівня цукру в крові, що несприятливо позначається на здоров'ї. Хворій людині притаманна найбільша гострота тактильної чутливості. Зважаючи на те, що у лежачих хворих більша частина тіла контактує з матеріалами натільної і постільної білизни, забезпечення мінімального подразнення для тактильного аналізатора можна досягти раціональним вибором фактури поверхні текстилю. Матеріали з грубою, шорсткою поверхнею, які мають схильність до утворення заломів та складок, подразнюють шкіру, сприяють виникненню натертостей. З іншого боку, занадто гладка поверхня постільної білизни може викликати великі незручності за рахунок ковзання, зумовлює прилипання матеріалу до тіла, особливо в разі зволоження за рахунок потовиділення.

Оцінка ступеню тактильного комфорту найчастіше проводиться за величиною тангенційного опору, який є непрямим показником ступеню контакту

двох поверхонь. Слід зазначити, що більшість тканин, які традиційно використовуються для вітчизняної лікарняної постільної білизни, мають нерівну, шершаву поверхню, мікрорельєф якої при зволоженні за рахунок потовбирання стає ще більш яскраво вираженим. Шорсткість поверхні матеріалу, який контактує з тілом людини, є вагомим фактором забезпечення тактильного комфорту.

В роботі нами визначався вплив зволоження матеріалів (що при експлуатації відбувається за рахунок вбирання поту), на зміну коефіцієнту тангенційного опору. Як відомо, цей показник відображає сили тертя та чіпкості, які виникають при переміщенні однієї поверхні по іншій. На нашу думку, він може також слугувати показником ступеню контакту двох поверхонь – шкіри тіла людини та матеріалу одягу. Для оцінки шорсткості досліджуваних тканин нами проведено порівняльний аналіз значень коефіцієнта тангенційного опору, а також визначено вплив зволоження матеріалів (здійсненого стандартним «розчином поту») на зміну цього показника.

При використанні методу похилої площини чим більшим є такий контакт, тим більшим має бути значення кута нахилу  $\alpha$ , при якому колодка починає рухатися по площині. Дослідження проведено з сухими і зволженими зразками при трьох варіантах взаємного розташування текстильних полотен на площині та колодці приладу: основа/основа (о/о); основа/уток (о/у) і уток/уток (у/у). Отримані експериментальні дані наведені в таблиці 3.4. Гладка поверхня бамбукової тканини має найменші значення коефіцієнта тангенційного опору при всіх варіантах взаємного розташування досліджуваних зразків, причому зволоження ці показники збільшують не дуже значно. Найбільшу зчеплюваність поверхонь при їх контакті і переміщенні в горизонтальній площині одна відносно іншої має зразок бавовняної тканини №4 полотняного переплетення достатньо невисокої щільності ткацтва. У результаті зволоження структура поверхні грубішає, що відображається у відчутному збільшенні показника кута нахилу похилої площини, при якому на ній починається рух колодки.

Таблиця 3.4.

**Значення тангенційного опору сухих і зволжених стандартним  
«розчином поту» тканин для шпитальної постільної білизни**

№ зразка	Вміст складників сировинного складу, [%],	Кут нахилу площини, $\alpha$ , град						Коефіцієнт тангенційного опору, $f$					
		Стан зразка						Стан зразка					
		Сухий			Мокрий			Сухий			Мокрий		
		o/o	o/y	y/y	o/o	o/y	y/y	o/o	o/y	y/y	o/o	o/y	y/y
1	Бамбук - 100%	26	27	26	37	35	34	0,48	0,72	0,48	0,75	0,67	0,67
2	Тенсел - 100%	27	29	33	35	34	34	0,48	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
3	Льон- 100%	35	38	35	34	34	34	0,7	0,7	0,7	0,67	0,64	0,67
4	Бавовна- 100%	37	36	36	39	40	37	0,75	0,72	0,72	0,8	0,83	0,75
5	Бавовна 50%+ВПЕ	34	36	38	35	35	35	0,67	0,72	0,78	0,7	0,7	0,7

### **3.4. Розробка методики надання шпитальним тканинам захисту від дії ультрафіолетового випромінювання**

В якості санітарно-протиепідемічного заходу у боротьбі з розповсюдженням коронавірусної інфекції Covid-19 в стаціонарних медичних закладах зараз широко використовується ультрафіолетове випромінювання для знезаражування палат та кабінетів. Між тим відомо, що поряд з позитивною дією, ультрафіолетове опромінення створює для людини ряд небезпек – викликає головний біль, відчуття розбитості, передчасної втоми або збудження, підвищення температури тіла, провокує розвиток дерматитів та уражень слизової та рогової оболонки ока.

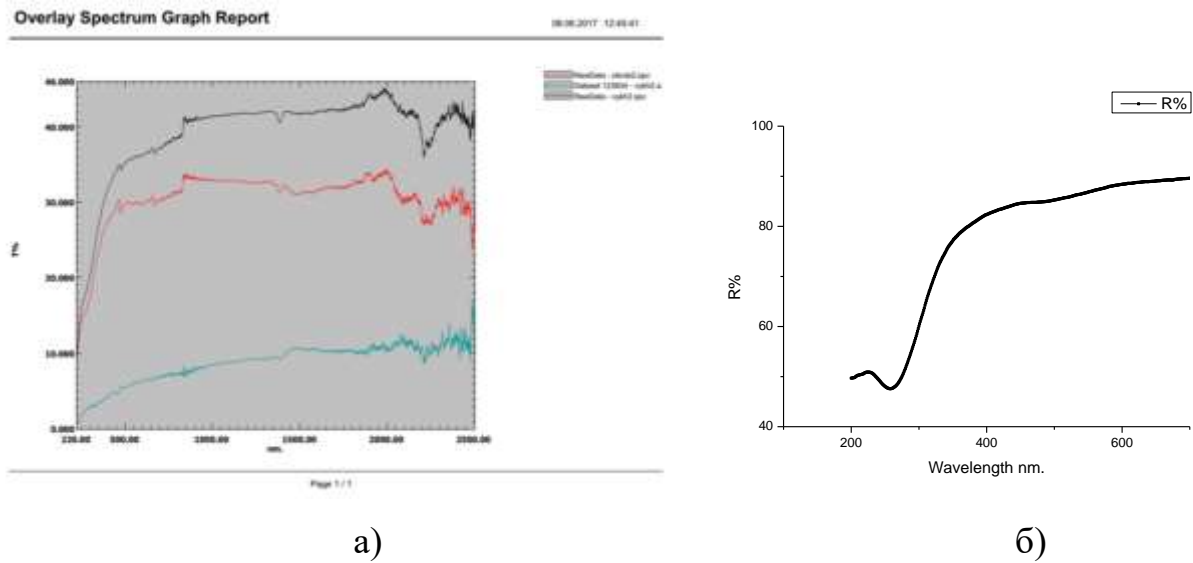
Нами запропонована екобезпечна, доступна та недорога методика нанообробки целюлозовмісних шпитальних тканин для захисту пацієнтів від негативних наслідків дії ультрафіолетового випромінювання. В якості поглинальної системи для наномодифікації обрані природні алюмосилікатні галлоїзитні нанотрубки (ГНТ), які є матеріалом природного походження, спорідненим до каолініту [29-31], і дозволені для використання у біомедичних матеріалах та санітарно-гігієнічних виробках. Нами використовувалися природні алюмосилікатні галлоїзитні нанотрубки, синтезовані методом дугового розряду в Інституті хімії поверхні НАН України. Подібні галлоїзитні нанотрубки характеризуються вузьким розподілом за діаметрами, середнє значення якого складає  $1,4 \pm 0,2$  нм. Для приготування суспензій галлоїзитних нанотрубок наважку сухого порошку додавали в 0,5 %-й водний розчин додецилбензисульфонату натрію. Це поверхнево-активна речовина (ПАР), яка в даному випадку виконує роль стабілізатора суспензії, абсорбуючись на поверхні галлоїзитних нанотрубок, оточуючи за рахунок поєднання своїх адсорбційних та агрегативних властивостей поверхню, перешкоджає агрегації (злипанню) нанотрубок між собою за рахунок дисперсійних взаємодій і сприяє утворенню агрегативно стійкої суспензії.

У водних розчинах трикотажні целюлозовмісні матеріали було модифіковано галлоїзитними нанотрубками без додавання та з додаванням зв'язуючого компонента. Наважка порошку становила у розрахунку 1 мг на 1 мл розчину ПАР, що відповідало концентрації 0,001 % водного розчину галлоїзитних нанотрубок разом із ПАР. Суміш ретельно перемішували і потім вносили зразок текстильного матеріалу (наприклад, віскозне трикотажне полотно). Модуль ванни 1:10. Обробка матеріалу проводилася просочуванням зразка у оброблювальній ванні і тривала протягом 60 хв при 90 – 95 °С («на кіпу»). Після чого оброблений текстильний матеріал ретельно промивався дистильованою водою протягом 10 хв. і висушувався. Такі умови забезпечили екобезпечність процесу, що є важливим для матеріалів, які призначені для експлуатації в медичних закладах.

Для виявлення зміни структури полотен після нанообробки, а також аналізу стану і властивостей отриманих наноматеріалів та їх складових були застосовані

найсучасніші методи хімічного аналізу. Отримані наноматеріали досліджено комплексом фізико-хімічних методів. Ультрафіолетові - вид спектри матеріалів записували на UV-VIS-NIR-spectrophotometer UV-3600, Shimadzu в режимі пропускання в діапазоні 220-4000 нм з невизначеністю приладу  $\pm 1$  нм. Інформацію про якісний склад зразків та взаємодію між компонентами матеріалу надає аналіз розташування і інтенсивність максимумів в інфрачервоних спектрах. Інфрачервоні спектри матеріалів вимірювали при кімнатній температурі на спектрометрі IR Affinity-1, Shimadzu в області 4000-550  $\text{cm}^{-1}$  з використанням приставки багаторазового порушеного повного внутрішнього відбиття з алмазним наконечником і невизначеністю приладу  $\pm 2\text{cm}^{-1}$ .

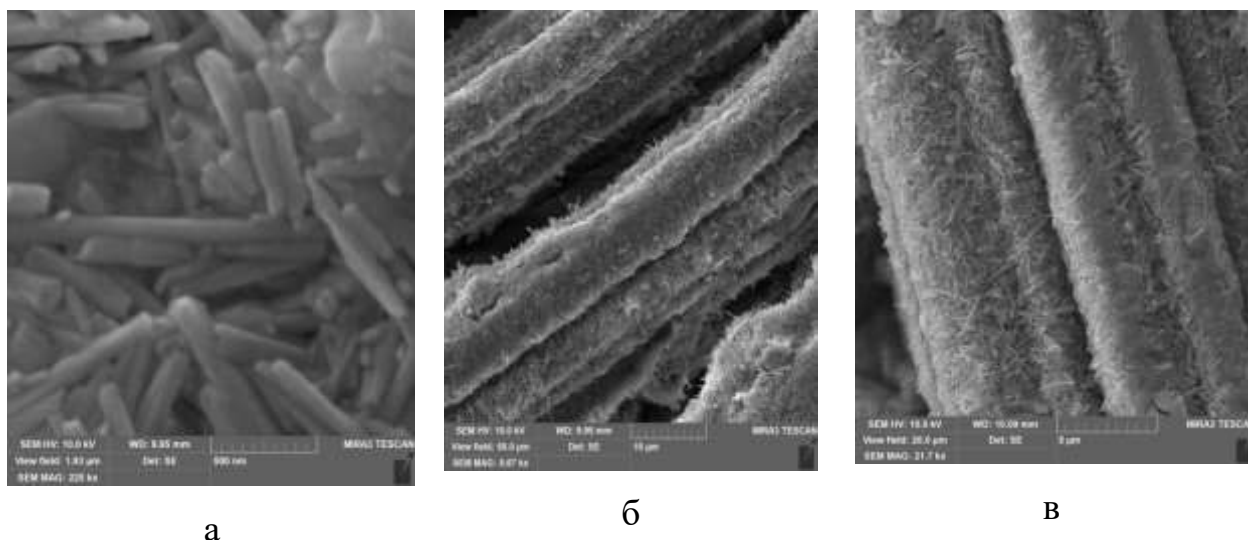
При порівнянні ультрафіолетових спектрів вихідного та обробленого галлоїзитними нанотрубками віскозного текстильного матеріалу (Рис. 3.12), можна стверджувати про поглинаючу здатність ультрафіолетового випромінювання обробленим зразком, про що свідчить наявність плеча в області 250 – 300 нм. Для галлоїзитних нанотрбок характерним є поглинання ультрафіолетового випромінювання при 258 нм. Різниця у рівні поглинання ультрафіолетового випромінювання між обробленими і вихідними зразками текстильних матеріалів складає 6 – 7 % і однозначно підтверджує взаємозв'язок присутності галлоїзитних нанотрбок на поверхні із поглинанням обробленого зразка текстильного матеріалу в ультрафіолетовому діапазоні. При нанобробці текстильного матеріалу відбувалася гетерокоагуляція (осідання) галлоїзитних нанотрбок на його поверхню із одночасним протіканням міжмолекулярної взаємодії, достатньої для незворотності процесу коагуляції галлоїзитних нанотрбок з текстильного матеріалу. Стадія сорбції галлоїзитних нанотрбок у структуру текстильного матеріалу виключається, що підтверджується практичною відсутністю різниці в інфрачервоних спектрах вихідного і обробленого зразків.



