

АНОТАЦІЯ

Одним із найважливіших факторів одужання та соціалізації дітей з обмеженими можливостями є регулярні реабілітаційні заняття, що включають спеціальні спортивні вправи та дидактичні розвиваючі ігри. Для їх проведення розроблено текстильний реабілітаційний комплект, який складається із універсального спортивного костюму та чотирьохсекційного килимка. Встановлено вимоги до матеріалів комплекту, в яких враховано особливості фізіологічних розладів організму хворих дітей, рекомендації медичних працівників і умови проведення занять. Розроблено номенклатуру показників якості, з використанням методу експертного опитування визначено їх ієрархічну структуру.

Оскільки в результаті гіпергідрозу, притаманного хворим на ДЦП, матеріали спортивного комплекту в процесі занять швидко зволожуються, проведено визначення впливу цього фактору на основні показники якості, що визначають комфортність. Встановлено, що при зволоженні повітропроникність целюлозовмісних матеріалів та їх пакетів суттєво зменшується, а шорсткість поверхні, яку оцінювали значеннями коефіцієнту тангенційного опору, значно збільшується. Введення гідрофобних волокон до сировинного складу матеріалів у оптимальному співвідношенні значно зменшує ці негативні тенденції.

Враховуючи особливості умов експлуатації реабілітаційного комплекту, запропоновано новий метод визначення здатності текстильних матеріалів розподіляти в структурі крапельно-рідку вологу при горизонтальному змочуванні. Розроблено модель, яка описує цей процес та надає змогу прогнозувати часові та геометричні параметри його завершення. Запропоновано теоретичне пояснення механізму капілярності текстильних матеріалів, отриманих з гідрофобних волокон та ниток.

Встановлено особливості впливу кольорів на психофізіологічний стан дітей з хворобами ДЦП з метою визначення кольорової гами швейних виробів,

призначених для цієї категорії споживачів. З використанням відмінностей кольору, фактури і туше текстильних матеріалів розроблено принципово нові дидактичні текстильні ігри для дітей з затримкою у розвитку, які сприяють розвитку інтелекту, дрібної моторики рук і тактильних відчуттів.

Ключові слова: діти, хворі на ДЦП, комплект для реабілітаційних занять, комфортність гігієнічні властивості, прогнозування властивостей.

SUMMARY

The thesis is devoted to the problem of choice of textile materials with predictable properties for use in products for children with cerebral palsy.

One of the most important factors in recovery and socialization of children with disabilities are regular rehabilitation activities, including special physical trainings and didactic educational games. For for exercises was developed textile rehabilitation kit, which consists of universal sports suit and four-section mat. Was established requirements for materials and for packages of materials, which takes into account the peculiarities of the physiological reactions of the body of the sick children, the recommendation of the medical workers and the instructors. Was developed a range of quality indicators, using the method of the expert survey was identified their hierarchical structure.

As a result of hyperhidrosis, that is inherent for children with cerebral palsy, materials of sport kit during training process quickly moistened. It was provided the determination of the the influence of this factor on the basic indicators of quality of materials, which makes comfort. It was found that after moisturing of cellulosome materials and their packages their permeability is significantly reduced. Also after moisturing the surface roughness increases significantly, which was evaluated by the values of the coefficient of friction. The introduction for the optimal ratio of hydrophobic fibers to the raw material composition significantly reduces these negative trends.

Taking into account the specific properties of the conditions of use of the rehabilitation package, was developed a new method of determining of the ability of textile materials to distribute the drip-liquid moisture in their structure during the horizontal wetting. Developed a model that describes this process and allows to predict the temporal and geometrical parameters of its completion. Was proposed theoretical explanation of the mechanism of capillarity of textile materials made from hydrophobic fibers and yarns.

Was estimated the peculiarities of the influence of color on the psychophysiological state of children with cerebral paralysis for the purpose to determine the color gamut of garments designed for this category of consumers. Using differences in color, texture and carcass of textile materials developed brand new didactic textile games for children with delayed development, which contribute to the intellectual development, fine motor skills and tactile sensations.

Key words: children with cerebral palsy, a kit for rehabilitation activities, comfortable and hygienic properties, prediction of properties.

ЗМІСТ

	стор.
ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ.....	
АНОТАЦІЯ.....	
ЗМІСТ.....	
ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ОДЯГУ ДЛЯ ДІТЕЙ, ХВОРИХ НА ДИТЯЧИЙ ЦЕРЕБРАЛЬНИЙ ПАРАЛІЧ.....	
1.1. Особливості текстильних виробів для дітей з обмеженими можливостями.....	
1.2. Аналіз факторів, які впливають на забезпечення комфортності одягу для дітей, хворих на ДЦП.....	
1.3. Порівняльний аналіз існуючих методів визначення вологопереносу в текстильних матеріалах.....	
1.4. Аналіз методів дослідження впливу структурних характеристик на капілярність текстильних матеріалів.....	
1.5. Порівняльний аналіз методик визначення капілярності текстильних матеріалів.....	
1.6. Нейрофізіологічний комфорт та властивості текстильних матеріалів, що його забезпечують.....	
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	
2.1. Об'єкти дослідження.....	
2.2. Розробка номенклатури показників якості матеріалів для реабілітаційних комплектів.....	
2.3. Вибір методів дослідження властивостей матеріалів для текстильних комплектів.....	
2.4. Методика визначення показника «розтікання краплі».....	

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ЧИННИКІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ КОМФОРТ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ДІТЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ.....	
3.1. Вплив кольору на психофізіологічний комфорт дітей, хворих на ДЦП під час дидактичних ігор для проведення реабілітаційних занять...	
3.2. Визначення сили відриву текстильної застібки в текстильних дидактичних іграх	
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСКОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	

ВСТУП

Інвалідність є соціальним явищем, уникнути якого не може жодне суспільство, і кожна держава відповідно до рівня свого розвитку, пріоритетів та можливостей формує соціальну та економічну політику щодо осіб з обмеженими фізичними можливостями.

Економічні та соціальні негаразди, несприятливі екологічні чинники та останні події в зонах військових конфліктів призвели до значного росту ступеню інвалідності, в тому числі серед дітей. При цьому найбільшу частку інвалідизуючих захворювань серед дітей становить дитячий церебральний параліч (ДЦП) [1, 2].

В останні роки в Україні почали приділяти увагу розробці соціальних програм в інтересах цієї групи населення [3]. Однак до числа соціальних послуг, які полегшують життя та допомагають людині-інваліду адаптуватися в суспільстві здорових людей, задачі забезпечення їх зручним одягом поки що не віднесені. Аналіз асортименту одягу для дітей-інвалідів показав, що масового виробництва спеціально пристосованого одягу для цієї категорії споживачів не існує. Між тим, звичайний одяг для них не придатний – часто він ускладнює рухи і порушує кровообіг, не враховує необхідність швидкої та зручної трансформації залежно від ситуації споживання [4–7].

Одним із найважливіших факторів одужання та соціалізації дітей з обмеженими можливостями вважаються регулярні реабілітаційні заняття, що включають спеціальні спортивні вправи та дидактичні розвиваючі ігри. Спеціалісти, які працюють з дітьми-інвалідами, відзначають, що спеціально сконструйовані та підібрані для таких занять одяг та приналежності є важливою складовою створення психофізіологічного комфорту, що сприяє активізації емоційного та розумового розвитку цієї категорії хворих.

Зважаючи на це, розробка комплектів для проведення реабілітаційних занять з дітьми, хворими на ДЦП, і науково обґрунтований вибір текстильних матеріалів для їх виготовлення є актуальною проблемою.

Мета дослідження – удосконалення методів дослідження вибору текстильних матеріалів на виробі для дітей, хворих на ДЦП, для забезпечення

комфортності під час експлуатації.

Об'єкт дослідження – процес удосконалення методів дослідження вибору матеріалів для реабілітаційних комплектів дітей, хворих на ДЦП.

Предмет дослідження – текстильні матеріали для реабілітаційних комплектів дітей, хворих на ДЦП.

Для досягнення мети треба розв'язати такі **задачі дослідження**:

1. проаналізувати сучасний стан забезпечення дітей з обмеженими можливостями спеціальними текстильними виробами;

2. визначити найбільш необхідний вид одягу;

3. встановити вимоги до матеріалів комплектів для реабілітаційних занять, урахувавши особливості фізіологічних розладів організму хворих дітей, рекомендації медичних працівників і умови проведення занять, розробити номенклатуру;

4. визначити вагомість показників якості текстильних матеріалів;

5. провести оцінку показників якості текстильних матеріалів, які визначають комфортність при експлуатації комплектів;

6. розробити принципи вибору матеріалів для створення текстильних дидактичних ігор, що сприяють розвитку розумової діяльності, тактильної чутливості та кольоросприяття у дітей, хворих на ДЦП.

Методи дослідження. Теоретичні та експериментальні дослідження базуються на основних положеннях матеріалознавства виробів легкої промисловості. При проведенні експериментальних досліджень використані стандартизовані методи визначення властивостей текстильних матеріалів, а також методи статистичної обробки результатів експерименту. Обробка експериментальних даних проводилась з використанням програми Microsoft Office Excel, Maht Cad.

Новизна результатів магістерської роботи полягає в тому, що теоретично обґрунтовано особливості вибору матеріалів на вироби для дітей, хворих на ДЦП, з урахуванням їх фізіологічного стану та умов експлуатації.

Практичне значення роботи полягає в тому, що розроблено універсальний текстильний реабілітаційний комплект для спортивних та дидактичних занять з дітьми, хворими на ДЦП.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ОДЯГУ ДЛЯ ДІТЕЙ, ХВОРИХ НА ДИТЯЧИЙ ЦЕРЕБРАЛЬНИЙ ПАРАЛІЧ

У розвинутих країнах світу питанням забезпечення людей з обмеженими можливостями, і, особливо, дітей, зручним функціональним одягом різного цільового призначення займаються як спеціалісти-медики, так і виробники. Такий одяг і супутні текстильні вироби, спеціально розроблені і пристосовані до конкретних умов експлуатації, значно знижують побутові незручності, полегшують догляд за хворими, сприяють їх інтеграції в суспільстві.