**Рис. 3.12. УФ-вид спектри: а) - вихідного (червона лінія) та модифікованого галлоїзитними нанотрубками віскозного трикотажного полотна (чорна лінія), б) - ультрафіолетовий спектр галлоїзитних нанотрубок у чистому вигляді**

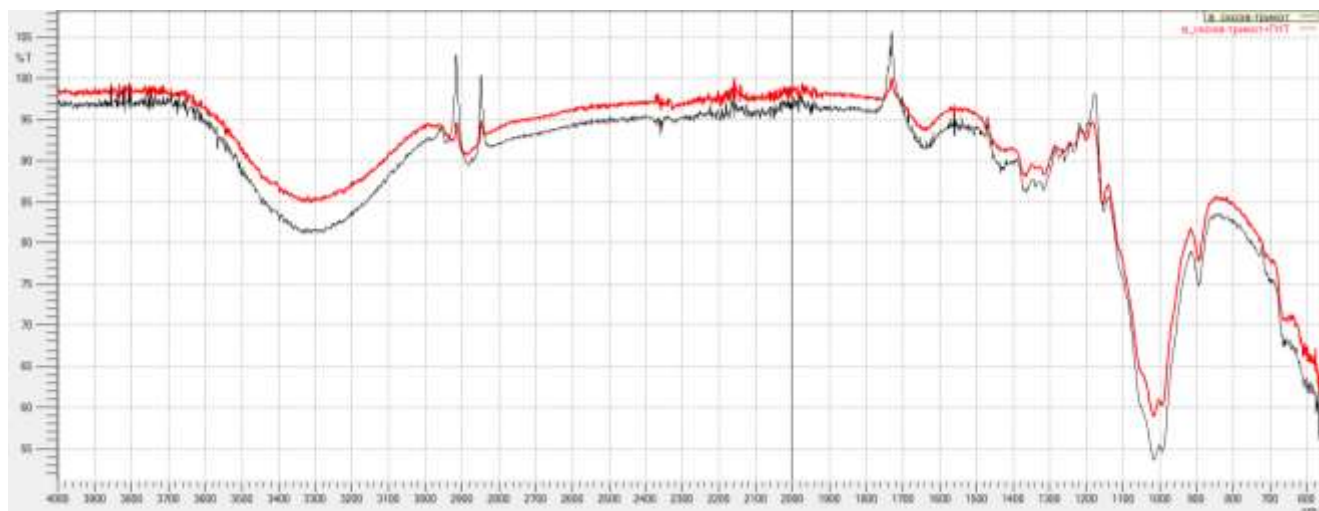
Детальний аналіз отриманих СЕМ зображень поверхні немодифікованих та модифікованих нанотрубками віскозних текстильних матеріалів дозволяє стверджувати, що розподіл нанотрубок по поверхні волокон є рівномірним. (рис. 3.13). Це забезпечує рівномірність властивостей по всьому об'єму матеріалу, зокрема водопоглинання і зміни маси матеріалу.

При дослідженні оптичних властивостей немодифікованих та модифікованих нанотрубками зразків встановлено ефективність процесів модифікування з нанесення нанотрубок на їхню поверхню.



**Рис. 3.13. СЕМ зображення природних нанотрубок (а) та віскозного трикотажу, модифікованого нанотрубками (б, в)**

За даними інфрачервоної спектроскопії, після модифікування в спектрах крім смуг, характерних для вихідних немодифікованих матеріалів, з'являються смуги, що належать галлоїзитним нанотрубкам (рис. 3.14).



**Рис. 3.14. Інфрачервоні спектри зразків вихідного (чорні лінії) та після нанообробки віскозного трикотажу (червоні лінії)**

Тобто, хімічна структура поверхні волокон зберігається, зберігаються всі корисні властивості вихідного матеріалу та набуваються властивості, притаманні нанотрубкам.



### Висновки по розділу 3

1. З використанням стандартизованих методів досліджень і спеціально розроблених методик, адаптованих до особливостей умов використання виробів, досліджено і отримано залежності гігієнічних властивостей від сировинного складу і характеристик структури традиційних та інноваційних текстильних матеріалів шпитального призначення, проведено їх конфекціювання.

2. Розширено номенклатуру показників якості матеріалів включенням показників, які відображають специфіку умов експлуатації виробів – вологоємність, визначена під дією тиску тіла лежачої людини, кінетика висушування зволоженого матеріалу при температурі поверхні тіла людини, показники запилення та очищення поверхні матеріалу, тангенційний опір для зволжених стандартним «розчином поту» тканин. Це дозволило визначити матеріали, оптимальні за властивостями для використання в якості основних і для функціональних вставок, що відповідають встановленим нормам якості для виробів даного асортименту та забезпечують пацієнтам шпиталів термо- та нейрофізіологічний комфорт при експлуатації.

3. Вперше проведено порівняльний аналіз гігієнічних властивостей інноваційних трикотажних полотен, до складу яких крім бавовняних, входять ультратонкі поліпропіленові або поліамідні волокна, а також волокна Coolpass. Показано, що наявність в структурі полотен ультратонких гідрофобних волокон визначає їх високі вологотранспортні властивості та вологоємність, а особливості структури - високі коефіцієнти повітропроникності, що забезпечуватиме у виробках комфортний мікроклімат підодягового простору.

4. За розробленою методикою з використанням спеціально сконструйованого пристрою проведено порівняльний аналіз здатності матеріалів для шпитальної натільної і постільної білизни в сухому і зволоженому станах забруднюватися пилом різної дисперсності та очищатися від нього. Показано, що кількість пилу, який затримується на поверхні матеріалу, залежить від

сировинного складу тканини та структури її поверхні; визначено найбільш перспективні в цьому плані полотна.

5. З метою оцінки тактильного комфорту проведено визначення впливу зволоження (за рахунок потовбирання) на коефіцієнт тангенційного опору для досліджуваних матеріалів.

6. Вперше розроблено екобезпечну методику, за якою синтезовано нанокompозитні целюлозовмісні текстильні матеріали для виробів медичного призначення для захисту від ультрафіолетового випромінювання. З використанням методів ультрафіолетової спектроскопії та інфрачервоної спектроскопії здійснено дослідження структури і властивостей отриманих наномодифікованих полотен.

### Список використаних джерел до розділу 3

1. Про затвердження Інструкції зі збору, сортування, транспортування, зберігання, дезінфекції та прання білизни у закладах охорони здоров'я : Наказ МОЗ України від 30.04.2014 №293 / Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 28 травня 2014 р. за № 556/25333. 16 с.
2. Супрун Н. П., Власенко В. І., Арабулі С. І. Текстиль та багатофункціональні текстильні композиційні матеріали у виробках для інвалідів та важко хворих. Київ. КНУТД. 2011. 360 с.
3. Супрун Н. П. Адаптаційний одяг як складова універсального дизайну. *Міжвідомчий науково-технічний збірник. Технічна естетика і дизайн*. Вип.14. Київ : КНУБА. 2018. С.177-182.
4. Литвинова О. І., Мархай М. А., Супрун Н. П. Розробка нового асортименту шпитального одягу. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. Технічні науки. 2015. № 6 (92). С. 206-211.
5. Супрун Н. П., Литвинова О. І., Кушнір О. В. Загальні аспекти розробки одягу для поранених : розділ в колективній монографії «Перспективні полімерні матеріали та технології». Київ : КНУТД, 2015. С. 287-290.
6. Супрун Н. П. Основні аспекти розробки сучасного шпитального одягу. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. Технічні науки. 2017. № 4 (112). С. 124-129.
7. Харлова О. Н. Методологические основы проектирования и формирования качества больничной одежды различного ассортимента: автореф. дис. ... докт. техн. наук : спец. 05.19.04. Москва, 2011. 48 с.
8. Rees W. H. *Materials and clothing in health and disease*. London : The Biophysics of Clothing Material, Lewis Pub, 1972, 599 p.
9. Мокеева Н. С., Глушкова Т. В., Харлова О. Н., Дударева С. В. Концепция разработки одежды для людей с различными заболеваниями. *Швейная промышленность*. 2003. № 2. С.30-31.
10. Харлова О. Н. Андреева Е. Г., Шпагина Л. А., Климчук Т. В. Разработка

колористического решения комплектов одежды для больных. *Швейная промышленность*. 2009. № 2. С.29-31.

11. Мокеева Н. С. Глушкова Т. В., Харлова О. Н., Дударева С. В., Сазонова О.В. Разработка одежды для людей, больных диабетом. *Швейная промышленность*. 2003. № 2. С. 32-33.

12. Голубчикова А. В. Разработка методики проектирования эргономичной одежды для травматических больных : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.19.04. Москва, 2005. 246 с.

13. Ілінська Д. О. Захарова Е. А., Рой Є. В. Проектні розробки одягу для урологічних хворих. *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. 2014. № 3. С. 258-261.

14. Супрун Н. П. Наукові основи визначення властивостей пакетів бар'єрного одягу з урахуванням особливостей експлуатації: дис. ... докт. техн. наук : спец. 05.02.01. Київ. 2006. 317 с.

15. Аравин В. И., Нумеров С. Н. Теория движения жидкостей и газов в недеформируемой пористой среде. Москва : ГИТТЛ, 1953. 616 с.

16. Рудобашта С. П. Массоперенос в системах с твердой фазой. Москва : Химия, 1980. 271с.

17. Чураев Н. В. Физико-химия процессов массопереноса в пористых телах. Москва : Химия, 1990. 272с.

18. Tyagi G. K., Bhattacharaya S., Kherdekar G. Comfort Behavior of Woven Bamboo-Cotton Ring and MJS Yarn Fabrics. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*. Vol. 36, 2011. P. 47-52.

19. Wang Yueping, Wang Ge, Cheng Haitao. Structure of Bamboo fibre for Textile. *Textile Research Journal*. 80(4), 2009. P.334-343.

20. Арабулі С. І., Супрун Н. П., Очеретна Л. О., Арабулі А. Т., Кучеренко В. І. Порівняльний аналіз фізичних властивостей матеріалів для лікарняної постільної білизни. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки*. №1 (130). 2019. С. 26-45.

21. Ковтун С. І. Розробка та дослідження текстильних композиційних матеріалів для виробів медичного призначення : дис. ... канд техн. наук : спец. 05.02.01. Київ, КНУТД. 2007. 236 с.
22. Ващенко Ю. О. Удосконалення методів дослідження властивостей та вибору матеріалів для швейних виробів для дітей, хворих на дитячий церебральний параліч : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.02.01. Київ, 2015. 183 с.
23. Jhanji Y., Gupta D., Kothari V. Moisture management properties of plated knit structures with varying fiber types. *The Journal of The Textile Institute*. 2014. P. 663-673.
24. Wang F. Zhou X., Wang S. Development Processes and Property Measurements of Moisture Absorption and Quick Dry Fabrics. *Fibres & textiles in Eastern Europe*. 2009. V. 17, No.2 (73). P. 46-49.
25. Laney T. J. Modelling Hysteresis in the Bending of Fabrics. *Waterloo, Ontario. Canada*, 2002. 122 p
26. Гущина К. Г. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества. Москва : Академия, 1984. 312 С.
27. Супрун Н. П., Власенко В. І., Арабулі С. І. Текстиль та багатофункціональні текстильні композиційні матеріали у виробках для інвалідів та важко хворих. Київ. КНУТД. 2011. 360 с.
28. Супрун Н. П., Озимок Г. В., Островецька Ю. І. Розроблення методу визначення запиленості текстильних матеріалів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.6. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnltu\\_2012\\_22.6\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnltu_2012_22.6_17)
29. Супрун Н. П., Береза-Кіндзерська Л. В., Бричка А. В., Бричка С. Я. Синтез наповнених алюмосилікатними нанотрубками агар-агарових гелів для ранових покриттів. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки*. 2016. №4(100). С. 49-55.
30. Бричка С. Я. Природные алюмосиликатные нанотрубки: структура и свойства. *Наноструктурное материаловедение*. 2009. № 2. С. 40-53.
31. Бричка С. Я. Применение алюмосиликатных нанотрубок. *Наноструктурное материаловедение*. 2012. № 4. С. 40-60.

## **РОЗДІЛ 4.**

### **КОНФЕКЦІЮВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ДОПОМІЖНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ ШПИТАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

Забезпечення повноцінного догляду за хворими відіграє важливу профілактичну роль у розвитку захворювань та запобіганні їх ускладнень. У повсякденній медичній практиці існує багато маніпуляцій, виконання яких пов'язане із застосуванням надмірних фізичних зусиль доглядаючого персоналу і часто є травмуючим для самого пацієнта (підтягування та перегортання хворого, його переміщення на різні поверхні, проведення гігієнічних процедур, медичних маніпуляцій та ін.). Особливу складність вимагає необхідність щоденного проведення таких маніпуляцій для людей, які повністю або частково втратили рухову активність. Це - важка робота, що вимагає організованості, терпіння і багато часу. В останні роки завдяки сучасному прогресу науки і техніки розроблено значний асортимент спеціальних засобів і текстильних виробів по догляду за важкохворими, призначених як для створення більш комфортних умов їх життя, так і для полегшення обслуговування особам, що доглядають. На жаль, на вітчизняному ринку медичних виробів вони представлені, в основному, імпортними товарами.

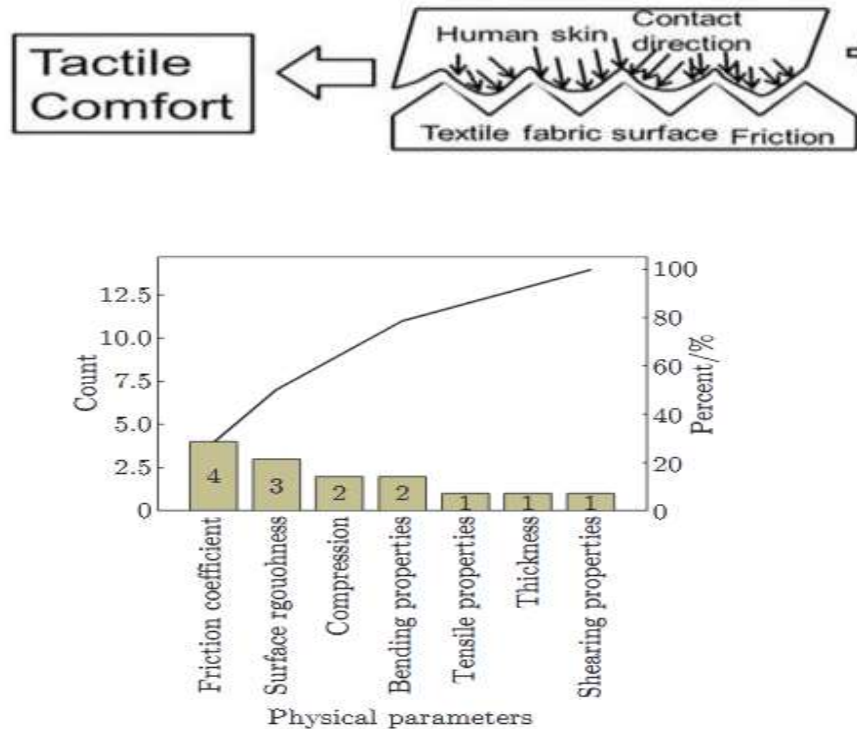
#### **4.1. Моделювання процесу тертя в текстильних матеріалах**

Вибір текстильних матеріалів для допоміжних виробів медичного призначення зумовлюється необхідним комплексом властивостей. У ряді випадків вирішальним фактором для вибору матеріалу є його гладкість, яка чисельно може визначатися коефіцієнтом тертя, а фізично - характеризує ступінь шорсткості поверхні. Для різних виробів можуть висуватися різні вимоги до значень цього показника. Наприклад, матеріали простирадл для переміщення нерухомих лежачих хворих мають бути з як найнижчим коефіцієнтом тертя і, відповідно, з підвищеним коефіцієнтом ковзання [1-3]. Інші допоміжні текстильні вироби

медичного призначення (текстильні фіксуєчі ремені та амортизуючі прокладки під них, пояси для пересадження, перев'язувальні медичні матеріали) мають виготовлятися з матеріалів із збільшеним коефіцієнтом тертя. Для шпитального одягу та лікарняної постільної білизни коефіцієнт тертя, як непрямий показник сенсорного комфорту, теж має особливе значення. Однак, незважаючи на важливість оцінки показника тертя для текстильних матеріалів і виробів, залежність його значення від особливостей структури для текстильних матеріалів досліджено недостатньо. Складність прогнозування та визначення коефіцієнту тертя полягає в багатofакторності його виникнення і тісному зв'язку із макро- та мікроструктурою матеріалу.

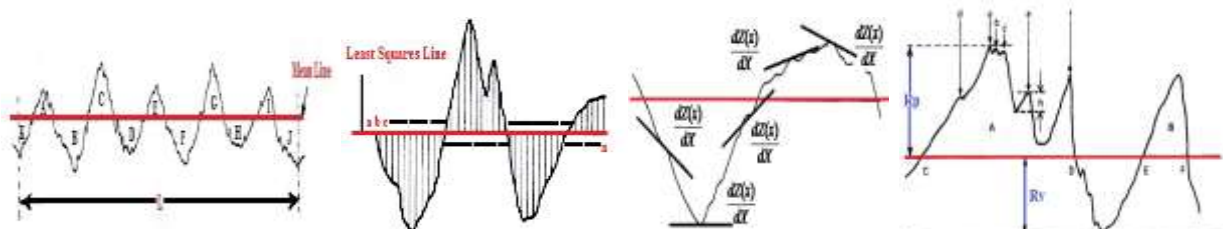
Перші прилади для визначення сил тертя текстильних матеріалів з'явилися досить давно [4], але дані, отримувані за їх допомогою, мали досить високий ступінь суб'єктивізму, бо ґрунтувалися на характеристиці тактильних відчуттів людини при торканні до матеріалу. Визначення реальних характеристик проводилося із застосуванням методу парних порівнянь [5]. Деякі модифікації цього методу описані в роботі [6] - зокрема, зроблено спроби знизити вплив суб'єктивності оцінки шляхом виключення візуального контролю матеріалу оцінювачем. Однак довгий час запропоновані методи оцінки шорсткості або гладкості матеріалів залишалися без достатніх прикладних впроваджень. Поява в останні роки технологічних можливостей створення текстильних матеріалів із заданими структурними і механічними властивостями, підвищення гуманітарної складової при виробництві текстильних матеріалів і виробів з заданим рівнем тактильного комфорту, створили передумови для поглиблених досліджень в цій галузі. Процес визначення коефіцієнту тертя текстильних матеріалів, пов'язаний з нерівністю поверхні, досліджувався в [7, 8]. Перспективними для визначення шорсткості текстилю можна також вважати оптичні, у тому числі фотометричні, методи [9,10], в яких визначається яскравість відбивання світла. Однак у більшості випадків параметри гладкості, шорсткості і тертя визначаються на основі суб'єктивних, зокрема, тактильних методів [11-13], оскільки вважається, що

значення коефіцієнту тертя адекватно відображає нейрофізіологічні відчуття людини при контакті з текстильним матеріалом (Рис.4.1.).



**Рис. 4.1. Показники якості текстилю, що визначають тактильний комфорт (за [13])**

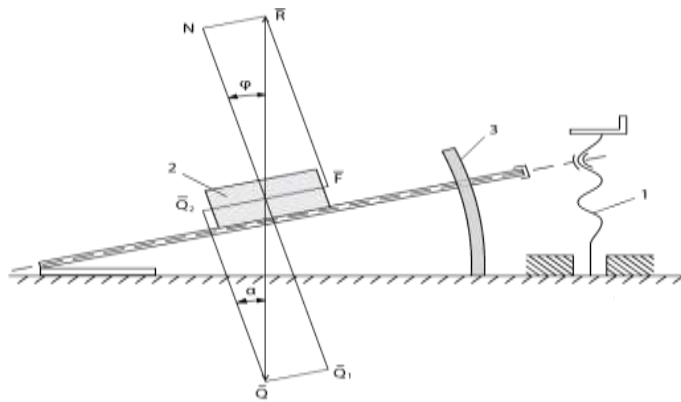
Деякі дослідники [8] оцінку реального стану профілю шорсткості поверхні текстилю пропонують визначити інструментальним шляхом і математично розрахувати по аналогії з розрахунком цього показника [14] для твердих тіл (Рис.4.2).



**Рис. 4.2. Приклад геометричного зображення шорсткості поверхні для подальшого розрахунку(за [8])**



В текстильному матеріалознавстві на сьогоднішній день не існує стандартизованих методів визначення ступеню гладкості поверхні. Традиційно на практиці цей показник визначається за значеннями коефіцієнту тангенційного опору методом похилої площини, при використанні якого чим більшим є контакт поверхонь, тим більшим є значення кута нахилу  $\alpha$ , при якому колодка починає рухатися по площині (Рис.4.3). При куті нахилу площини, який дорівнює куту тертя спокою ( $\alpha = \varphi_0$ ), сила тертя досягає граничної величини. При куті  $\alpha > \varphi_0$  колодка перейде із стану спокою в стан руху. Вимірявши кут  $\alpha$ , який дорівнює куту тертя  $\varphi_0$ , визначається коефіцієнт тертя спокою, а отже, гладкість тканини.



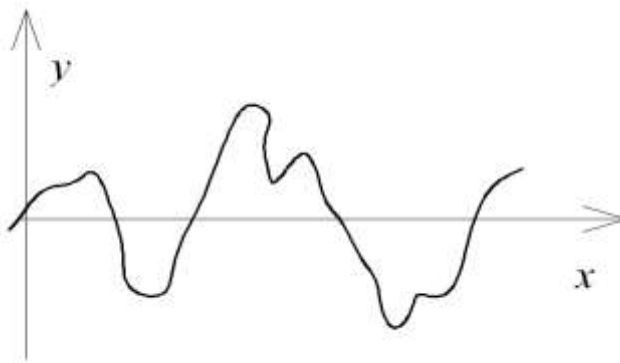
**Рис. 4.3. Схематичне зображення похилої площини при вимірюванні коефіцієнту тертя**

Пропонуються деякі модифікації цього методу (Рис.4.4), які підвищують точність вимірювання, але сутність залишається тією ж самою.



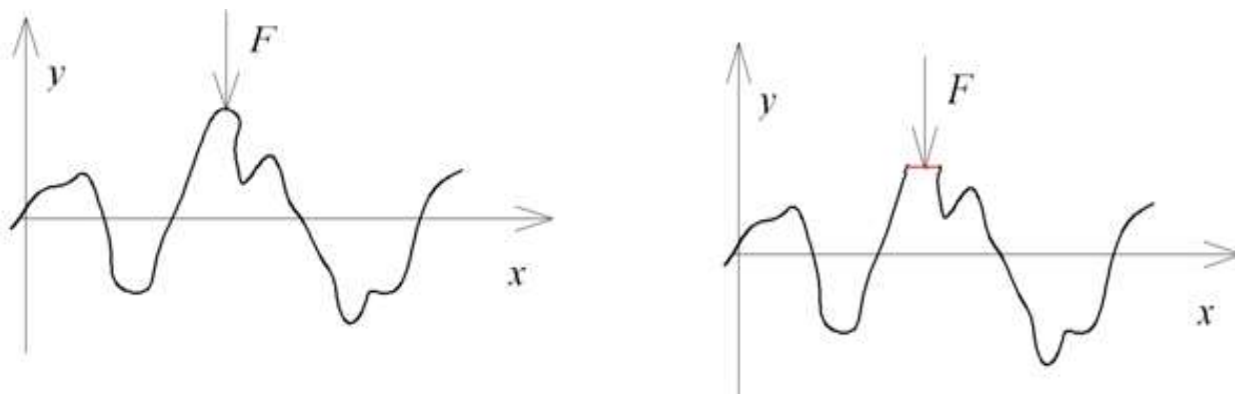
**Рис.4.4. Модифікація методу похилої площини**

Сухе тертя (без змащування) твердих матеріалів як правило пов'язують з їх шорсткістю. В стандартах з визначення шорсткості твердих суцільних матеріалів [14] наведений ряд параметрів, що визначає нерівномірну форму поверхні твердого тіла, наприклад у вигляді рис.4.5.



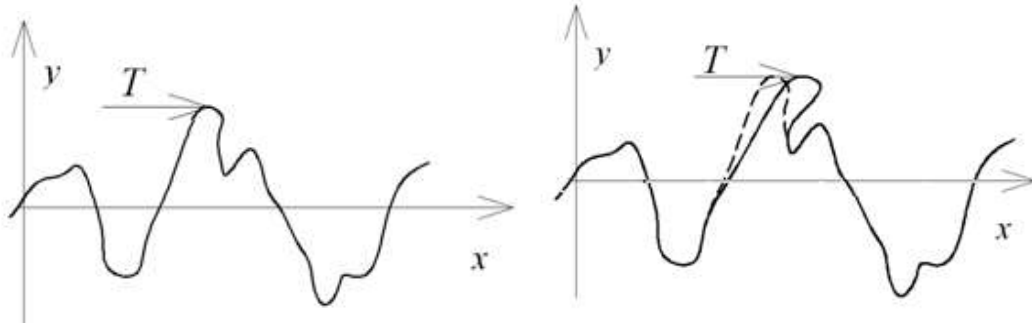
**Рис.4.5. Схематичне зображення шорсткості поверхні твердих матеріалів (x- довжина матеріалу, y – висота мікрощорсткостей)**

У випадку зсувної дії при контакті з іншим матеріалом виникає сила тертя, що чинить опір цій дії. При цьому цей опір можна уявити у двох аспектах. Перший передбачає стискування вершин виступів шорсткості (Рис.4.6).



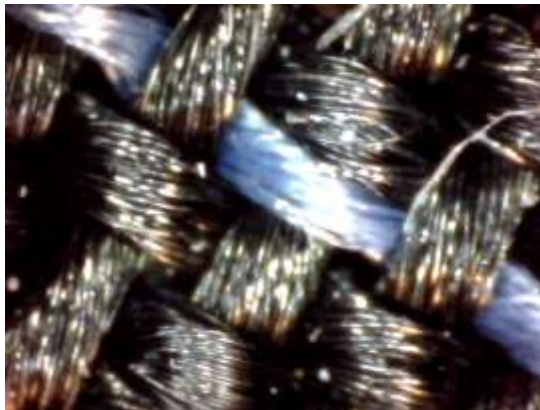
**Рис.4.6. Стискування вершин шорсткості**

При цьому площа контакту з тілом збільшується, виникають адгезійні міжмолекулярні сили, які утримують тіло, що переміщується. Другий аспект передбачає опір шорсткості пружному деформуванню (Рис.4.7).



**Рис.4.7. Пружне деформування шорсткості**

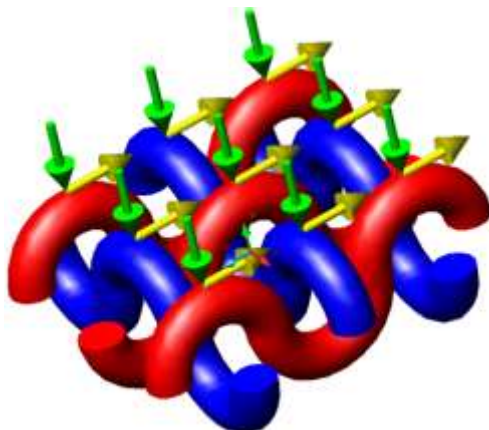
Загальний процес є складним і взаємопов'язаним. Для твердих тіл з нерегулярними шорсткостями цей процес моделюється дуже складно. На відміну від твердих тіл, текстильні матеріали мають регулярну структуру (рис.4.8), що дозволяє проводити моделювання процесу тертя.