В Україні добре налагоджено забезпечення неповносправних членів суспільства більшістю лікувально-профілактичними виробами (бандажами, драйперсами), але немає швейних підприємств, які б займалися випуском будь-якого виду одягу для інвалідів.

Створення функціонального і комфортного одягу для дітей з хворобами опорно-рухового апарату потребує досконалого аналізу особливостей фізіологічних змін, які викликає хвороба, врахування специфічних психофізичних моментів та особливостей умов експлуатації.

Створення раціональної конструкції комплексу одягу для лікувально-профілактичних занять та науково-обґрунтований вибір матеріалів для його виготовлення можливо лише за умови визначення особливостей, які викликає хвороба, з врахуванням вимог та побажань лікарів, реабілітологів, спортивних інструкторів тощо.

1.1. Особливості текстильних виробів для дітей з обмеженими можливостями

Одяг захищає організм дитини від несприятливої дії фізичних, хімічних, біологічних та фізіолого-психологічних чинників. Він має гарантувати безпеку у користуванні та гарне самопочуття дитини. Фізіолого-гігієнічні функції одягу

визначають його зручність під час експлуатації, ступінь пристосованості одягу до дитини в стані спокою та під час руху, комфортні умови мікроклімату підодягового простору. Одяг для дітей з хворобами опорно-рухового апарату, перш за все, має відповідати загальним вимогам до дитячого одягу, зафіксованих в науково-технічній документації.

Метою введення нормативів на матеріали для дитячого одягу є необхідність забезпечення такого мікроклімату підодягового простору (температури, відносної вологості, концентрації CO₂), який би забезпечував комфортність при експлуатації виробу, а також відсутність мігруючих шкідливих речовин.

На даний час діє декілька нормативних документів, в яких містяться рекомендації щодо вибору текстильних матеріалів (ТМ) для дитячого одягу, в основному, в них нормується вміст хімічних волокон [8–14]. Також вказуються вимоги до гігроскопічності матеріалів, але значення цього показника досить відчутно розрізняються у різних стандартах – від 13-18 % [12] та 6–9 % [8, 13, 14]. Розходження спостерігаються і в нормативах та вимогах щодо конфіцієнту повітропроникності: в ДСТУ [12] нормується значення цього показника в межах 150-300 дм³/м²·с, в ДСТУ [8, 13, 14] зафіксовано, що він має бути не менше 100 дм³/м²·с. Окрема увага в нормативних документах відведена показникам вмісту вільного формальдегіду в матеріалах для дитячого одягу. СанПіН № 42-125-4390-87 [8] не дає обмеження на цей показник для білизняного та платтяно-блузочного асортименту дитячого одягу вміст вільного формальдегіду нормується, згідно з [11, 14], в межах >75 мкг/г, для верхнього одягу >1000 мкг/г, для підкладкових тканин >300 мкг/г. В ГОСТ [12], який гармонізований з вимогами міждержавних стандартів, містяться найжорсткіші вимоги до вмісту вільного формальдегіду – не більше 20 мкг/г.

Обираючи матеріали для виробів, які будуть експлуатуватися дітьми-інвалідами, слід дотримуватись найжорсткіших вимог щодо сировинного складу та властивостей матеріалів, які впливають на нормальну життєдіяльність організму. Для створення комфортного одягу для дітей з обмеженими

можливостями при виборі матеріалів та розробці конструкції, необхідно враховувати їх фізіологічні особливості, викликані хворобою та значні відхилення в будові тіла

Згідно з класифікацією, розробленою Всесвітньою Організацією здоров'я, розрізняють 5 основних форм захворювання на дитячий церебральний параліч: диплегійну, геміплегійну, статичну диплегійну, гіперкінетичну та подвійну геміплегійну форми [16]. Кожна з них має свої специфічні ознаки і дає різні наслідки на статуру та фізіологічні особливості хворих.

Найчастіше серед хворих на ДЦП спостерігається спастична диплегія, яка характеризується рухливими розладами, більш вираженими для нижніх кінцівок, а ступінь ураження рук може змінюватися від парезів до легкої моторної неловкості. При геміплегійній формі найтяжче уражуються руки. Гіперкінетична форма характеризується насильними рухами різного характеру, фтонично-атоксична або в'яла форма. Найбільш тяжкою формою хвороби є подвійна геміплегія, яка характеризується рухливими розладами в усіх кінцівках. При всіх формах захворювання постійна асиметрична поза призводить до порушення механізму рівноваги, що викликає нестійку позу.

Із-за особливостей протікання хвороби, фігури дітей з ДЦП за морфологічним ознакам зовнішньої будови тіла не відповідають рамкам

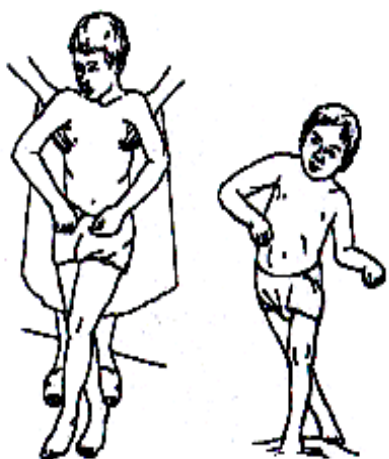


Рис.1.1. Зміни тілобудови дітей з хворобами опорно-рухового апарату

типової дитячої фігури [17], тому виникла необхідність їх класифікувати [18]. Найчастіше зустрічається зміна осанки на рівні шийної точки, різний нахил плечей, зміщення плечових точок до фронтальної площини, дефекти верхніх та нижніх кінцівок (рис. 1.1.).

Саме тому, обираючи конструкцію одягу для цієї категорії споживачів, слід враховувати цілий ряд проблем, пов'язаних з естетичними властивостями одягу (наприклад, передбачити можливість трансформації виробу, здатність

корегувати довжину його окремих деталей і т.п.), що дозволять зорозво зменшити асиметрію, забезпечити вільний рух спасетованих кінцівок, забезпечити можливість самостійного одягання та знімання, зручність у використанні. Також необхідно враховувати, що місця розташування ліній трансформацій необхідно розташовувати таким чином, щоб лінії членування не потрапляли на лімфовузли.

Однією з фізіологічних особливостей протікання хвороби ДЦП є суттєво підвищене потовиділення (гіпергідроз) та погана терморегуляція організму, що значно впливає на особливості вимог щодо вибору матеріалів та забезпечення усіх складових комфорту при експлуатації. Ці особливості протікання хвороби вимагають урахування таких факторів, як зміна гігієнічних властивостей текстильних матеріалів за рахунок намокання (потовбирання), можливе підвищення жорсткості та утрублення фактури зволоженого матеріалу, що може викликати подразнювальні шкіряні реакції. Крім того, при виборі матеріалів слід враховувати стійкість пофарбування матеріалів одягу до дії поту, слини, до сухого та мокрого тертя, відсутність в складі матеріалу шкідливих речовин, які можуть мігрувати до шкіри тіла дитини. Зменшення цих негативних тенденцій можна досягти раціональним вибором матеріалів як для різних шарів пакетів одягу, так і навіть для різних його ділянок. Враховуючи сучасні тенденції забезпечення можливості адаптації дітей з інвалідністю у суспільстві, однією з важливих вимог до одягу цієї категорії споживачів має бути схожість (ідентичність) з одягом здорової дитини. Він має нівелювати їх інвалідність, при цьому виконуючи деякі специфічні функції.

Проведений аналіз патентів останніх років, присвячених розробці швейних виробів для інвалідів, показав, що зареєстровано ряд розробок, в яких вирішуються окремі питання цієї проблеми (наприклад, [18–24]). Однак для дітей-інвалідів таких розробок значно менше [25–27], спрямовані вони в основному, на вирішення конструктивних задач або для навчання руховим навичкам у дітей з ДЦП в спеціалізованих закладах під наглядом медичних працівників.

Таким чином, обираючи матеріали для спортивного комплексу, необхідно враховувати як загальні вимоги, що пред'являються до виробів дитячого асортименту, так і специфічні вимоги, що накладаються фізіологічними розладами, викликаними перебігом хвороби та умовами проведення реабілітаційних занять.

1.2. Аналіз факторів, які впливають на забезпечення комфортності одягу для дітей, хворих на ДЦП

Комфортність одягу – одна з найважливіших умов його придатності для експлуатації. Особливо це стосується одягу для дітей з обмеженими можливостями. Одяг не є пасивним покривом тіла, він створює оболонку, що зберігає локальний мікроклімат у підодяговому просторі, регулює функцію тепловиділення, і допомагає організму дитини у встановленні теплового балансу.

Поняття “комфортність одягу” враховує взаємні впливи та взаємозв'язок різних чинників, і виражається, як правило, трьома умовними складовими: термофізіологічним, нейрофізіологічним і психофізіологічним комфортом [28–31]. Якщо поняття психофізіологічного комфорту є доволі суб'єктивним і визначається, в основному, особистим сприйняттям людини, то дві інші складові комфорту можуть бути досить об'єктивно заміряні та оцінені. Нейрофізіологічний комфорт визначається механозалежними відчуттями при контакті тіла людини з матеріалами одягу (жорсткість, шорсткість і т.п.). Термофізіологічний комфорт характеризує забезпечувану за рахунок одягу можливість організму пристосовуватися до змін у навколишньому середовищі з метою підтримки більш-менш постійної температури і вологості шкіри, а також забезпечення нормального шкірного дихання. Рекомендації щодо вибору матеріалів, за допомогою яких вирішується питання комфортності одягу вже розроблені для деяких категорій інвалідів [4, 5, 32–35], але для одягу дітей з хворобами ДЦП це питання вивчалось дуже мало [35].