**Рис.4.8. Регулярна структура текстильного матеріалу**

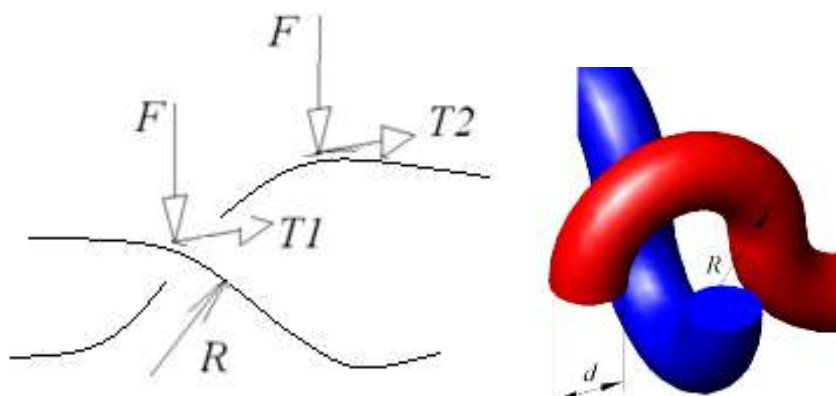
Уявимо такий матеріал, як ряд комірок, що мають вигляд періодично вигнутих структур (Рис.4.9). Кожна комірка підлягає стискуванню силою

нормального тиску від зовнішнього тіла, що переміщується, і зсувом окремих комірок силою тертя.



**Рис.4.9. Коміркова модель текстильного матеріалу**

Властивості кожної комірки визначаються діаметром волокна  $d$ , щільністю ниток в матеріалі, що будемо визначати відстанню між ними, у нашому означенні – радіус кривизни нитки в комірці  $R$  (Рис.4.10). Також нитки в комірці мають параметри жорсткості, що у загальному вигляді характеризуються модулем пружності  $E$ . У даному випадку поки будемо вважати модуль пружності ниток основи і утку однаковим. У подальшому модель може бути розширена на випадок різної їх жорсткості.



**Рис.4.10. Параметри комірки текстильного матеріалу**

В разі контакту твердої поверхні з ниткою тканини (Рис. 4.11) виникають контактні напруження, що призводять до деформування нитки (аналог –

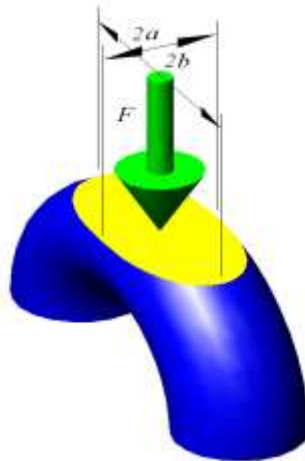
стискання шорсткості твердого матеріалу Рис. 4.6). У загальному вигляді площа контакту уявляє з себе еліпс з напіввісями [15]

$$a = \alpha \cdot \sqrt[3]{\frac{3F}{E \left( \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \frac{1}{R4} \right)}},$$

$$b = \beta \cdot \sqrt[3]{\frac{3F}{E \left( \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \frac{1}{R4} \right)}},$$

де –  $R1, R2, R3, R4$  - радіуси викривлення контактних поверхонь (  $R1, R2$ - радіуси напіввісей нижнього контактного еліпсу,  $R3, R4$  - верхнього контактного еліпсу)..

Будемо вважати верхню контактну поверхню у виді площини з безкінцевими радіусами,  $E$  - модуль пружності, коефіцієнти  $\alpha, \beta$  залежать від функції співвідношення радіусів.



**Рис.4.11. Стискання комірки текстильного матеріалу**

З врахуванням безкінцевості радіусів верхнього контактного тіла функція співвідношення радіусів

$$\cos\psi = \frac{\left| \frac{1}{R2} - \frac{1}{R1} \right|}{\frac{1}{R2} + \frac{1}{R1}} = \frac{\left| \frac{2}{d} - \frac{1}{R} \right|}{\frac{2}{d} + \frac{1}{R}} = \frac{|1-\zeta|}{1+\zeta}, \text{ де } \zeta = \frac{2R}{d}.$$

Для даної величини коефіцієнти  $\alpha$ ,  $\beta$  визначаються залежністю, наведеною на Рис.4.12. (всі коефіцієнти безрозмірні)

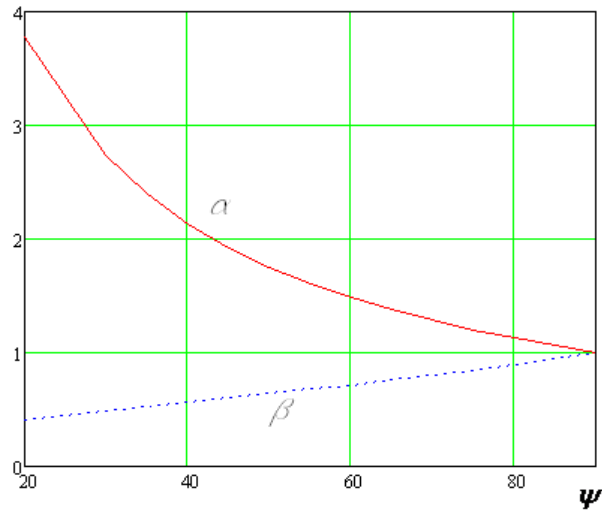


Рис.4.12. Коефіцієнти  $\alpha$ ,  $\beta$  в залежності від функції  $\psi$  [15]

Перебудуємо залежність для співвідношення розмірів комірок тканини

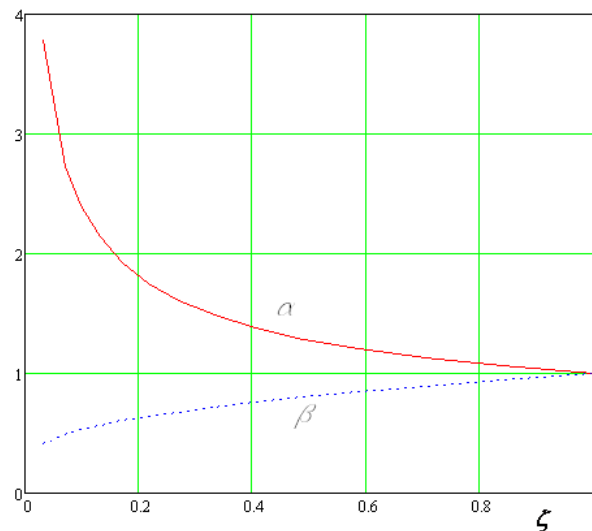


Рис.4.13. Коефіцієнти  $\alpha$ ,  $\beta$  в залежності від співвідношення розмірів комірок

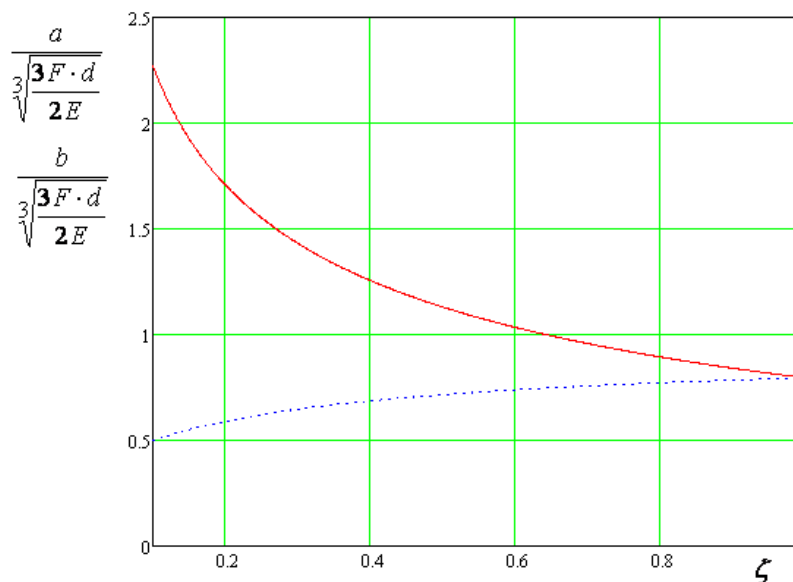
Пошук апроксимаційних залежностей дає найбільш наближені функції у вигляді

$$\alpha = \frac{1}{\zeta^{0,37}}, \beta = \zeta^{0,29}.$$

Тоді розміри еліпса стискування

$$a = \frac{1}{\zeta^{0,37} (1 + \zeta)^{0,33}} \cdot \sqrt[3]{\frac{3F \cdot d}{2E}}$$

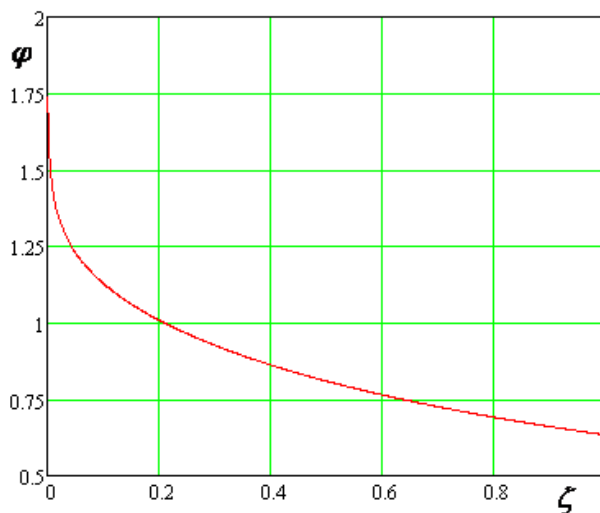
$$b = \frac{\zeta^{0,29}}{(1 + \zeta)^{0,33}} \cdot \sqrt[3]{\frac{3F \cdot d}{2E}}$$



**Рис.4.14. Напівісі еліпсів стискування в залежності від співвідношення розмірів**

Площа еліпса стискування визначається залежністю

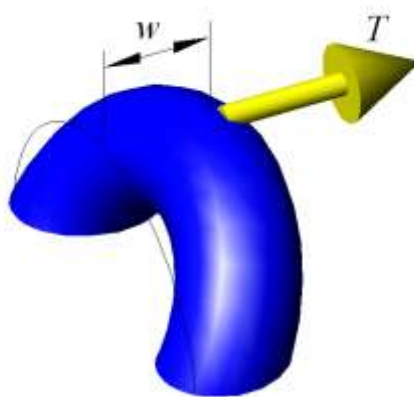
$$S = \pi \cdot a \cdot b = \frac{1}{\zeta^{0,08} (1 + \zeta)^{0,66}} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{3F \cdot d}{2E}\right)^2} = \varphi \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{3F \cdot d}{2E}\right)^2}.$$



**Рис.15. Площа еліпсу стискування**

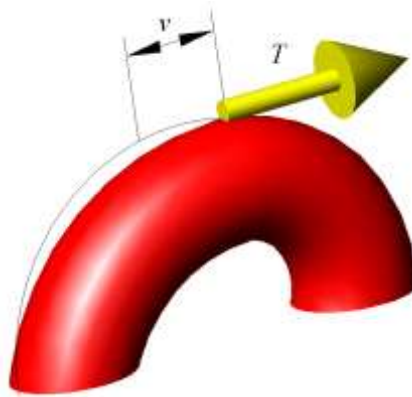
На поверхні контакту виникають дотичні напруження, викликані адгезійними властивостями матеріалу, що перешкоджають руху і викликають силу тертя. Сили, що підсумовують ці напруження, пропорційні площі контакту.

При ковзанні тіла по тканині спостерігається згинання волокон тканини. При цьому для різних напрямів схема згинання може бути представлена у двох видах (Рис.4.16, Рис.4.17). Дані схеми – аналоги пружного деформування шорсткості твердого матеріалу (Рис.4.7). У залежності від розташування комірок відносно напрямку переміщення тіла, деформація комірок відбувається в площині колового сектору або в перпендикулярному до колового сектору напрямі.



**Рис.4.16. Деформація комірки з площини колового сектору**





**Рис.4.17. Деформація комірки в площині колового сектору**

Для першої схеми величина прогину може бути визначена при розв'язанні статично невизначеної задачі згину колового сектору зі своєї площини. Розв'язання цієї задачі дає вираз

$$w = \frac{64 \cdot T \cdot R^3}{\pi \cdot E \cdot d^4} \left( \frac{\pi^2}{4} \frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}} + 1 - \frac{\pi}{2} \right)$$

Для другого випадку прогин визначається згином кола в своїй площині:

$$v = \frac{64 \cdot T \cdot R^3}{\pi \cdot E \cdot d^4} (\dots\dots\dots)$$

У загальному випадку, таким чином, сила тертя визначається з одного боку, пружним опором ниток тканини при їх деформуванні, з іншого – адгезійним опором стиснутих поверхонь.

Перше зусилля визначається виразом

$$T1 = z1 \cdot \frac{Ed^4}{R^3}.$$

Друге зусилля визначається виразом

$$T2 = z2 \cdot \sqrt[3]{\frac{d^2}{E^2}} \cdot \frac{R^{0,74}}{d^{0,08}(2R+d)^{0,66}}.$$

Де  $z_1, z_2$  – коефіцієнти.