Для оцінки комфортності, що є важливим етапом в виборі матеріалів для одягу використовується декілька методів. Перший метод передбачає проведення дослідної експлуатації, але він є найбільш витратним. Другим методом є визначення фізіолого-гігієнічних показників за даними, отриманими в статичних або динамічних умовах в спеціально обладнаних лабораторіях, де підтримуються кліматичні умови, ідентичні експлуатаційним, а рівень енерговитрат задається за допомогою спеціальних приладів – велоергометрів, доріжок, що рухаються, дослідних стендів і т.п. При цьому фіксується зміна показників фізіологічних характеристик дослідника [36]: температура тіла, артеріальний тиск і частота серцевих скорочень, температура і вологість повітря в підодяговому просторі, вміст вологи в матеріалах пакета одягу. Для виміру цих характеристик використовуються різні види приладів і устаткування; враховується також суб'єктивна оцінка, що дає людина в описовій формі [37–43]. Таку оцінку можна проводити з використанням манекенів різних конструкцій, у тому числі “потіючих манекенів” [42, 43]. З їхньою допомогою проводяться дослідження різних видів одягу з реєстрацією зміни параметрів стану людини, що відповідають за відчуття термофізіологічного комфорту (наприклад, температури і вологості шкіри). Оцінки, отримані такими методами, досить близькі до реальних, однак ціна таких манекенів дуже висока.

Новим напрямом у прогнозуванні комфортності виробів стало використання концепції зонування – складання умовної карти тіла людини, яку запровадили деякі фірми-виробники функціонального одягу. За допомогою сучасних приладів виявляються зони з різною інтенсивністю тепловиділення, визначається сила тиску різних ділянок тіла при контакті з різними предметами в процесі виконання фізичних вправ, розробляється фізичний інтерфейс людини (рис. 1.2). Масив даних, отриманих таким чином, називають «електронною шкірою» людини, він є базовим для нового напрямку у проектуванні одягу – так званого, «фізіологічного дизайну».

Незважаючи на наявність сучасних приладів, у переважній більшості комфортність одягу прогнозується за даними, отриманими при визначенні властивостей матеріалів.

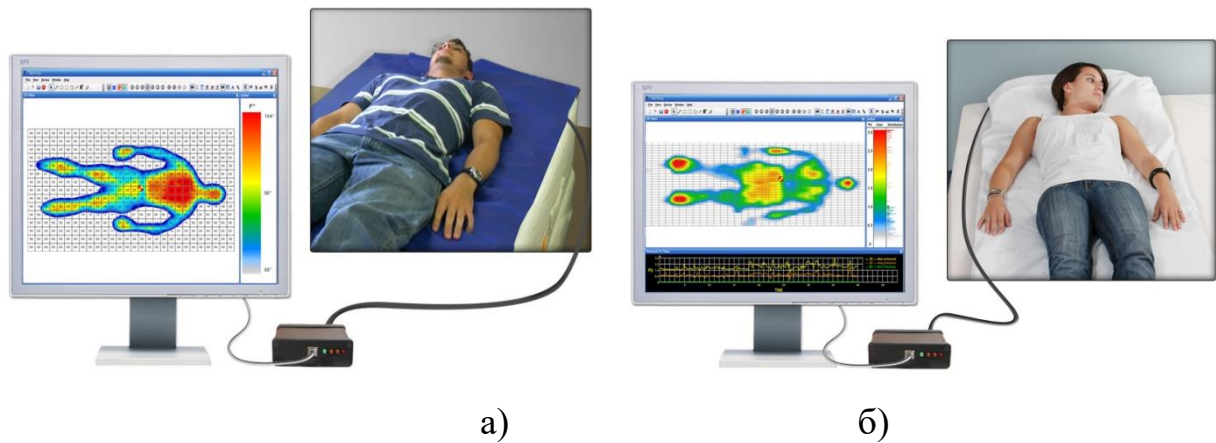


Рис. 1.2. Експерименти по визначенню розподілу температури тіла (а) та величини його тиску (б) у лежачому положенні [42]

При цьому вагомість цих показників зумовлена призначенням виробу, умовами його експлуатації та ін. Для більшості виробів побутового призначення до найбільш вагомих показників якості, що визначають параметри мікроклімату, є коефіцієнти повітро-, паропроникності та здатність ТМ виводити крапельно-рідку вологу з підодягового простору.

Процес проходження повітря в одязі пов'язаний з явищами дифузії, конвекції під впливом тепла, яке виділяється тілом людини, виникненням різниці тисків між підодяговим простором та навколишнім середовищем. Цей процес залежить як від особливостей будови самого ТМ, так і від зовнішніх рушійних сил. Вивченню впливу різних характеристик будови на повітропроникність матеріалів присвячено такі роботи [44–51].

Проникнення повітря через ТМ відбувається по міжнитковим і внутрішнім порам, розташованим перпендикулярно або похило до площини тканини і повітряного потоку. Кількість пор, їх форма, розміри та розподіл по розмірах, характер внутрішньої поверхні визначаються такими основними параметрами будови ТМ, як вид переплетення, щільність ткацтва, лінійна густина і крутка ниток, число елементарних ниток у комплексній та ін.

Встановленню взаємозв'язку між показниками структурних характеристик ТМ із їх спроможністю пропускати повітря присвячено ряд робіт (наприклад [44, 48]). Основна мета таких досліджень полягала в пошуку можливості прогнозування

повітропроникності за параметрами будови ТМ, найчастіше, по показнику значення наскрізної пористості. Предметом досліджень служило, як правило, установлення кореляції експериментально отриманих значень повітропроникності з показниками, що побічно характеризують пористість. Автори [49,50] вивчали зміни спроможності ТМ пропускати повітря при зміні їхньої вологості за рахунок заповнення пор вологою і зменшення їхніх поперечних розмірів через розбухання волокон. Однак до цього часу однозначної функціональної залежності повітропроникності від значення наскрізної пористості, структури та вологовмісту не встановлено. Тому вивчення залежності повітропроникності від структурних характеристик матеріалу та його вологовмісту залишається актуальним.

1.3. Порівняльний аналіз існуючих методів визначення вологопереносу в текстильних матеріалах

Вивчення та прогнозування процесів вологопереносу в матеріалах та пакетах матеріалів одягу є особливо важливим в виробках для дітей з ДЦП, враховуючи підвищене потовиділення, викликане хворобою. Відомо, що людина відчуває і реагує на дуже незначну зміну значень вологості (3–5 %) у підодяговому просторі [40], тому підвищені значення цього показника створюють відчуття дискомфорту. Для описання вологообміну організму людини з навколишнім середовищем важливо знати, яка кількість водяної пари і з якою швидкістю може бути видалена через одяг від тіла людини.

Вологопередача 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 [52–59].

Як відомо [56], пори в матеріалах диференціюються на мікро- і макропори, що обумовлює різний механізм вологопереносу. Оскільки середня довжина вільного пробігу молекули повітря при нормальному атмосферному тиску

складає близько 10^{-7} м, макропори (з радіусом більш 10^{-7} м) заповнюються вологою тільки при безпосередньому контакті з рідиною, в них реалізується дифузійний механізм вологопереносу. Мікропори (з радіусом менш 10^{-7} м) заповнюються вологою за механізмом капілярної конденсації, в них реалізується ефузійний механізм вологопереносу (молекулярне протікання), плівкове протікання рідини по стінках мікропор і протікання рідини під дією градієнту капілярного потенціалу при повному заповненні макропор.

У процесі просочування водяної пари (як через пори матеріалу дифузією, так за механізмом сорбції-десорбції) може мати місце конденсація пари, внаслідок чого волога переміщується не тільки в газоподібному, але і в рідкому стані під дією градієнту капілярного потенціалу. З цієї причини найчастіше цей процес називають вологопровідністю. Таким чином, вологопровідність – це комплексний показник, який характеризує здатність матеріалу до поглинання крапельно-рідкої вологи, переміщенню вологи в глибину матеріалу та віддачі її в оточуюче середовище.

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, тобто градієнтами цих величин. На процеси вологопереносу значний вплив має сировинний склад матеріалу. Експериментально було показано [57, 58], що через гідрофобні тканини водяна пара, не поглинаючись, проникає, в основному, через наскрізні пори, гідрофільні матеріали проводять пари води навіть при мінімальних значеннях наскрізної пористості [59]. Однак при поверхневому заповненні тканини, меншим 90% і ваговому заповненні менш 35%, природа волокна практично не впливає - істотної різниці в показниках відносного опору проходженню пари між тканинами з гідрофобних і гідрофільних волокон немає [55, 56].

Незважаючи на важливість оцінки вологопровідних властивостей матеріалів, універсальної методики, за допомогою якої можна було б визначити комплексний процес вологопереносу дотепер немає. У більшості випадків

визначається здатність ТМ пропускати через свою структуру паро- повітряну суміш за умов створення по обидві сторони матеріалу градієнту температур або вологості.

В зарубіжних країнах використовуються різні стандартизовані методики [60-63] для дослідження вологопровідності ТМ. В ISO 11092 [60] використовують прилад (рис. 1.3, а), з використанням якого в процесі дослідження розраховують опір випаровуванню (1.1), який створює ТМ, розміщений на пористій пластині, з температурою 35°C, що вкрита целофановою мембраною, до якої знизу підведена вода.

$$R_{et} = \frac{A(P_S - P_a)}{H - \Delta H_E} \quad (1.1)$$

де R_{et} - загальний опір випаруванню, $\text{м}^2 \cdot \text{Па} / \text{Вт}$; A - площа зразка, м^2 ; P_S - тиск водяної пари на поверхні пластини, Па ; P_a - тиск водяної пари повітря, Па ; H - потужність нагріву, Вт ; ΔH_E - корекційний коефіцієнт для потужності нагріву, Вт .

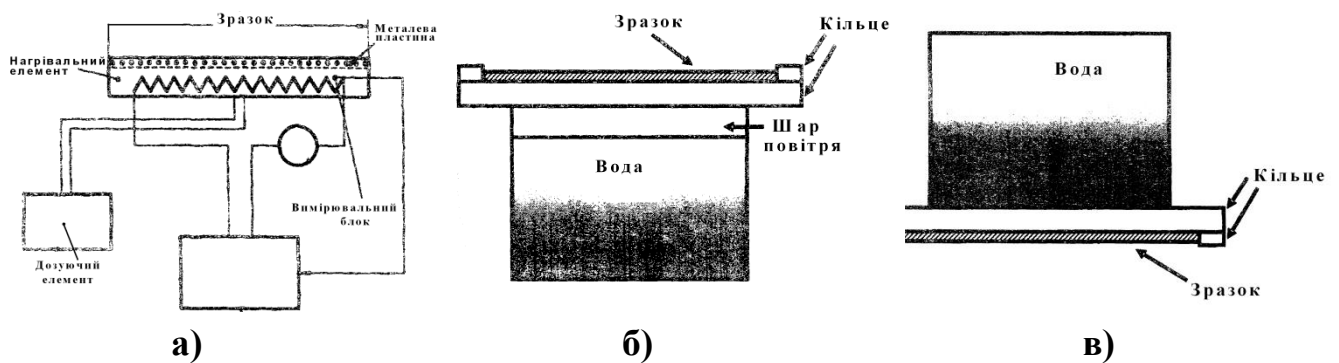


Рис. 1.3. Схеми приладів для визначення показника паропроникності згідно: а) ISO 11092 ; б) ASTM E96 1995 методика прямої чашки, в) ASTM E96 1995 методика перевернутої чашки

В стандарті ASTM E96 1995 [61] вологопроникність WVT ($\text{г} / \text{м}^2 \cdot \text{год}$) визначається за методикою прямої чашки (рис 1.3. б) та розраховується за

різницею ваги чашки до випробування та після випробування:

$$WVT = \frac{G \cdot 24}{t \cdot A} \quad (1.2)$$

де G – різниця ваги чашки, г; t – час, за який пройшла ця зміна ваги, год;
 A – площа зразка, m^2

Визначення паропроникності за методом переверненої чашки описано в стандарті ASTM E96 1995 [61]. Відмінність від методу прямої чашки в тому, що стовп води подається зверху зразка, проходячи через мікропористу гідрофобну політетрафторетиленову мембрану (рис 1.3. в).

В стандарті ISO 15496 2004 [62] для визначення паропроникності тканин замість градієнту тиску створюється градієнт концентрації водяної пари (рис 1.4 а). Проникність зразка розраховується за (1.3) як:

$$WVT = \frac{96 \cdot (a_1 - a_0)}{A} \quad (1.3)$$

де WVT – вологопроникність, $г/м^2/за\ добу$; a_1 – маса зразка після випробування, г; a_0 – маса зразка до випробування, г; A – площа зразка, $м^2$;

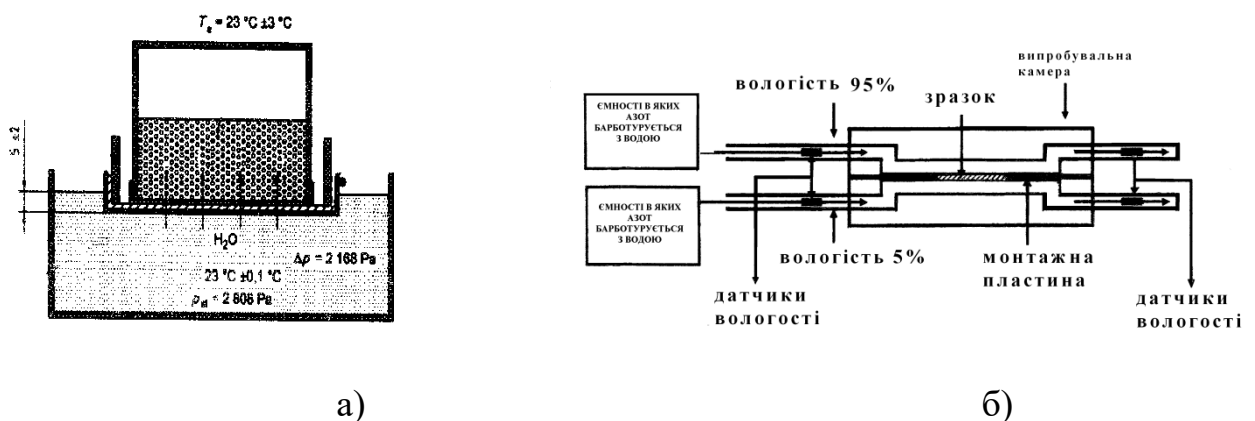


Рис. 1.4. Схема приладів для визначення паропроникності текстильних матеріалів згідно: а) ISO 15496 2004; б) ASTM F2298 2003

Набагато складнішим є апаратурне оформлення приладу для визначення вологопровідності текстильних матеріалів за ASTM F2298 2003 [63] (рис 1.4, б), де також створюється градієнт вологості, причому нульова вологість повітря досягається шляхом пропускання азоту. Для розрахунку показника швидкості проходження водяної пари через зразок WVT використовують співвідношення:

$$WVT = \frac{Q \cdot (C_2 - C_1)}{A} \cdot 1000 \cdot 3600 \cdot 24 \quad (1.4)$$

де WVT – вологопроникність, $г/м^2/за\ добу$; A – площа зразка, $м^2$; Q – об'ємна швидкість руху, $м^3/с$; C_1 - концентрація водяних парів в струмені, що входить, $кг/м^3$; C_2 - концентрація водяних парів в об'ємі повітря, що виходить, $кг/м^3$.

В нашій країні та в країнах бувшого СНГ для визначення паропроникності текстильних матеріалів використовується стандартизована методика [64], згідно якої визначається коефіцієнт паропроникності за зміною маси води в ємностях, накритих досліджуваним матеріалом, при ізотермічних або неізотермічних умовах досліджу.

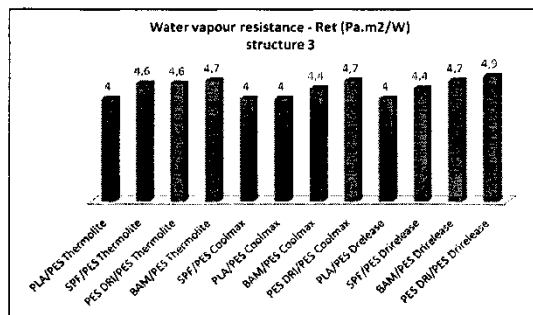
Незважаючи на наявність стандартизованих методик, дослідниками різних країн ведеться удосконалення приладів для визначення вологопровідності матеріалів. Так, у 70-х роках ХХ ст. в СРСР було розроблено установку [65] для оцінки вологопровідних властивостей, в якій визначалась кількість вологи що пройшла через зразок, за привісом маси сорбента, розташованого над пробєю матеріалу. Аналогічний принцип використовується і зараз в деяких сучасних приладах, описаних в міжнародних стандартах по визначенню вологопереносу. Автори [66], при іншому апаратурному оформленні, також визначали кількість водяної пари, що пройшла через зразок, за привісом маси сорбента (безводний хлористий кальцій).

В роботах зарубіжних дослідників широко застосовується прилад PERMETEST [67] (рис 1.5, а), який дозволяє вимірювати кількість водяної

пари, що проходить через тестовий зразок, та опір водяної пари.



а)



б)

Рис. 1.5. Зовнішній вигляд приладу PERMETEST (а), показники опору водяної пари зразків ТМ різного сировинного складу (б) (за даними[68])

Отримані з його використанням дані по вологопровідності (рис 1.5, б) дозволяють робити порівняльний аналіз матеріалів різного сировинного вмісту та способів виробництва.

Проведений порівняльний аналіз методів дослідження процесів переносу пароподібної вологи через текстильні матеріали свідчить про те, що, незважаючи на наявність кількох міжнародних та вітчизняних стандартів, а також великої кількості модифікованих методик, це питання залишається актуальним для дослідників, зважаючи на створення нових видів матеріалів, а також зміни умов експлуатації виробів, або вимог до них.

1.4. Аналіз методів дослідження впливу структурних характеристик на капілярність текстильних матеріалів

Забезпечення умов комфортного стану, крім оптимальної повітропроникності, здійснюється шляхом і виводу зайвої пароподібної вологи з під одягового простору, здійснюється також шляхом евакуації крапельно-рідкої вологи з поверхні тіла людини. Зважаючи на підвищене потовиділення у

дітей з ДЦП, ця властивість є вельми важливою при виборі ТМ та їх пакетів для одягу. Процес капілярного підняття в ТМ пов'язаний із багатьма показниками об'єкту дослідження (вид переплетення, сировинний вміст, товщина і структура ниток, напрям проби, товщина матеріалу, вид оздоблення тощо).

При безпосередньому контакті текстильного матеріалу з крапельно-рідкою вологою вона поглинається як шляхом дифузії молекул води в полімер, так і шляхом механічного захоплення її частинок структурою матеріалу. В останньому випадку істотну роль відіграють процеси змочування і капілярного вбирання. Змочування може відбуватися при повному зануренні матеріалу у воду (імерсійне змочування), або при частковому контакті води і матеріалу (контактне змочування). Контактне змочування – це повне або часткове розтікання рідини по поверхні матеріалу. Воно характеризується крайовим кутом, або кутом змочування θ , який виникає між поверхнею матеріалу і дотичною до поверхні межі рідина-повітря (рис. 1.6 а). Показник $\cos \theta$ характеризує здатність рідини змочувати дану поверхню і свідчить про ступінь гідрофільності або гідрофобності матеріалу. Крайовий рівноважний кут є однією з найважливіших характеристик змочування, його величина залежить від поверхневого натягу на межі розділу фаз. Тупий крайовий кут ($180^\circ > \theta > 90^\circ$) свідчить про погане змочування (рис. 1.6, б), а гострий крайовий кут ($90^\circ > \theta > 0^\circ$) вказує на наявність обмеженого змочування (рис. 1.6, в).