Тоді сумарна сила тертя визначається сумою

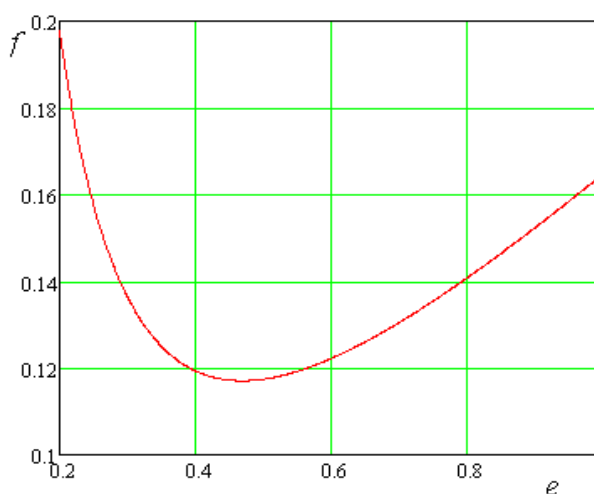
$$T=T_1+T_2$$

Відповідно, означивши  $f$  – коефіцієнт тертя, можна знайти

$$f=f_1+f_2$$

Введемо питомий модуль пружності  $e = \frac{E}{E_0}$ , де  $E_0$  – нормоване значення

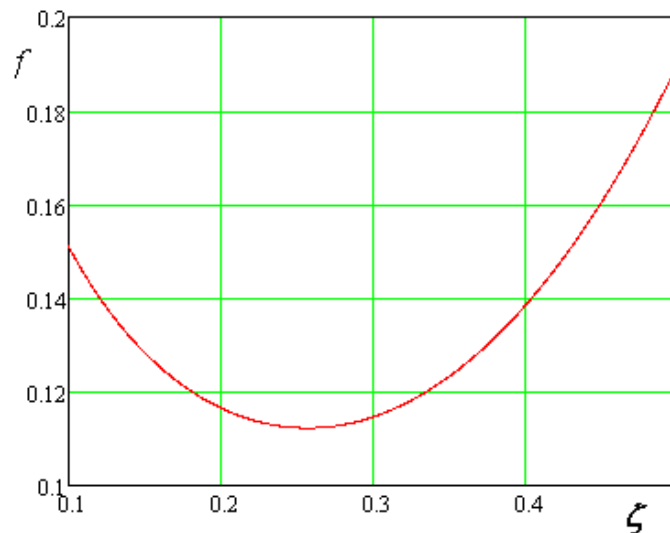
модуля. Залежність коефіцієнта тертя від модуля пружності показана на Рис.4.18.



**Рис.4.18. Залежність коефіцієнту тертя від модуля пружності комірок текстильного матеріалу**

Відзначаємо, що підвищене тертя характерне як для жорстких, так і для м'яких матеріалів. Існує також оптимальне значення жорсткості матеріалів з найменшим опором тертю.

На рис.4.19 наведена залежність коефіцієнту тертя від розмірів комірок тканини. Залежність також має яскраво виражений мінімум.



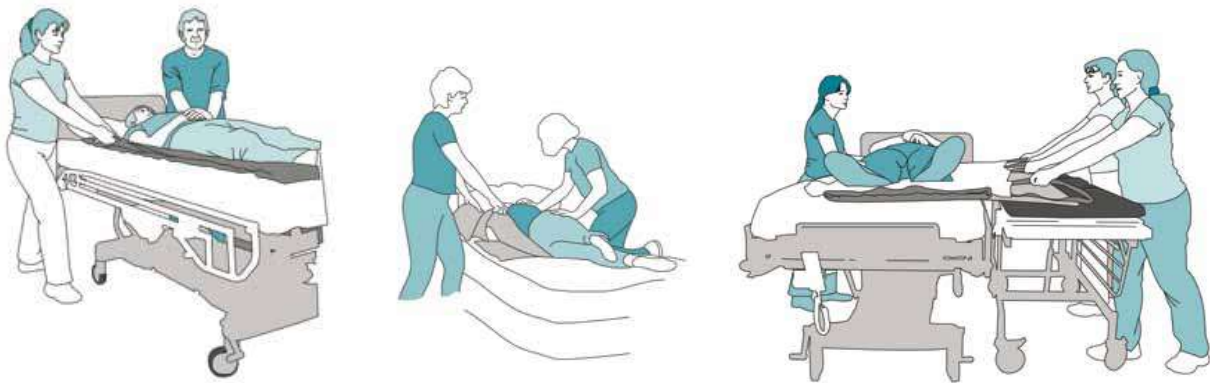
**Рис.4.19. Залежність коефіцієнту тертя від розмірів комірок текстильного матеріалу**

В результаті можна стверджувати про можливість підбору жорсткості ниток (модуля пружності), що формують текстильний матеріал, їх товщини, щільності розташування для забезпечення мінімальної сили тертя. Відзначимо також, що діаметр структурних елементів напряду пов'язаний з лінійною густиною, щільність розташування – з поверхневою густиною, модуль пружності характеризує жорсткість структурних елементів.

Таким чином, побудована модель і визначено фактори, що впливають на процес тертя у текстильних матеріалах, до яких відносяться пружні опори деформаціям текстильних ниток сумісно з опором при стисканні [16]. Залежність включає показники жорсткості текстильних ниток, параметри структури текстильного матеріалу, які виражаються поверхневою густиною матеріалу та діаметром ниток, що визначається їх лінійною густиною. Доведена наявність мінімуму коефіцієнту тертя в залежності від структурних і пружних характеристик текстильного матеріалу і його структурних елементів. Одержані залежності можуть бути використані для прогнозування властивостей гладкості і показників тертя текстильних матеріалів з метою забезпечення функціональних властивостей текстильних виробів.

## 4.2. Конфекціювання матеріалів на ковзаючі простирадла для переміщення хворих

Серед допоміжних виробів, які застосовуються з метою полегшення переміщення хворих як в стаціонарних лікувальних закладах, так і при догляді вдома, в останні роки використовуються так звані ковзаючі простирадла. Як правило, вони складаються з двох паралельно розташованих полотнищ, що можуть переміщуватися паралельно одне одному. Шляхом витягування за допомогою спеціальних строп одного з полотнищ проводиться переміщення пацієнта в горизонтальному положенні без його піднімання (Рис. 4.20).



**Рис. 4.20. Перегортання та переміщення хворих за допомогою ковзаючого простирадла**

Ковзаюче простирadlo для лежачих хворих - це не постільна принадлежність. Виріб використовується в ситуаціях, коли необхідно змінити положення тіла людини, прикутої до ліжка як вдома, так і в лікувально-профілактичних установах: палатах, операційних, рентгенівських і томографічних кабінетах. Щоб підстелити ковзаюче простирadlo, необхідно послідовно виконати наступні кроки: зігнути ноги лежачого на спині хворого в колінах, руки скласти на грудях і акуратно перекотити його на бік; простирadlo згорнути у вигляді валика до середини; покласти валик уздовж спини і трохи підсунути під корпус, половину, що залишилася, розстелити на ліжку; повернути пацієнта на інший бік і

розправити скручену протилежну частину простирадла; перемістивши хворого в потрібне положення і потім витягнути ковзаюче простирадло з-під нього.

В нашій країні ковзаючі простирадла для переміщення хворих з'явилися в якості допоміжних пристосувань по догляду за хворими відносно недавно. Вони не відрізняються різноманітністю і пропонуються виключно іноземними виробниками. Між тим, питаннями розробки таких виробів у медицині дослідники зарубіжних медичних центрів займаються досить давно і ґрунтовно (напр., [17-24]). Найбільша увага приділяється раціональному вибору матеріалів, використання яких дозволило б зменшити зусилля, які прикладаються медичними працівниками для проведення цієї процедури. Так, автори [17] проводили порівняльний аналіз сил, як прикладаються для переміщення при використанні традиційних бавовняних матеріалів, і матеріалів зі спеціальним покриттям, яке зменшує коефіцієнт тертя. За допомогою датчиків дослідники фіксували зусилля, які припадають на руки та поперековий відділ хребта при пересуванні хворого (Рис. 4.21). Комп'ютерна обробка отриманих даних за допомогою 3D Static Strength Prediction Program дозволила розрахувати значення цих навантажень при переміщенні пацієнтів різної ваги і розробити рекомендації щодо використання виду матеріалу ковзаючого простирадла.



**Рис. 4.21. Визначення зусиль при переміщенні хворих (за [29])**

В рамках розглянутої в роботі [18] концептуальної моделі запобігання ризиків травматизму персоналу та пацієнтів похилого віку при переміщеннях, проведено аналіз пристроїв, які підвищують мобільність хворих. На основі

аналізу біомеханіки різних способів переміщення пацієнтів показано [19], що найефективнішим з пристосувань є використання матеріалів з низьким тертям в зручних конструкціях з оптимально розташованими ручками. Умови безпечного переміщення пацієнтів з використанням ковзаючих простирادل розглядаються в статті [20], причому автори надають детальні рекомендації як щодо техніки їх використання, так і особливостей структури поверхні. Чисельні дані щодо розподілу зусиль різних ділянок тіла та науково обґрунтовані рекомендації доглядаючим особам при різних варіантах переміщення хворих наведені в дослідженнях [21-24]. Така пильна увага до проблеми створення ергономічних виробів для безпечного пересування лежачих хворих свідчить про значущість цього питання у догляді за пацієнтами. Тим більш є воно актуальним для вітчизняних медичних закладів, які зазвичай недоукомплектовані обслуговуючим персоналом і погано оснащені підручними допоміжними пристосуваннями.

Одним із вирішальних факторів аргументованого вибору текстильних матеріалів на ковзаючі простирадла є оцінка гладкості їх поверхні, яка чисельно відображається в значеннях коефіцієнту тертя, який визначається за методом похилої площини. Для цілей нашого дослідження – конфекціювання матеріалів на ковзаючі простирадла – саме цей метод адекватно відображає умови використання виробу, коли від ступеню взаємодії площин двох поверхонь залежить зусилля зсуву.

Слід зазначити, що фірми-виробники сучасних текстильних виробів по догляду за хворими, згідно їх інформації, використовують для виготовлення ковзаючих простирادل високотехнологічні тканини з нанопокриттям, яке забезпечує наднизькі коефіцієнти тертя. Однак і ціна таких виробів є високою і малодоступною для середньостатистичного споживача в нашій країні. В цілях імпортозаміщення вибір тканин для виготовлення ковзаючих простирادل проводився серед матеріалів, які або виробляються нашою промисловістю, або є доступними на текстильному ринку України. Крім слизької поверхні, враховуючи особливості умов експлуатації, такі матеріали повинні мати високу міцність та порівняно невелику поверхневу густину.

В процесі конфекціювання нами проводилось визначення можливості використання для розроблених виробів вітчизняних тканин технічного призначення, дослідна партія яких виготовлена на Черкаському шовковому комбінаті. Характеристики їх структури та показники міцності і повітропроникності, визначені в лабораторії «Текстиль-тест», наведені в розділі 2.

Проведений порівняльний аналіз значень коефіцієнта тангенційного опору з використанням методу похилої площини різних зразків поліамідних та поліефірних вітчизняних тканин (Таблиця 4.1.) показав, що оптимальне сполучення властивостей – гладкість поверхні, високу міцність при доволі невеликому значенні поверхневої густини має поліамідна тканина арт. 56321П-У (зразок №1). Кут нахилу похилої площини, при якому колодка починає рухатися, найменший і складає  $15^{\circ}$ .

Таблиця 4.1.

#### Визначення тангенційного опору тканин для ковзаючих простирадл

№ зразка	Вміст складників сировинного складу, [%],	Кут нахилу площини, $\alpha$ , град						Коефіцієнт тангенційного опору, $f$					
		Стан зразка						Стан зразка					
		Сухий			Мокрий			Сухий			Мокрий		
		o/o	o/y	y/y	o/o	o/y	y/y	o/o	o/y	y/y	o/o	o/y	y/y
1	НПА – 100	16	17	16	19	20	18	0,29	0,31	0,29	0,34	0,36	0,32
2	НПА – 100	17	19	18	20	21	19	0,31	0,34	0,32	0,36	0,38	0,34
3	НПА – 100	15	18	15	17	20	18	0,27	0,32	0,27	0,31	0,36	0,32
4	Бавовна – 100	27	26	26	37	36	36	0,51	0,49	0,49	0,75	0,73	0,73

З цієї тканини виготовлено експериментальні зразки ковзаючих простирادل (Рис.4.22.), які пройшли успішну дослідну експлуатацію в Ірпінському військовому шпиталі і отримали схвальні відгуки медичного персоналу.



**Рис. 4.22. Розроблені ковзаючі простирадла**

Застосування ковзаючих простирادل матиме велике значення для впровадження сучасних ергономічних ліфтинг-технологій в практику роботи спеціалістів сестринської справи різних відділень шпиталів.

#### **4.3. Розробка та конфекціювання матеріалів на текстильні фіксуєчі ремені**

Якнайшвидше транспортування потерпілого, пораненого або важкохворого до лікарняного закладу має велике значення в комплексі заходів першої медичної допомоги. Для того, що провести його обережно, уміло і не завдати шкоди пацієнту, використовують медичні ноші, лікарняні візки або інші пристосування. Необхідним елементом у цих засобах є фіксуєчі ремені, які використовуються для закріплення та запобігання зісковзування пацієнта з метою уникнення його травмування при перенесенні (Рис.4.23.). Поширеним є також застосування аналогічних фіксуєчих елементів при проведенні операційних втручань та медичних процедур на операційних, перев'язувальних та процедурних столах. Згідно Класифікатору видів економічної діяльності (КВЕД), ці вироби відносяться



до підсекції DL 33.10.1 «Виробництво медичної техніки, включаючи хірургічне устаткування, та ортопедичних пристосувань».



**Рис. 4.23. а) Транспортування пораненого; б) носилки лікарняні**

Традиційно фіксуючі ремені виготовлялися з натуральної шкіри, зараз в якості матеріалів для них використовуються різноманітні синтетичні матеріали підвищеної міцності. І хоча проблема надійної фіксації частин тіла в нерухомому стані на час, необхідний для перевезення або медичних маніпуляцій вирішується, тим не менше, ремені можуть спричиняти пацієнту некомфортні відчуття, залишаючи після використання синці, зсадини і подразнення шкіри, що у певній категорії людей в подальшому може викликати швидкий розвиток пролежнів. Тому різними фірмами-виробниками продовжуються конструктивні вдосконалення і пошук матеріалів для виготовлення кріплень різних видів. Розробка фіксуючих текстильних кріплень з покращеними ергономічними властивостями є актуальним завданням в рамках вирішення проблеми створення інноваційних допоміжних текстильних виробів медичного призначення. Рациональна конструкція та обґрунтований вибір матеріалів дозволять створити вітчизняні конкурентоспроможні вироби, які матимуть великий попит у медичній галузі.