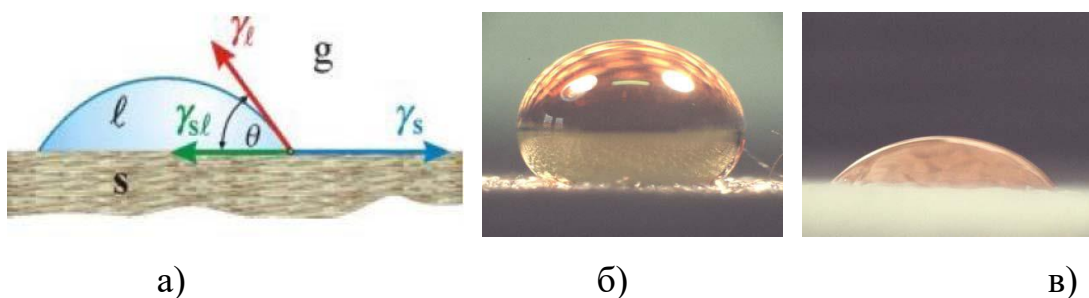


Рис. 1.6. Крайовий кут змочування (а), форма краплі на гідрофобній (б) та гідрофільній (в) поверхнях

Здатність матеріалу до змочування визначається, насамперед, хімічною

природою волокон, їх здатністю до адсорбції вологи і характером поверхні, її шорсткістю. Капілярний підйом рідини пов'язаний зі змочуванням стінок капіляра, утворенням увігнутого меніска і виникненням капілярного тиску, який прагне підняти рідину в капілярі до тих пір, поки маса стовпа рідини не врівноважиться (рис. 1.7, а).

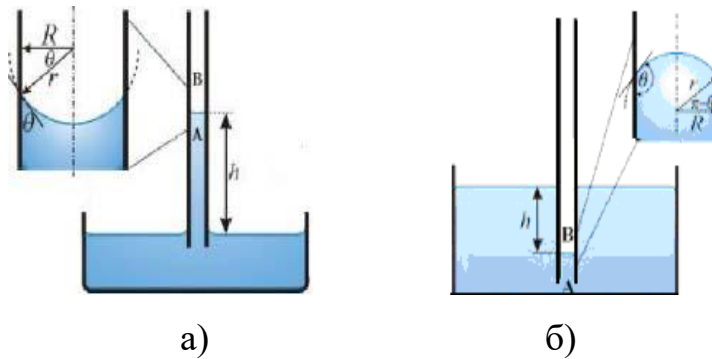


Рис.1.7. Схема підйому рідини у капілярах по гідрофільній (а) та гідрофобній (б) поверхнях капілярів

Висота підняття рідини в циліндричному капілярі описується формулою Жюрена:

$$h = \frac{2\sigma}{rg(\rho_l - \rho_v)} \quad (1.6)$$

де σ - поверхневий натяг рідини, g - прискорення вільного падіння $g = 9,81$ м/с²; ρ_l і ρ_v - щільності рідини і пари, відповідно, r - радіус меніска рідини.

При сферичній поверхні меніска рідини радіус капіляра виражається залежністю $r_k = r \cos\theta$ і формула Жюрена приймає вигляд (при $\rho_l \gg \rho_v$):

$$h = \frac{2\sigma \cos\theta}{r_k g \rho_l} \quad (1.7)$$

де θ - крайовий кут змочування.

Капілярні процеси в текстильних матеріалах фактично являють собою суммарний ефект капілярного проникнення рідини в простір між волокнами і між нитками (рис. 1.8). 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.

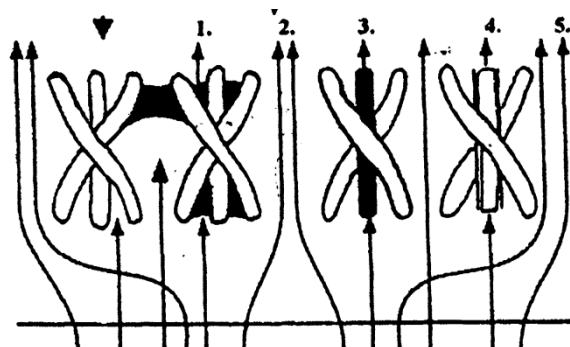


Рис. 1.8 Умовна схема вологопереносу в ТМ: 1 – шляхом капілярності; 2 – дифузії; 3 – абсорбцією та десорбцією; 4 – адсорбцією та міграцією; 5 – через вентиляційні отвори в одязі

Так, показано [69], що 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 щілеподібні порожнини, що призводить до зниження капілярності. На капілярність матеріалів впливає і структура ниток. Наприклад, в матеріалі, виготовленому із текстурованих ниток, капілярний підйом втричі більший, ніж в тому, що виготовлений із комплексних ниток такого ж хімічного складу [69].

Схематично процес капілярного підйому рідини в нитках можна представити у вигляді моделі (рис 1.9), запропонованої авторами [70]. До моделі включені такі параметри, як тонина волокна, кількість волокон в поперечному перерізі пучка і щільності їх упаковки.

Розвиток комп'ютерних технологій дозволив проводити наочне визначення процесів розповсюдження рідини в структурі ТМ. Так, в роботі [71] було

досліджено розповсюдження та перенос рідини у тканинах з філаментних ниток (рис. 1.10).

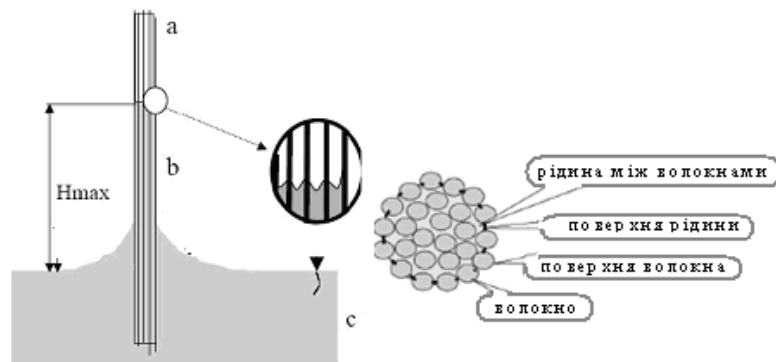


Рис. 1.9. Модель капілярного підйому рідини (за [70]): а) пучок волокон, сегмент без рідини; б) пучок волокон, сегмент з рідиною, де фіксується максимальне підняття рідини H_{max} ; с) рідина; д) фронт підняття рідини при контакті з волокнами при найбільшому значенні H_{max} .

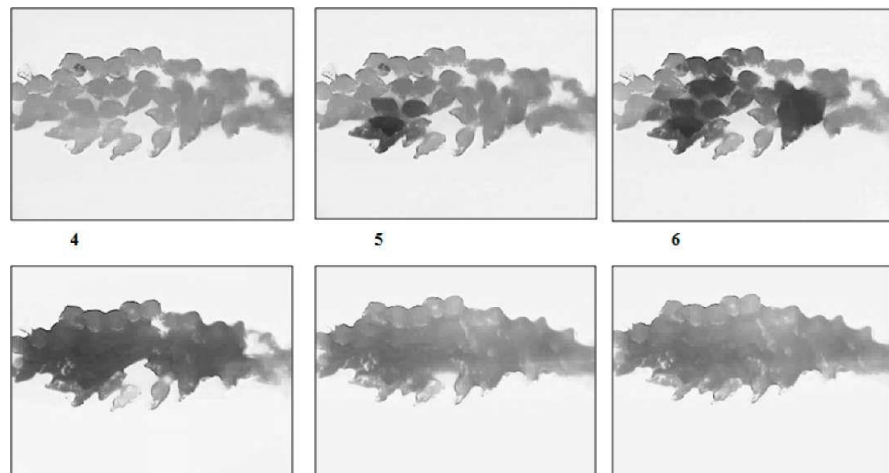


Рис. 1.10. Мікрофотографії (поперечний переріз) розповсюдження рідини в тканині, отриманої з філаментних ниток [71].

Проведена комп'ютерна обробка даних свідчить про те, що з більшою швидкістю рідина переміщується в капілярах з більш високим значенням поперечного перетину, ніж у капілярах з меншими поперечними розмірами, однак, у часі малі капіляри заповнюються першими, після чого йде заповнення великих капілярів.

Зважаючи на важливість показника капілярності для прогнозування властивостей ТМ, приділяється велика увага подальшому удосконаленню методик визначення цього показника.

1.5. Порівняльний аналіз методик визначення капілярності текстильних матеріалів

В нашій країні та країнах бувшого СНГ стандартизованим є метод дослідження капілярності ТМ при прямовисному розташуванні проби відносно поверхні води [72]. В тому чи іншому апаратному оформленні цей метод використовується в більшості країн світу. Але, при всій своїй простоті, наочності і фізичній відповідності, ця методика має ряд недоліків, на які вказують автори досліджень [73-76]. Наприклад, ряд дослідників, відзначали, що для матеріалів певних структур границя фронту підняття підфарбованої води є досить розмитою, що знижує точність замірів. Крім того, обраний час спостереження (протягом однієї години) найчастіше не забезпечує рівноважних значень капілярного підйому рідини, крім того, внаслідок різної швидкості висихання (випаровування рідини з поверхні проби) за час експерименту можуть викривлятися результати. Саме вдосконаленню процесу вимірювання капілярності надається досить багато уваги.

За допомогою капіляриметру, розробленого авторами [76], який виконаний у вигляді скляного циліндра зі шкалою, встановленого на терези, можна визначати не тільки висоту підняття рідини в ТМ за годину, але і масу рідини, що вбирається. Однак, за даною методикою складно було визначити капілярність тканин темних кольорів, оскільки контроль здійснюється візуально, що сприяє отриманню результатів з великим ступенем похибки. Для вивчення капілярності текстильних матеріалів був також розроблений капіляриметр [77], в якому фіксація висоти підняття рідини проводиться з використанням електропровідних контактів. Але він працює лише з електропровідними рідинами, та значна відстань (5 мм) між точковими

електродами унеможлиблює здійснення безперервного контролю за процесом капілярного підняття рідини, що сприяє зростанню похибки їх значень.

Авторами [78, 79] розроблено спосіб та прилад для визначення показників капілярності волокнистих матеріалів, дія якого побудована на здатності інфрачервоного випромінювання змінювати свої оптичні властивості при проходженні крізь сухі та зволожені матеріали. За допомогою приладу, підключеного до ПК, та розробленого програмного забезпечення, отримують у графічній або табличній формі інформацію про хід капілярного підняття рідини.

В останні роки модернізація метода визначення капілярності часто проводиться з використання сучасного технічного обладнання. Так, наприклад, в приладі, розробленому в роботі [80], визначається висота підйому рідини та фронт її розповсюдження за допомогою відеокамери, а обробка отриманих даних та їх аналіз проводиться в системі Матлаб. За цим методом оцінку капілярності тканин запропоновано проводити за допомогою методу вагового балансу (рис. 1.11). При цьому використовується платформа, що може рухатися догори – донизу, на якій розташовували ємність з водою. Зразки занурюють одним кінцем у воду і при цьому визначається зменшенням маси води у ємності. Характер зміни ваги відповідає тому, що надає стандартний метод визначення капілярності – спочатку маса води різко зменшувалася, потім ця зміна уповільнювалася и через деякий час маса води в ємності залишалася незмінною.

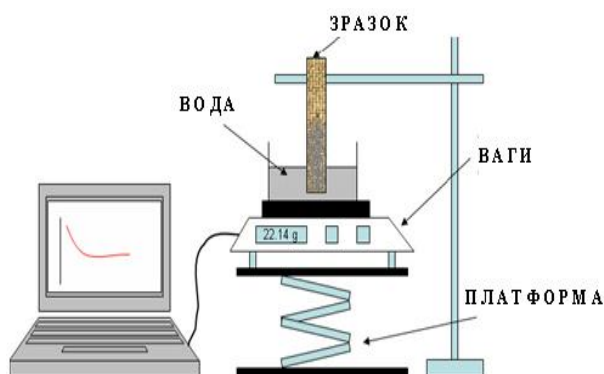


Рис 1.11 Експериментальна установка для визначення капілярності тканин (за [80])

За допомогою ще одного розробленого приладу [81] вивчався механізм розповсюдження рідини у структурі тканини при прямовисному розташуванні проби щодо дзеркала води. В процесі експерименту занурювали у воду одну довгу нитку із зразка (рис 1.12), а потім за допомогою оптичного пристрою спостерігали, як заповнюється рідиною площа зразка.

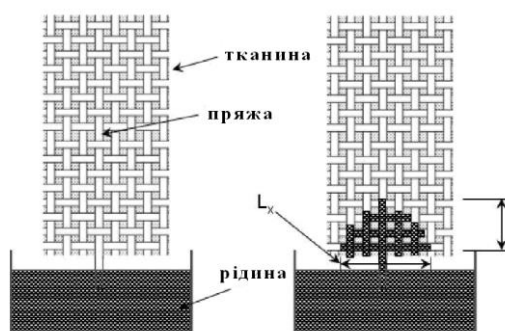


Рис. 1.12. Схема експериментальної установки для визначення розповсюдження рідини в структурі матеріалу (за [81])

Авторами робіт [82, 83] на основі широкого експериментального матеріалу було доведено, що капілярність текстильних матеріалів, при її визначенні за методикою занурення одним кінцем у рідину, не залежить ні від довжини проби, ні від її ширини або від відстані до дзеркала води, а зумовлюється тільки властивостями ТМ, визначальними з яких є індивідуальні властивості ниток та щільність ткацтва.

Капілярність тканин визначається швидкістю підняття рідини в нитках, і залежить від структури ниток, та від швидкості, з якою рідина мігрує від повздовжніх ниток до поперечно розташованих, і від поперечних знов до повздовжніх. Нитки з високими капілярними властивостями забезпечують високі капілярні властивості тканин, причому, чим нижчою є щільність ниток, тим кращою є капілярність. Вид ниток, ефективний розмір капілярів в них, впливає на процеси міграції рідини і, відповідно, на капілярність. Було визначено [71], що використання кручених ниток в якості нитки основи і філаментних, або дуже слабо скручених ниток – в утоку, значно підвищує міграційні процеси і, таким

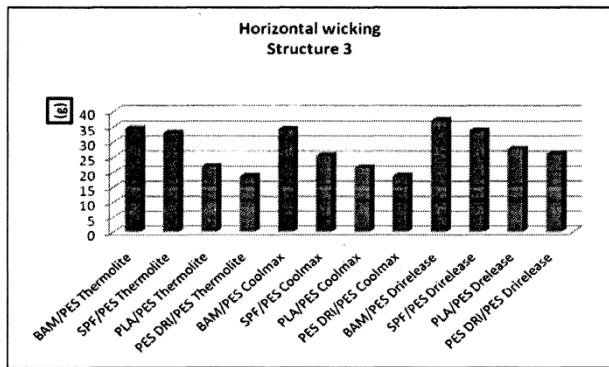
чином, забезпечує підвищені капілярні властивості тканини в цілому. Чим більшою є відстань між нитками в тканині, тим більша кількість рідини нею захоплюється. Однак існує певний рівень, вище якого між нитковий простір не заповнюється рідиною і капілярність не збільшується.

Для багатошарових текстильних полотен, які зараз широко використовуються у різних виробках, капілярність, визначена за стандартизованою методикою, відрізняється по шарам матеріалу. При цьому рідина не тільки нерівномірно піднімається вздовж зразка по шарам, але й проникає з одного шару в інший, що автори [84–86] пояснюють як початковою відмінністю капілярності вихідних полотен, так і утворенням додаткових капілярів, розташованих усередині композиційного матеріалу. При дослідженні капілярності двошарових ТМ та натуральних шкір [84, 86] такий ефект нерівномірного розподілу рідини по шарам матеріалу автори пояснюють наявністю конусоподібних капілярів в структурі, в результаті чого спостерігається інтенсивне перетікання рідини від широкого кінця до вузького. Однак, рядом дослідників відзначалось [83–86], що капілярність, визначена за принципом взаємодії дослідного матеріалу і стовпа рідини, не завжди надає повну інформації про реальний розподіл рідини у полотні.

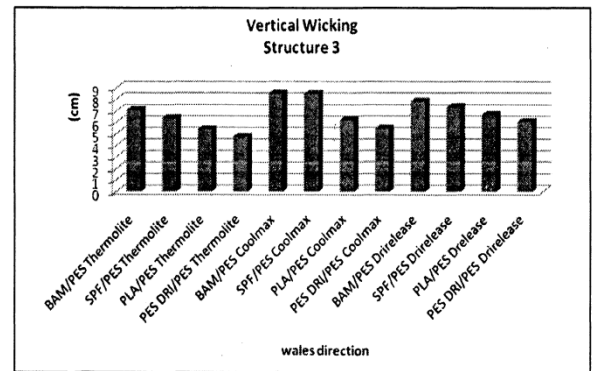
При експлуатації вироби із текстилю найчастіше взаємодіють із рідиною (потом) при горизонтальному контакті і саме швидкість та повнота вбирання рідини горизонтально розташованими порами визначає комфортність. Саме тому інтерес дослідників направлений на розробку методів оцінки капілярності при горизонтальному контакті поверхні матеріалу і рідини.

Автори [87] на прикладі ряду текстильних полотен проводили порівняльний аналіз значення показника капілярності при вертикальному та горизонтальному положеннях (рис. 1.18). Отримані данні свідчать про якісно різні характеристики одних і тих самих матеріалів при різних методах та відсутність кореляції даних, отриманих цими двома методами.

При описанні та моделюванні явищ розповсюдження в структурі тканини нанесеної рідини, як правило, виділяють дві фази [88].



a)



б)

Рис.1.13. Графіки капілярності по горизонталі (а) та по вертикалі (б) [87]

В першій фазі процес розповсюдження вологи проходить в умовах, коли крапля ще присутня на поверхні тканини. Друга фаза характеризує процес розповсюдження рідини, після того, як крапля повністю адсорбується тканиною.

Для описання першої фази були запропоновані достатньо складні математичні моделі розтікання [88–91], що описуються рівняннями, до яких входять, в різних співвідношеннях, такі величини, як об'єм рідини, її в'язкість, поверхневий натяг, радіус утвореної плями та ін. В другій фазі, завдяки дифузії вологи в структурі ниток, швидкість розповсюдження площі вологої плями (у випадку гідрофільних тканин) описується експоненціальною залежністю, причому вид її залежить від величини крайового кута змочування.

Капілярна структура волокнистого матеріалу (тканин, трикотажних та нетканих полотен) утворюється капілярами з змінними розмірами і формою в площині, які змінюють поперечний переріз [90, 91]. Рівняння Жюрена, по суті, є тільки якісним обґрунтуванням методу капілярного підняття. Подальша зміна формули Жюрена, наприклад, з урахуванням того, що пряжа являє собою не окреме елементарне волокно, а пучок елементарних волокон з різними формою поперечного перерізу, ступенем крутки [92–96], не змінює якісно картину: в якості механізму капілярного підняття приймається підйом стовпа рідини по капіляру, один кінець якого занурений у рідину, що змочує.

Таким чином, аналіз методів визначення капілярності ТМ показав, що

поряд із загальноприйнятою методикою, при якій оцінюється висота підняття рідини при зануренні в неї зразка одним кінцем, останнім часом все більшу увагу привертають процеси розповсюдження рідкої вологи в матеріалах при горизонтальному контакті. Слід також відзначити, що, незважаючи на велику кількість наукових робіт присвячених розвитку теоретичних основ капілярності в ТМ, ці процеси ще не до кінця досліджені. Так, наприклад, з позицій сучасних підходів важко пояснити, чому явище капілярності притаманне не тільки гідрофільним, але й деяким гідрофобним матеріалам.