Конструкція текстильних кріпильних ременів для забезпечення зручної та надійної фіксації пацієнта, розроблена нами у врахуванням особливостей умов експлуатації та побажань практикуючих хірургів, представлена на Рис. 4.24.

Застібка велкро виконана у вигляді стрічки, яка проходить вздовж всього ременя. Ремінь забезпечений також застібкою-фастексом для додаткової фіксації. Завдяки широкому діапазону регулювання така система надає змогу закріплювати у необхідному положенні частини тіла будь якого об'єму та конфігурації. Аналогічні ремені, але меншої довжини і ширини, розроблені для фіксації рук та ніг пацієнта.



**Рис. 4.24. Розроблені текстильні фіксуючі ремені та їх використання на операційному столі**

Слід зазначити, що термін безперервного використання текстильного кріпильного ременя упродовж операції може складати декілька годин. Тому, крім надійної фіксації, він має не чинити надмірний тиск на тіло або частини тіла пацієнта, не передавлювати кровоносні судини, не викликати пошкоджень та подразнювань шкіри. Для цього в конструкції передбачено амортизуючу об'ємну прокладку, яка розташовується між тілом людини і ременем. Матеріалом основного чохла для прокладки запропоновано використовувати поліамідну тканину переплетення саржа 2/1 арт. 56321фП-У, яка відрізняється легкістю ( $M_S = 118 \text{ г/м}^2$ ), високою міцністю по основі і утку ( $P_{po} = 100 \text{ даН}$ ,  $P_{py} = 90 \text{ даН}$ ), задовільними значеннями повітропроникності ( $B = 70 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$ ).

Таблиця 4.2.

**Фізико-механічні властивості тканин технічних спеціальних**

№ зразка	Вміст складників сировинного складу, [%]	Найменування тканини (артикул)	Розривальне навантаження, даН		Видовження при розірванні, %		Коефіцієнт повітропроникності, $\text{дм}^2/\text{м}^3/\text{с}$ (min/max)
			по основі	по утку	по основі	по утку	
1	НПА – 100	56321П-У	100	90	30	30	70/300
2	НПА – 100	56321фП-У	90	90	30	30	70/300
3	НПА – 100	56260П-У	220	160	30	30	-
4	Бавовна – 100	6700(б)-У	100	100	20	14	-

В якості наповнювача амортизаційної прокладки нами обрано неткані голкопробивні полотна, до складу яких входять конопляні або лляні волокна. Як відомо, ці види волокнистої сировини відрізняються довговічністю, високою стійкістю до гниття, унікальним поєднанням медико-біологічних і екологічно-гігієнічних властивостей, що дозволяє з успіхом використовувати їх для виробів медичного призначення.

На технологічному обладнанні кафедри було отримано 5 видів нетканих полотен, які розрізняються за сировинним складом, товщиною і поверхневою густиною (Табл.4.3) і можуть бути застосовані для амортизуючих прокладок кріпильних ременів різної товщини і призначення.

Велике значення для створення комфортних умов користування текстильними ременями як для медичного персоналу, так і для пацієнтів, є вибір матеріалу зовнішнього зйомного чохла амортизуючих прокладок. В розроблених нами кріпленнях верхнім шаром амортизуючої прокладки є зйомний чохол, який виконано із двошарового трикотажного поліефірного полотна [25]. Це полотно, на

відміну від матеріалу основного чохла, має низький коефіцієнт ковзання, високу повітропроникність, еластичність, пружність і формотривкість та відрізняється приємними тактильними характеристиками.

Таблиця 4.3

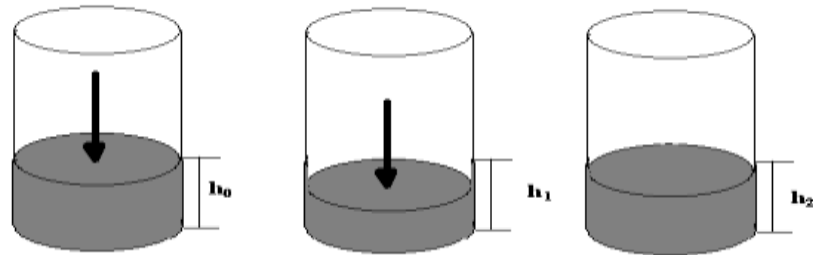
### Неткані голкопробивні полотна для амортизуючих прокладок

№ п/п	Сировинний склад	Поверхнева густина, $M_s, \text{г/м}^2$	Товщина, мм	Зовнішній вигляд
1	Конопля - 70%, ПЕ -15%, Волокно типу «ядро-оболонка» 15 %	91,3	4,2	
2	Льон - 80% Волокно типу «ядро-оболонка»- 20%	73,2	3,5	
3	Льон - 50 %, ПЕ – 50 %	34,8	2,5	
4	Льон (відбілений) - 50 %, ПЕ – 50 %	44,0	2,1	
5	Льон (відбілений) - 70 %, ПЕ – 30 %	31,3	2,4	

Стиснення відноситься до основних видів деформації, які супроводжують експлуатацію об'ємних прокладок. Якість наповнювачів залежить від стабільності товщини і пружних властивостей при стисканні в процесі експлуатації. Неткані матеріали завдяки пухкій неупорядкованій структурі можуть стискуватися під дією невеликих по значенню навантажень. Найбільш міцним елементом в структурі об'ємних нетканних матеріалів є волокна. Тому вплив стискаючих впливів на структуру нетканних матеріалів залежить від механічних властивостей скріплених волокон, тобто вплив стискаючих зусиль на

структурні характеристики залежить від природи і механічних властивостей волокон. Пружність і еластичність волокон забезпечують формостійкість.

Для порівняльного аналізу амортизуючих властивостей обраних нетканих полотен нами був запропонований простий пристрій (Рис.4.25), який представляє собою мірний циліндр достатньо великого діаметру з поршнем, виконаним із легкого пластика.



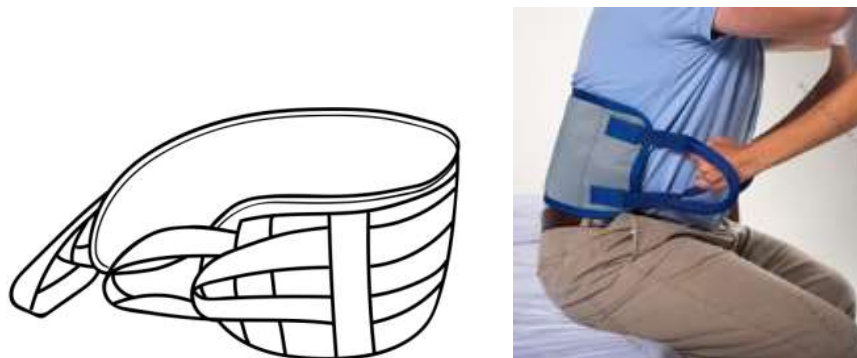
**Рис. 4.25. Схема експерименту по визначенню пружності нетканого полотна**

Зразок нетканого полотна висотою  $h_0$ , вирізаний у вигляді кола з діаметром, який дорівнює внутрішньому діаметру циліндра, поміщається в циліндр, придавлюється поршнем під дією тиску 2,5 КПа. Після витримування упродовж 10 хвилин вантаж знімається і зтиснений зразок починає розпрямлятися, піднімаючи поршень. Здатність приймати початкову форму після зняття зовнішніх впливів оцінюється різницею між вихідною висотою зразка та висотою відновлення  $h_2$ , яку він має після зняття навантаження і відпочинку упродовж 15 хвилин. Чим меншим є цей показник, тим більш пружним є неткане полотно. Аналіз отриманих експериментальних даних показав, що найбільше значення пружного відновлення мають неткані полотна №1 та №3, які, зважаючи на різницю у товщині, можуть бути використані як наповнювачі для амортизаційних прокладок, призначених для фіксації різних частин тіла.

Використання розроблених амортизуючих прокладок запропоновано нами також для деяких інших аксесуарів медичного призначення. Так, відомо, що процедурою, яка потребує великих фізичних зусиль, є переміщення пацієнта з ліжка на каталку або інвалідний візок, перегортання у ліжку та ін. Для

полегшення цих процесів в останні роки розроблено ряд текстильних допоміжних виробів, однак на вітчизняному ринку вони представлені, в основному, імпортованими товарами.

Нами запропоновано пояс спеціальної конструкції (Рис.4.26.), який зручно використовувати у ситуаціях, коли необхідно перевернути пацієнта в ліжку, підтягнути або пересадити його у крісло. Використання такого поясу значно знижує перенапруження м'язів спини і у медперсоналу, і у підопічних, зменшує ризик травмування хребта і інших органів. Пояс виконаний у вигляді широкої прямокутної манжети з двома рядами петель з боків. М'яка манжета, аналогічна розробленій амортизуючій прокладці кріпильного ремня, що охоплює тулуб, робить процес підйому максимально комфортним для пацієнта. Зовнішній шар поясу виконано із щільної поліамідної тканини полотняного переплетення Арт. 56260П-У, яка відрізняється високою міцністю



**Рис. 4.26. Пояс для підіймання і переміщення пацієнтів**

Для внутрішньої сторони поясу для запобігання зісковзування і забезпечення хороших гігієнічних властивостей має нами запропоновано використовувати бавовняну тканину полотняного переплетення Арт. 6700 (б)-У. Розроблені допоміжні текстильні вироби медичного призначення з покращеними ергономічними властивостями [26,27] нададуть зручності у використанні при під час вимушеного пересування та щоденному догляді за важкохворими.

## Висновки до розділу 4

1. Побудовано модель тертя текстильного матеріалу, використання якої надає можливість розрахувати параметри структури текстильних полотен з необхідною гладкістю або шорсткуватістю поверхні для забезпечення функціональних властивостей виробів шпитального призначення. З використанням даної моделі проведено проектування і виготовлення дослідних зразків тканин ковзаючих простирادل для переміщення нерухомих хворих.

2. З'ясовано, що використання допоміжних текстильних виробів допомагає хворим з обмеженням рухових функцій долати важкі фізичні бар'єри під час вимушеного пересування, значно спрощує різноманітні маніпуляції і дуже допомагає тим, хто здійснює догляд за хворим. Проведено удосконалення конструкції та обґрунтовано вибір матеріалів на ковзаючі простирадла, текстильні фіксуючі ремені та поясу для переміщення нерухомих хворих. Вирішальним фактором для вибору матеріалів для таких виробів є їх гладкість, яка чисельно визначається коефіцієнтом тертя, а фізично - характеризує ступінь шорсткості поверхні.

3. Для використання у кріпильних ременях та поясах різної товщини, призначених для фіксації та переміщення нерухомих хворих, отримано неткані голкопробивні полотна, до складу яких входять конопляні або лляні волокна, які відрізняються довговічністю, високою стійкістю до гниття, унікальним поєднанням медико-біологічних і еколого-гігієнічних властивостей. На основі порівняльних даних оцінки пружності полотен проведено їх вибір в якості об'ємних наповнювачів амортизаційних прокладок в розроблених виробках.

#### Список використаних джерел до розділу 4

1. Bartnik L.M., Rice M.S. Comparison of caregiver forces required for sliding a patient up in bed using an array of slide sheets. *Workplace Health Saf.* 2013. Vol. 61. p.393-400.
2. Lloyd J.D., Baptiste A. Friction-reducing devices for lateral patient transfers. A biomechanical evaluation. *AAOHN Journal.* 2006. VOL. 54, No. 3. p. 113-119.
3. Coman R.L., Caponecchia C., McIntosh A.S. Manual Handling in aged care: impact of environment-related interventions on mobility. *Safety and Health at Work.* 2018. №9. p.372-380.
4. Dreby E.C. A friction meter for determining the coefficient of kinetic friction of fabrics. *Part of Journal of Research of the National Bureau of Standards.* 1943. V. 31. October. p.237-246.
5. Stockbridge H.C. The subjective assessment of the roughness of fabrics. *J. Text. Inst.* 1957. N 48, p 26-34.
6. Bertaux E., Lewandowski M., Derler S. Relationship between friction and tactile properties for woven and knitted fabrics. *Textile Res. J.* 2007. V. 77 (6). p. 387-396.
7. Parmar M.S., Sisodia N., Maheshwar S., Vasundhara V. Development of smoothness tester for finished fabrics. *Proceedings of 57th Joint Technological Conference.* February 2017.
8. Mooneghi S. A., Saharkhiz S., Varkiani S. Surface roughness evaluation of textile fabrics: a literature review. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics.* 2014. V.9. N 2. p. 1-18.
9. Kang T. J., Cho D. H., Kim S. M. New objective evaluation of fabric smoothness appearance. *Textile Res. J.* 2001, V. 71 (5), p.446-453.
10. Xin B. X., Hu J. L., Baciu G. Visualization of textile surface roughness based on silhouette image analysis. *Text. Res. J.* 2010. V. 80(2). p. 166-176.
11. Tadesse M.G., Nagy L., Nierstrasz V., Loghin C., Chen Y., Wang L. Low-stress mechanical property study of various functional fabrics for tactile property evaluation. *Materials (Basel).* 2018. 11(12). p. 2466 – 2472.