1.6. Нейрофізіологічний комфорт та властивості текстильних матеріалів, що його забезпечують

Нейрофізіологічний комфорт є також важливою складовою комфортності виробів для дітей з ДЦП. На відчуття нейрофізіологічного комфорту впливає ряд показників, які визначаються певними властивостями матеріалів (фактура, шорсткість поверхні, здатність до зминання, створення заломів та ін.), а також особливостями сенсорної та нервової систем людини – наприклад відчуття холоду або тепла при контакті.

Фактура матеріалу відображає особливості характеру поверхні, різко відрізняє один вид текстильного полотна від іншого, роблячи їх несхожими, самобутніми. В одному випадку це може бути яскравий блиск щільної поверхні гладких шовкових тканин або стримане мерехтіння металізованих ниток, в іншому – крепова поверхня, м'яке туше і відчуття теплоти тканин із текстурованих ниток, рельєфна поверхня гофрованих тканин. Вид фактури матеріалу зумовлюється, насамперед, видом структурою і товщиною ниток, видом переплетення та способом заключної обробки. Використовуючи різні види текстильних ниток, різні ткацькі переплетення, а також різні види заключної обробки, можна отримувати різноманітні види фактури матеріалів. Виділяють такі основні види фактури текстильних матеріалів: рівна, гладка, шорсткувата, визерунчасто-гладка та визерунчасто-рельєфна, ворсова,

повстеподібна, фасонна, рустикальна [97].

Властивості матеріалів, які забезпечують відчуття приємності на дотик, залежать від ступеню контакту поверхні матеріалу та шкіри (рис. 1.13.а) і визначаються особливостями будови ниток та видом їх переплетення у матеріалі, фактурою поверхні, відчуттям прохолоди або тепла при дотику (що визначається значеннями коефіцієнту теплопровідності) та ін.

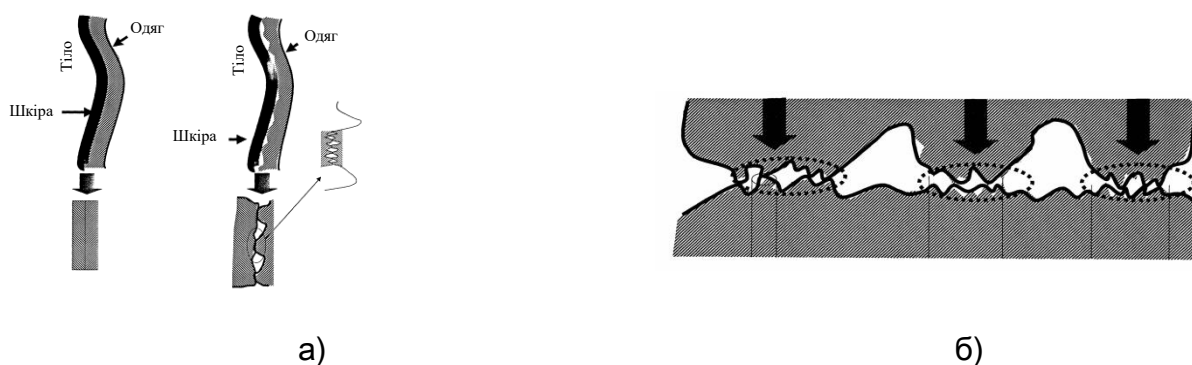


Рис. 1.13. Різний рівень контактів (а) та макроскопічні та мікроскопічні площі контакту “текстильний матеріал – шкіра”(б)

Так, наприклад, гладка поверхня при контакті з тілом може викликати відчуття прохолоди, оскільки при збільшеній площі контакту повітряний прошарок, який саме і забезпечує теплозахисні властивості, практично відсутній.

Важливим фактором, який зумовлює відчуття комфортності, є реальна площа контакту одягу з тілом людини. Цей показник, зумовлений особливостями структури ниток та поверхні матеріалу, характеризується наявністю мікро- і макроконтатів текстильного матеріалу із шкірою, чим більшою є площа таких контактів, тим більшим є тиск на шкіру і, відповідно, тим менше комфортність (рис. 1.13.б).

На нашу думку, коефіцієнт тангенційого опору може слугувати показником ступеню контакту двох поверхонь – шкіри тіла людини та матеріалу одягу. Як відомо [69], цей показник відображає сили тертя та чіпкості, які виникають при переміщенні одній поверхні по іншій. При

використанні методу похилої площини чим більшим є такий контакт, тим більшим має бути значення кута нахилу α , при якому колодка починає рухатися по площині.

Важливий вплив на комфортність накладає також здатність ТМ створювати заломы, складки і т.п., особливо під впливом вологи та температури. Ці властивості визначаються в основному зміною інтенсивності теплового руху макромолекул, які викликають перехід полімера в склоподібний, високоеластичний та в'язкотекучий стан. Змогу дослідити зміни фізичного (або фазового) стану полімеру при варіюванні температур надає термомеханічний аналіз. Графічно термомеханічна крива передає залежність деформації полімеру при сталому невеликому навантаженні, яке не приводить до зміни структури, від температури, значення якої відповідає переходу до кожного стану.

Зважаючи на те, що вибір матеріалів для одягу дітей з ДЦП буде проводитися серед целюлозовмісних матеріалів, важливим питанням є встановлення для них температурних інтервалів релаксаційних переходів, особливо за участю води (поту) як пластифікатора. Целюлоза є дуже жорстколанцюговим полімером, однак з використанням спеціально розроблених методик (в основному, за додаванням певних видів пластифікаторів) рядом авторів [100–104] були отримані термомеханічні криві як для целюлози, так і для деяких целюлозовмісних матеріалів.

Отримані дані свідчать про те, що при наявності пластифікатора (в тому числі і води) сегментальна рухливість ланок целюлози виявляється не тільки в області високих ($100\text{--}200^\circ$) температур, але й при більш низьких температурах (рис. 1.14). Характерними для цих кривих є те, що переходи, які відбуваються в матеріалах, не завжди явно виражені в низькотемпературних областях, що затрудняє знаходження характерних точок. Полегшити цей процес може запропонована авторами [98, 99] методика розрахунку, яка складається в тому, що після отримання результатів досліджень значення інтенсивності протікання

процес, розраховують як похідну вихідної величини (подовження) від вхідної величини (температури).

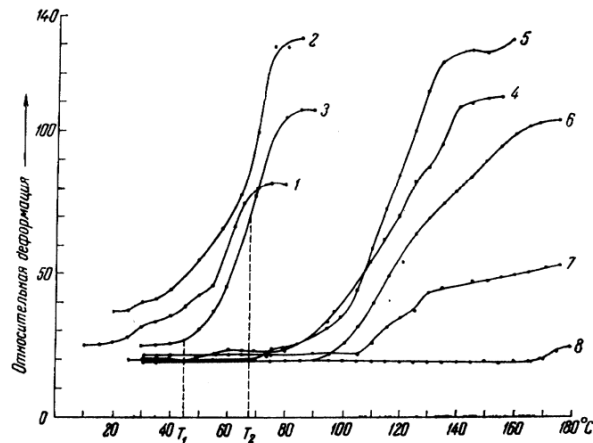


Рис. 1.14. Термомеханічні криві зразків пластифікованої целюлози. Кількість пластифікатора від маси суміші: 1- 37%; 2- 35%; 3- 32%; 4 – 30%; 5- 28%; 6 – 25%; 7- 20%; 8- 10% (за даними [100])

Однак незважаючи на велику кількість досліджень, присвячених визначенню температурних інтервалів релаксаційних переходів, це питання залишається актуальним.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Проведений аналіз існуючого в Україні стану забезпечення дітей з хворобами опорно-рухового апарату текстильними виробами показав, що питанням розробки одягу для цієї категорії споживачів приділяється дуже мало уваги. Між тим, науково-обґрунтований вибір матеріалів для одягу та приналежностей, при якому враховані фізіологічні особливості, що викликаються хворобою та особливістю умов експлуатації, могли би полегшувати обслуговування хворих дітей та навіть виконувати певні реабілітаційні функції.

2. Встановлено, що найдієвішою формою реабілітації дітей з ДЦП є щоденні заняття, які включають фізичні вправи та розвиваючі ігри, тому існує потреба в розробці універсального текстильного комплексу для проведення таких занять

3. Визначено вплив особливостей фізіологічного стану, викликаного хворобою ДЦП, на вимоги до швейних виробів для дітей, який виявив, що пріоритетним питанням є науково обґрунтований вибір матеріалів у пакети, які б забезпечили здатність вбирати та виводити з під одягового простору підвищену кількість пароподібної та рідкої вологи (поту).

4. Зважаючи на можливий вплив підвищеного вологовмісту на властивості ТМ, які забезпечують термофізіологічний та нейрофізіологічний комфорт, існує необхідність встановлення цих змін для матеріалів, які мають використовуватися для виробів, призначених дітям, хворих на ДЦП.

5. Аналіз існуючих методів досліджень процесу вологопереносу в текстильних матеріалах та їх пакетах показав, що існує ряд невирішених питань, розгляд яких сприятиме оптимізації структури і складу таких систем.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкти дослідження

Щоденні заняття з лікувальної фізкультури є невід'ємною частиною всієї корекційно-реабілітаційної системи дітей з ДЦП. Вони сприяють виробленню координації в діяльності опорно-рухового апарату, оздоровленню серцево-судинної, дихальної, травної систем і систем виділення, позитивно впливають на психіку інвалідів, мобілізують їх волю, підвищують їх адаптацію до життєвих умов, розширюють функціональні можливості [105, 106]. Не менш важливу роль в адаптаційних процесах відіграють дидактичні ігри, в тому числі і ті, що направлені на розвиток сенсорної та зорової чутливості, які недостатньо розвинені внаслідок хвороби [107, 108].