12. Tadesse M.G., Loghin E., Pislaru M., Wang L., Chen Ya. Prediction of functional fabric comfort using fuzzy logic and artificial neural-network from finishing parameters. *Textile Research Journal*. 2019. Vol. 89. Issue 19-20. p. 4083-4094.
13. Liao X., Hu J., Li Y., Li Q., Wu X. A review on fabric smoothness-roughness sensation studies. *Journal of Fiber Bioengineering & Informatics*. 2011. V.4:2. p. 105-114
14. ДСТУ ISO 4287:2012. Технічні вимоги до геометрії виробів (GPS). Структура поверхні. Профільний метод. Терміни, визначення понять і параметри структур. Видання офіційне. Київ, Мінекономрозвитку України. 2013. 16 с.
15. Popov Valentin L. Contact mechanics and friction. Physical principles and applications. 2010. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 362 p.
16. Супрун Н.П., Рябчиков М.Л., Іванов І.О. Моделювання процесу тертя в текстильних матеріалах *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. 2020. №2 (144). С.45-53.
17. Lindsay M. Bartnik, Martin S. Rice. Comparison of Caregiver Forces Required for Sliding a Patient Up in Bed Using an Array of Slide Sheets . *Workplace health & safety* VOL. 61, NO. 9, 2013. P.393 -400.
18. Robyn L. Coman, Carlo Caponecchia, Andrew S. McIntosh. Manual Handling in Aged Care: Impact of Environment-related Interventions on Mobility. *Safety and Health at Work*. 2018. №9 P.372-380.
19. M.Fray, Sue Hignett. Using patient handling equipment to manage immobility in and around a bed. *British Journal of Nursing* Vol 24 Issue 6, 2015. P.10-14.
20. J. D. Lloyd, A. Baptiste. Friction-Reducing Devices for Lateral Patient Transfers. *AAOHN journal : journal of the American Association of Occupational Health Nurses*. 2006, VOL. 54, NO. 3. P.113-119.
21. G. Fragala, M. Fragala. Improving the Safety of Patient Turning and Repositioning Tasks for Caregivers// *Workplace health & safety*. 2014. V.62. P.268-273.
22. T.Waters, K. Rockefeller. Safe patient handling for rehabilitation professionals. *Rehabilitation Nursing*, 2010. 35(5), 216-222.
23. Bohannon, R. W. Horizontal transfers between adjacent surfaces: Forces

required using different methods. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 1999. 80(7), P. 851-853.

24. Baptiste, A., Boda, S. V., Nelson, A. L., Lloyd, J. D., & Lee, W. E. Friction-reducing devices for lateral transfers : A clinical evaluation. *AAOHN Journal*, 2006. 54(4), P. 173-180.

25. Пат. на корисну модель 62400 Україна, МПК D 04B 21/00. Основов'язаний двошаровий трикотаж. Опубл. 25.08.2011, Бюл. No 16.

26. Супрун Н.П., Іванов І.О., Ващенко Ю.О. Розробка допоміжних текстильних виробів для догляду за хворими. *Індустрія моди. Fashion industry*. 2020. №1. С. 42-50.

27. Супрун Н., Іванов І.О. Розробка допоміжних текстильних виробів медичного призначення. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасного дизайну»*, м. Київ, 23 квітня 2020 року. Київ: КНУТД, 2020. у 2 томах. Том 1. 350 с. (С.338–342).

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що існуючий асортимент текстильних виробів шпитального призначення, які виготовляють згідно нормативам і стандартам, затвердженими більш, ніж 50 років тому, часто не відповідає сучасним вимогам до утримання та лікування хворих, неповністю забезпечує необхідні гігієнічні, захисні та реабілітаційні функції. Розробка ергономічного, прилаштованого до умов експлуатації шпитального одягу з наданими захисними, лікувальними та реабілітаційними функціями покращить умови перебування хворих на лікуванні у медичних закладах і сприятиме наданню їм кваліфікованої спеціалізованої медичної допомоги на сучасному рівні.

2. Сформульовані вимоги до матеріалів для шпитального одягу, які враховують особливості видів травм або хвороби, топографію місць ураження на тілі, специфіку умов проведення медичних процедур в процесі лікування та можливість забезпечення термофізіологічного і тактильного комфорту. Встановлено, що відповідність виробів вимогам може бути забезпечена комбінацією різних функціональних матеріалів, розташованих у визначених топографічних зонах.

3. Розширено номенклатуру показників якості матеріалів включенням показників, які відображають специфіку умов експлуатації шпитальних виробів – вологоємність, визначена під дією тиску тіла лежачої людини, кінетика висушування зволоженого матеріалу при температурі поверхні тіла людини, показники запилення та очищення поверхні матеріалу, тангенційний опір для зволжених стандартним «розчином поту» тканин. Це дозволило визначити матеріали, оптимальні за властивостями для використання як основних, так і для функціональних вставок, що відповідають встановленим нормам якості для виробів даного асортименту та забезпечують пацієнтам шпиталів термо- та нейрофізіологічний комфорт при експлуатації.

4. Вперше проведено порівняльний аналіз гігієнічних властивостей інноваційних трикотажних полотен, до складу яких, крім бавовняних, входять ультратонкі поліпропіленові або поліамідні волокна, а також волокна Coolpass.

Показано, що наявність ультратонких гідрофобних волокон в структурі полотен визначає їх високі вологотранспортні властивості та вологоємність, а особливості структури - високі коефіцієнти повітропроникності, що забезпечуватиме у виробках комфортний мікроклімат підодягового простору.

5. Розроблено екобезпечну методику, за якою синтезовано нанокompозитні целюлозовмісні текстильні матеріали для виробів медичного призначення для захисту від ультрафіолетового випромінювання, досліджено їхні структурно-морфологічні та спектральні властивості.

6. Побудовано модель тертя текстильного матеріалу, використання якої надає можливість розрахувати параметри структури текстильних полотен з необхідною гладкістю або шорсткуватістю поверхні для забезпечення функціональних властивостей виробів шпитального призначення. З використанням даної моделі проведено проектування і виготовлення дослідних зразків тканин ковзаючих простирадл для переміщення нерухомих хворих.

7. За результатами дослідження розроблено та виготовлено дослідні зразки шпитального одягу та текстильних допоміжних засобів з покращеними ергономічними та експлуатаційними властивостями, як пройшли дослідну експлуатацію в Ірпінському військовому шпиталі.

## Додатки

## Додаток 1

## Технічний опис шпитального одягу для тяжкохворих

Зовнішній вигляд моделі шпитального одягу	Опис зовнішнього вигляду шпитального одягу
	<p>Комплект шпитального одягу для лежачих тяжкохворих, який складається з фуфайки та штанів, виготовлений з бавовняного трикотажного полотна. Комплект удосконаленої конструкції з урахуванням особливостей вимог, які накладаються травмами, викликаними різними видами поранень.</p> <p>Фуфайка прямого силуету, довжиною до лінії стегон з рукавом реглан. Пілочка та рукав з'єднані за допомогою застібки на кнопках, за допомогою цього конструктивного рішення створюється швидкий та зручний доступ до тулуба при проведенні медичних процедур. Для з'єднання пілочки та спинки по боковому шву та у шві з'єднання рукава розташована застібка на кнопках, це також дозволяє медичним працівникам проводити лікувальні процедури, не знімаючи фуфайку з тяжкохворого.</p> <p>Спинка фуфайки без додаткових членувань для запобігання можливості натирання в лежачому положенні хворого.</p> <p>Низ фуфайки та рукава застрочені швом у підгін. Горловина фуфайки оброблена підрізною обшивкою.</p> <p>Штани прямого силуету. Передня частина штанів по всій довжині поділена на дві частини, які з'єднуються між собою застіркою на кнопках. Такі штани не потрібно знімати для проведення медичних маніпуляцій на ногах, достатньо лише розстебнути застібку на кнопках в потрібному місці, щоб провести огляд, взяти аналізи або зробити ін'єкцію. Для запобігання виникненню натертостей задня частина штанів виконана без додаткових членувань.</p>

	<p>Пояс суцільновикроєний з частинами штанів та має регулятор ширини у вигляді еластичної стрічки з петлями та пришитими гудзиками на поясі. Низ штанів застрочено швом у підгін.</p> <p>Відмінною особливістю комплекту шпитального одягу для тяжкохворих є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- спеціально розроблений дизайн з урахуванням особливостей експлуатації;</li> <li>- покращені гігієнічні властивості за рахунок використання бавовняних трикотажних полотен;</li> <li>- конструктивні рішення, які надають медичним працівникам можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур.</li> </ul>
	<p>Фужайка призначена для лежачих тяжкохворих, виготовлена з бавовняного трикотажного полотна, удосконаленої конструкції з урахуванням особливостей вимог, які накладаються травмами плечового поясу та інших уражень верхньої частини тіла.</p> <p>Фужайка прямого силуету для запобігання контакту з пошкодженими ділянками шкіри. Довжина фужайки нижче лінії підсідничної складки.</p> <p>Пілочка з суцільнокроєним рукавом та відрізною кокеткою, яка з'єднується з нижньою частиною пілочки застібкою на кнопках. Дана конструкція надає легкий та швидкий доступ до уражених частин плечового поясу під час лікування та проведення відповідних процедур медичним персоналом. Рукав виконаний суцільним з пілочкою для зменшення кількості додаткових швів, які можуть спричинити</p>

	<p>натертості в області ураження.</p> <p>Нижня частина пілочки виконана з додатковим членуванням та складається з трьох частин: середньої та двох бокових. Середня частина пілочки з'єднується з боковими частинами застібкою на кнопках по всій довжині, що полегшує доступ до необхідних для проведення медичних маніпуляцій частин тулуба.</p> <p>Спинка фуфайки пряма. Низ фуфайки та рукава застрочено швом у підгин. Горловина фуфайки оброблена підрізною обшивкою.</p> <p>Відмінною особливістю удосконаленої моделі фуфайки для тяжкохворих є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- спеціально розроблений дизайн з урахуванням особливостей експлуатації;</li> <li>- за рахунок використання бавовняних трикотажних полотен покращені гігієнічні властивості виробу;</li> <li>- використані конструктивні рішення надають медичним працівникам можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур;</li> <li>- зменшення кількості швів за рахунок суцільновикроєних деталей виробу, зменшує ризик виникнення натертостей.</li> </ul>
	<p>Фуфайка призначена для лежачих тяжкохворих, удосконаленої конструкції з урахуванням особливостей вимог, які накладаються травмами плечового поясу та грудної клітки. Для виготовлення фуфайки було використано бавовняне трикотажне полотно з відповідними гігієнічними властивостями, фактурою та туше.</p> <p>Фуфайка виконана прямого силуету, оскільки щільне прилягання може викликати пошкодження ранових ділянок шкіри. Довжина фуфайки нижче лінії підсідничної складки.</p> <p>Пілочка з суцільнокроєним рукавом без додаткових членувань. В плечовому шві та середині рукава розташована застібка на кнопках, це конструктивне рішення дозволяє</p>

без додаткових рухів хворого проводити процедури уражених частин плечового поясу під час лікування та профілактики захворювань .

Спинка фуфайки без членувань, тому що додаткові шви та елементи можуть створювати натирання, так як більшість часу тяжкохворі проводять лежачи на спині.

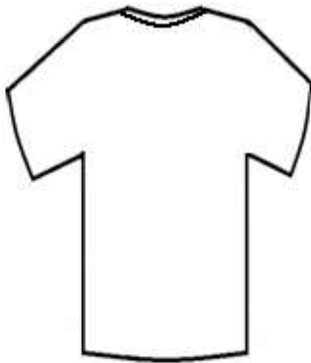
Для з'єднання пілочки та спинки по боковому шву та у шві з'єднання рукава розташована застібка на кнопках, це дозволяє від'єднувати пілочку від спинки як окрему деталь, що надає можливість проводити огляд всього тіла хворого. Якщо фуфайка використовується для хворих з травмами грудної клітки чи живота, то дана конструкція дозволяє проводити відповідні лікувальні процедури та щоденний огляд без додаткових рухів хворого при зніманні та одяганні фуфайки, що може погіршити його стан здоров'я.

Низ фуфайки та рукава застрочено швом у підгин. Горловина фуфайки оброблена підрізною обшивкою з бавовняного трикотажного полотна.

Відмінною особливістю удосконаленої моделі фуфайки для тяжкохворих є:

- спеціально розроблений дизайн з урахуванням особливостей експлуатації;
- за рахунок використання бавовняних трикотажних полотен покращені гігієнічні властивості виробу;
- зменшення кількості швів за рахунок суцільвикроєних деталей виробу, зменшує ризик виникнення натертостей.
- конструктивні рішення надають медичним працівникам можливість полегшеного доступу до частин тіла при лікуванні та профілактики захворювань.





Фуфайка для лежачих тяжкохворих виконана з трикотажного бавовняного полотна. Удосконалена конструкція враховує особливості вимог, які накладаються травмами верхньої частини тіла.

Фуфайка прямого силуету, для запобігання контакту з пошкодженими ділянками шкіри. Довжина фуфайки нижче лінії підсідничної складки.

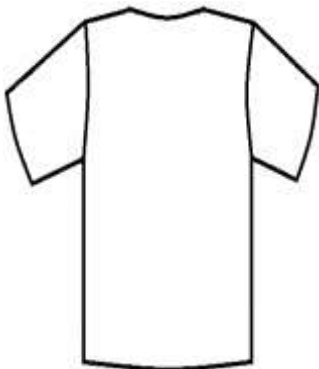
Пілочка з суцільнокроєним рукавом, складається з двох частин. Кокетка пілочки має центральну бортову застібку на кнопках та з'єднується з нижньою частиною по рельєфу застіркою на кнопках по всій довжині. За допомогою цього конструктивного рішення створюється швидкий та зручний доступ до тулуба при проведенні медичних процедур

Спинка фуфайки без додаткових членувань. Для запобігання можливості натирання в лежачому положенні хворого. Горловина футболки оброблена підрізною обшивкою.

Низ фуфайки та рукава застрочено швом у підгин.

Відмінною особливістю удосконаленої моделі фуфайки для тяжкохворих є:

- спеціально розроблений дизайн з урахуванням особливостей експлуатації;
- покращені гігієнічні властивості за рахунок використання бавовняних трикотажних полотен;
- конструктивні рішення, які надають медичним працівникам можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур;
- зменшення кількості швів за рахунок суцільнокроєних деталей виробу, зменшує ризик виникнення натертостей.



Фуфайка для лежачих тяжкохворих виконана з трикотажного полотна. Удосконалена конструкція враховує особливості вимог, які накладаються травмами, викликаними різними видами поранень.

Фуфайка прямого силуету для запобігання контакту з пошкодженими ділянками шкіри. Довжина фуфайки нижче лінії підсідничної складки.

Пілочка з вшивним рукавом складається з трьох частин. Середня частина пілочки з'єднується з боковими частинами застібною на кнопках по всій довжині, що полегшує доступ до необхідних для проведення медичних маніпуляцій частин тулуба. Середня частина пілочки має центральну бортову застібку на кнопках

Спинка фуфайки без додаткових членувань.

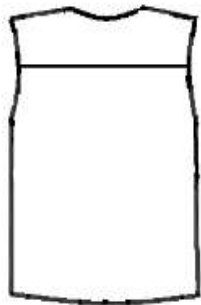
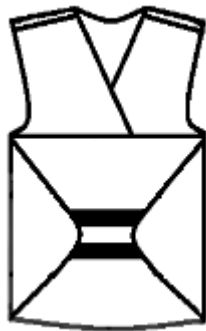
Рукав вшивний сорочковий, складається з двох частин. В плечовому шві та середині рукава розташована застібка на кнопках, це конструктивне рішення дозволяє без додаткових рухів хворого проводити процедури уражених частин плечового поясу під час лікування та профілактики захворювань

Низ фуфайки та рукава застрочено швом у підгин.

Відмінною особливістю комплекту шпитального одягу для тяжкохворих є:

- спеціально розроблений дизайн з урахуванням особливостей експлуатації;
- покращені гігієнічні властивості за рахунок використання бавовняних трикотажних полотен;
- зменшення кількості швів за рахунок суцільвикросних деталей виробу, зменшує ризик виникнення натертостей;
- конструктивні рішення, які надають медичним працівникам

	<p>можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур.</p>
  	<p>Жилет для лежачих тяжкохворих виконаний з бавовняної тканини з функціонально-конструктивними елементами, які полегшують проведення медичних процедур з урахуванням особливостей перебігу лікування. Жилет прямого силуету, довжиною нижче лінії підсідничної складки, із центральною бортовою застіркою на кнопках, з настрочними вставками на пілочці з тканини іншого кольору. Бічні зрізи жилету оброблені застіркою на кнопках. Такі конструктивні рішення надають медичним працівникам можливість полегшеного доступу до уражених частин тулуба при проведенні медичних процедур.</p> <p>Спинка жилету з пришивною кокеткою іншого кольору, без додаткових членувань. Горловина спинки жилету оброблена обшивкою.</p> <p>В плечовий шов спинки вставлені бретелі, які переходять на пілочку та фіксуються за допомогою текстильної застібки, це допомагає регулювати довжину бретель в разі використання додаткових медичних засобів під час лікування. Низ жилету застрочено швом у підгин. Відмінною особливістю комплекту шпитального одягу для тяжкохворих є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- спеціально розроблений дизайн з урахуванням особливостей експлуатації;</li> <li>- покращені гігієнічні властивості за рахунок використання бавовняних тканин;</li> <li>- конструктивні рішення, які надають медичним працівникам можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур.</li> </ul>



Жилет для лежачих тяжкохворих виконаний з бавовняної тканини з функціонально-конструктивними елементами, які полегшують проведення медичних процедур з урахуванням особливостей перебігу лікування. Жилет прямого силуету, для запобігання контакту з пошкодженими ділянками шкіри. Довжина жилета нижче лінії підсідничної складки,

Пілочка з відрізною кокеткою, яка складається з двох частин, які заходить одна на одну. Кокетка виконана з тканини іншого кольору.

Спинка жилету з пришивною кокеткою з тканини іншого кольору, без додаткових членувань. В плечовий шов для з'єднання пілочки зі спинкою вставлена текстильна застібка, що дозволяє швидкий доступ до уражених частин плечового поясу.

В бокові шви спинки для з'єднання спинки з пілочкою вставлена додаткова бокова частина з текстильною застібкою. Низ жилету застрочено швом у підгин.

Відмінною особливістю комплекту шпитального одягу для тяжкохворих є:

- спеціально розроблений дизайн з урахуванням особливостей експлуатації;
- покращені гігієнічні властивості за рахунок використання бавовняних тканин;
- конструктивні рішення, які надають медичним працівникам можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур.



Куртка для лежачих тяжкохворих виконана з бавовняної тканини з функціонально-конструктивними елементами, які полегшують проведення медичних процедур з урахуванням особливостей перебігу лікування.

Куртка прямого силуету, довжиною нижче лінії підсідничної складки, із центральною бортовою застібкою на текстильній застібці.

Пілочка та спинка з суцільнокроєним рукавом - «кімоно», що зменшує кількість швів у виробів та знижує ризик виникнення натертостей.

Борта пілочки та горловина спинки, низ рукава оброблені обшивкою з тканини іншого кольору.

Для з'єднання пілочки та спинки по боковому шву та у шві з'єднання рукава розташована текстильна застібка, що полегшує доступ до уражених частин плечового поясу та проведенні медичних маніпуляцій під час лікування.

Низ куртки застрочено швом у підгін.

Відмінною особливістю комплекту шпитального одягу для тяжкохворих є:

- спеціально розроблений дизайн з урахуванням особливостей експлуатації;
- покращені гігієнічні властивості за рахунок використання бавовняних тканин;
- конструктивні рішення, які надають медичним працівникам можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур;
- зменшення кількості швів за рахунок суцільнокроєних деталей виробу, зменшує ризик виникнення натертостей.





Куртка для лежачих тяжкохворих виконана з бавовняної тканини з функціонально-конструктивними елементами, які полегшують проведення медичних процедур. Куртка прямого силуету, довжиною нижче лінії підсідничної складки.

Пілочка з відрізною кокеткою, з двох частин, яка заходить одна на одну. Кокетка з'єднується з нижньою частиною пілочки застібкою на кнопках за допомогою цього конструктивного рішення створюється швидкий та зручний доступ до тулуба при проведенні медичних процедур не знімаючи фуфайки з тяжкохворого. Нижня частина пілочки складається з трьох частин. Середня частина від'єднується, може бути змінною, що дозволяє медичним працівникам при необхідності проводити заміну деталі виробу під час проведення лікувальних процедур.

Спинка з пришивною кокеткою з тканини іншого кольору, без додаткових членувань. Горловина спинки та пілочки оброблена обшивкою.

Рукав вшивний сорочковий, складається з двох частин. В плечовому шві та середині рукава розташована застібка на кнопках. Такі конструктивні рішення дозволяють без додаткових рухів хворого проводити процедури уражених частин плечового поясу під час лікування та профілактики захворювань. Низ куртки, рукавів застрочено швом у підгін.

Відмінною особливістю комплекту шпитального одягу для тяжкохворих є:

- спеціально розроблений дизайн з урахуванням особливостей експлуатації;
- покращені гігієнічні властивості за рахунок використання бавовняних тканин;
- конструктивні рішення, які надають медичним працівникам можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур.
- додаткові елементи членування дозволяють медичним працівникам при необхідності

	<p>проводити заміну деталі виробу під час проведення лікувальних процедур.</p>
	<p>Фуфайка для лежачих тяжкохворих виконана з бавовняної тканини. Удосконалена конструкція враховує особливості вимог, які накладаються травмами, викликаними різними видами поранень.</p> <p>Фуфайка прямого силуету для запобігання контакту з пошкодженими ділянками шкіри. Довжина фуфайки нижче лінії підсідничної складки. Пілочка з вшивним рукавом без додаткових членувань, що зменшує кількість швів у виробі та знижує ризик виникнення натертостей.</p> <p>Для з'єднання пілочки та спинки по боковому шву та у шві з'єднання рукава розташована застібка блискавка, що створює швидкий та зручний доступ до тулуба при проведенні медичних процедур та дозволяє без додаткових рухів хворого проводити процедури уражених частин плечового поясу під час лікування та профілактики захворювань.</p> <p>Спинка фуфайки без додаткових членувань. Низ фуфайки та рукава застрочено швом у підгин. Горловина спинки та пілочки оброблена обшивкою.</p> <p>Відмінною особливістю комплексу шпитального одягу для тяжкохворих є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- спеціально розроблений дизайн з урахуванням особливостей експлуатації;</li> <li>- покращені гігієнічні властивості за рахунок використання бавовняної тканини;</li> <li>- зменшення кількості швів за рахунок суцільвикроєних деталей виробу, зменшує ризик виникнення натертостей;</li> <li>- конструктивні рішення, які надають медичним працівникам можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур.</li> </ul>

## Додаток 2

## АКТ ПЕРЕДАЧІ

Ми, що підписалися нижче, лікар-травматолог Ірпінського військового шпиталю Беспаленко А.А. і представники Київського національного університету технології та дизайну професор Супрун Н.П. та аспірант Іванов І.О. склали акт про те, що кафедрою матеріалознавства та експертизи текстильних матеріалів було спеціально виготовлено та надано у дослідну експлуатацію без подальшого повернення 3 комплекти шпитального одягу для лежачих тяжко хворих у складі: блузон, брюки. Комплекти удосконаленої конструкції, виготовлені із змісованої бавовняно-поліефірної тканини (70% бавовна, 30% ППЕ)

Відмінною особливістю виробів є спеціально розроблений дизайн, який враховує специфіку умов експлуатації. Деякі деталі одягу з'єднані між собою текстильною застібкою або блискавкою, що передбачає можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур.

Лікар

Зав.кафедри МЕТМ  
КНУТД, д.т.н., проф.

Аспірант кафедри МЕТМ



Беспаленко А.А.

Супрун Н.П.

Іванов І.О.



### АКТ АПРОБАЦІЇ

Ми, що підписалися нижче, лікар-травматолог Ірпінського військового шпиталю Беспаленко А.А. і представники Київського національного університету технології та дизайну професор Супрун Н.П. та аспірант Іванов І.О. склали акт про те, що кафедрою матеріалознавства та експертизи текстильних матеріалів було спеціально виготовлено та надано у дослідну експлуатацію без подальшого повернення комплекти шпитального одягу. Відмінною особливістю виробів є блискавки у бокових швах. Такі елементи надають медичному персоналу можливість полегшеного доступу до частини тіла при проведенні медичних процедур.

Апробація наданих виробів проводилася шляхом їх використання в хірургічному відділенні. Аналіз експлуатації дозволяє зробити наступні висновки:

- Вироби відрізняються хорошими гігієнічними властивостями, легкі у догляді;
- Мають естетичний, привабливий зовнішній вигляд, який не змінюється після тривалої експлуатації;
- Забезпечують зручність при переодяганні хворих та при проведенні медичних маніпуляцій;

Дослідна експлуатація продовжується

Лікар

Зав.кафедри МЕТМ  
КНУТД, д.т.н., проф.

Аспірант кафедри МЕТМ



Беспаленко А.А.

Супрун Н.П.

Іванов І.О.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Головний лікар  
Київської міської  
клінічної лікарні №11  
Ушкевич В.А.

### АКТ АПРОБАЦІЇ

Ми, що підписалися нижче, Головний лікар Київської міської клінічної лікарні №11 Ушкевич В.А. і представник Київського національного університету технологій та дизайну професор Супрун Н.П. склали акт про те, що кафедрою матеріалознавства та експертизи текстильних матеріалів було спеціально виготовлено та надано у дослідну експлуатацію в КМКЛ №11 без подальшого повернення комплекти шпитального одягу. Відмінною особливістю виготовлених виробів є наявність конструктивних елементів, що з'єднані між собою за допомогою текстильної застібки або блискавки. Такі елементи, розташовані в області тулуба або плечей, надають медичному персоналу можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур. При цьому зняття самого виробу, що, як правило, викликає болісні відчуття у пацієнтів, не потрібне.

Апробація наданих виробів проводилася шляхом їх використання в палаті для пацієнтів центру реабілітації учасників АТО. Аналіз експлуатації дозволяє зробити наступні висновки:

- вироби мають естетичний, привабливий зовнішній вигляд;
  - комфортні в експлуатації;
  - забезпечують зручність при проведенні медичних маніпуляцій;
  - не змінюють розміри після прання.
- Дослідна експлуатація продовжується.

Лікар

Зав. кафедри МЕТМ  
КНУТД, д.т.н., проф.

Аспірант кафедри МЕТМ

Супрун Н.П.

Іванов І.О.

### АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

Ми, що підписалися нижче, директор ТОВ «Дана-мода» Іванова Людмила Іванівна і представники Київського національного університету технологій та дизайну професор Супрун Н.П. та аспірант Іванов І.О. склали акт про те, що кафедрою матеріалознавства та експертизи текстильних матеріалів були прийняті до впровадження у виробництво 3 комплекти шпитального одягу для лежачих тяжко хворих у складі: блузон, брюки. Комплекти удосконаленої конструкції, виготовлені із змісованої бавовняно-поліестерної тканини (70% бавовна, 30% ПЕ)

Відмінною особливістю виробів є спеціально розроблений дизайн, який враховує специфіку умов експлуатації. Деякі деталі одягу з'єднані між собою текстильною застібкою або блискавкою, що передбачає можливість полегшеного доступу до частин тіла при проведенні медичних процедур.

Директор ТОВ «Дана-мода»

Зав.кафедри МЕТМ  
КНУТД, д.т.н., проф.

Аспірант кафедри МЕТМ



*[Handwritten signature of L.I. Ivanova]*

Іванова Л.І.

*[Handwritten signature of N.P. Suprun]*

Супрун Н.П.

Іванов І.О.