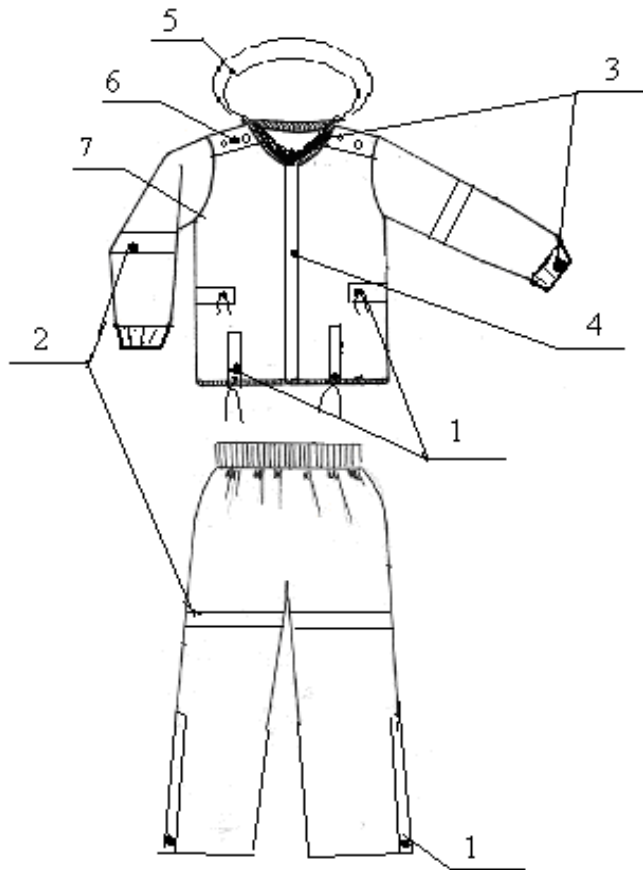
Більшість реабілітаційних вправ діти проводять в положенні лежачі (рис. 2.1), тому такі заняття вимагають наявності спеціальних текстильних



Рис. 2.1. Заняття з лікувальної фізкультури

комплектів, до складу яких, як правило, входять спортивні костюми та килимки з об'ємними наповнювачами. Правильний вибір матеріалів для цих виробів буде не тільки сприяти підвищенню ефективності занять, але й зроблять їх для дітей необтяжливими та бажаними.

Нами запропоновано принципово новий підхід до формування обох складових такого комплекту, який забезпечить максимальні ергономічні та експлуатаційні властивості, а також здатність всіх складових комплекту трансформуватися в залежності від цілей та умов проведення занять.



**Рис. 2.2. Технічний опис
універсального спортивного
костюму**

Одна із складових даного комплекту – це спортивний костюм, який складається із куртки та штанів, що виготовлені із щільної тканини, з трикотажною підкладкою, а також футболки та трусів із трикотажного полотна. В конструкції костюму (куртка та штани) нами запропоновано ряд елементів, використання яких забезпечить ергономічність одягу, легкість його одягання та знімання (рис. 2.2). Так, для корегування довжини та ширини виробів передбачено куліси 1, які дозволяють зробити непомітним асиметрію тілобудови. Для полегшення процесу знімання та

одягання куртки в плечовому шві виконано додаткову застібку 6, яка може кріпитися на магнітних або текстильних застібках. Також в конструкції куртки та штанів передбачено елементи трансформації 2, що дозволить використання виробів в різних температурних умовах оточуючого середовища. Необхідною складовою куртки є з'ємний капюшон 5, який створює додатковий захисний шар в області шиї та спини. В конструкції штанів нами запропоновано [108] замінити шов сидіння та виконати вставку в кроковому шві. Таким чином передня та задня половинки штанів будуть суцільновикроєні, що зменшить ризик виникнення натертостей під час сидіння.

Для виготовлення футболки нами запропоновано використовувати функціональні вставки, які з'єднуються технікою «петчворк», що дозволить сумістити в одному виробі різні матеріали в різних зонах.

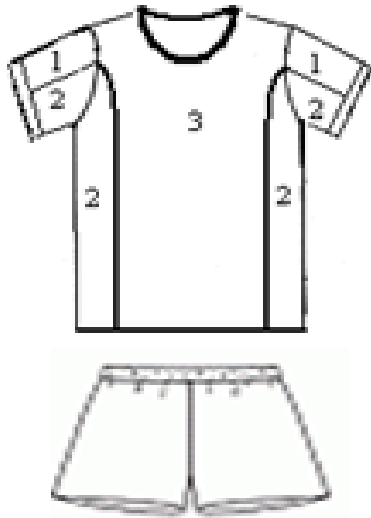


Рис. 2.3. Зовнішній вигляд футболки та трусів

Місця розташування таких вставок – зони підвищеного тепло- та потовиділення (рис. 2.3.). Використання в цих зонах трикотажних полотен різного вмісту складників сировинного складу та структури забезпечить швидке виведення та висихання, що створить тактильний комфорт у сухому та зволоженому станах.

В якості можливих варіантів матеріалу верху спортивного костюма було обрано ряд експериментальних зразків змісових тканин полотняного переплетення, виготовлених на ПО «ТИРАТЕКС», сировинний склад яких відрізняється різним вмістом бавовняних

волокон. Структурні характеристики цих тканин наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Структурні характеристики тканин для верху спортивних костюмів

Умовне позначення	Вміст складників сировинного складу, %	Поверхнева густина M_s , г/м ²	Товщина, мм	Фактична лінійна густина ниток T_{ϕ} текс		Кількість ниток на 10 см,	
				основи	утоку	по основі	по утоку
1	2	3	4	5	6	7	8
T1	85 бавовни +15 ВПЕ	220	0,25	19,0	17,0	370	350
T2	50 бавовни +50 ВПЕ	150	0,30	37,6	41,6	240	240
T3	50 бавовни +50 ВПЕ	155	0,30	30,4	30,8	260	240
T4	50 бавовна +50 ВПЕ	147	0,35	41,6	43,4	280	230
T5	67ВПЕ +33 бавовни	147	0,35	38,0	43,4	270	220

В якості матеріалів для різних ділянок футболки були використані трикотажні полотна різного сировинного складу, характеристики яких наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Структурні характеристики трикотажних полотен

Умовне позначення зразка	Переплетення	Вміст складників сировинного складу, %	Поверхнева густина, Ms, г/м ²	Товщина, мм	Число петельних рядків і стовпчиків на 100 мм	
					П _г	П _в
Тр1	Гладь	бавовни – 100	109	0,7	90	150
Тр2	Ластик	НПП – 100	231	0,9	120	110
Тр3*	Комбіноване	НВіс–50, НПП–50	143	0,9	100	110
Тр4*	Комбіноване	НВіс – 100	137	0,8	95	190
Тр5*	Комбіноване	НПП – 100	154	0,8	78	104
Тр6*	Просте комбіноване з пресовими петлями	Нвіс – 30, НПП – 70	151	0,9	118	200

* - трикотажні полотна, виготовленні на кафедрі МТЕТМ

Трикотажні полотна Тр3 – Тр6 були спеціально розроблені та виготовлені нами в технологічній лабораторії на кафедрі МТЕТМ на двофонтурній круглов'язальній машині «ОДЗІ» 16 класу з інтерлочним розташуванням голок. Для надання полотнам гідрофільності використовувалась віскозна пряжа лінійної густини 13,3 текс. Для забезпечення підвищеного капілярного ефекту використовували поліпропіленову текстуровану нитку лінійної густини 16,6 текс. Відомо, що таке поєднання сировини та відповідна структура забезпечує швидку евакуацію вологи та оптимальний режим висихання, створюючи

комфортні умови експлуатації виробу.

Іншим складовим розробленого спортивного комплексу для реабілітаційних занять є килимок. Нами пропонується зробити його з 4-х секцій, які можуть міцно з'єднуватися між собою в різних варіантах за допомогою текстильних застібок (рис. 2.4).

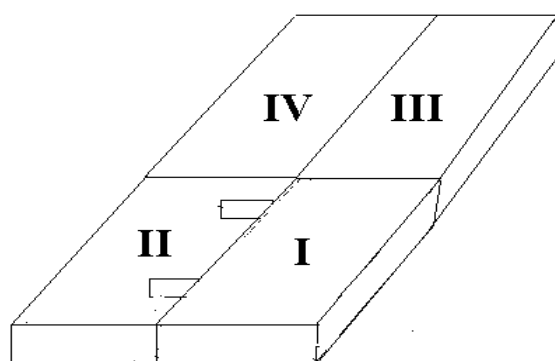


Рис. 2.4. Система килимків для проведення реабілітаційних занять

Кожна складова килимка створює під час занять певні зони, які ми умовно поділили на наступні: I – для вправ під час проведення лікувальної фізкультури; II – для легкого масажу під час реабілітаційних занять; III – для дидактичних занять з розвитку сенсорної чутливості; IV – релаксаційна зона для відпочинку. Такий комплект дозволяє в комфортних умовах проводити з дітьми різноманітні вправи, надаючи при цьому додатковий терапевтичний (за рахунок властивостей матеріалів) та психофізіологічний (за рахунок відповідного вибору кольорів та елементів дидактичних ігор) позитивні ефекти. Кожна секція такого збірного килимка має бути обтягнута певним видом текстильного полотна, яке обирається в залежності від її основної функції. Зворотню сторону килимка оснащено спеціальними гумовими або поліуретановими настроченими стрічками, які зменшують ковзання по підлозі під час занять [109, 110].

Для I-ї секції комплексу в якості матеріалу верху запропоновано використовувати лляні або конопляні тканини щільної структури. Для II-ї секції



Рис. 2.5. Масажний елемент другої секції спортивного килимка

комплекту нами розроблено спеціальний масажний елемент, який представляє собою полімерні кульки, розміщені в трикотажних трубках, які настроєні на матеріал комплекту (рис 2.5). Місця розташування таких масажних елементів визначалися нами згідно з рекомендаціями відповідної літератури. Третя секція комплексного

килимка представляє місце, де діти під керівництвом методистів у ігровій формі проводять тренування з розвитку сенсорної чутливості та опановують спеціальні навички. Для цього нами були розроблені спеціальні текстильні дидактичні ігри, елементи яких розрізняються фактурою, кольором, зусиллям відривання та ін. Детальний опис розроблених дидактичних ігор наведено в розділі 3. В IV-й секції комплекту, зоні відпочинку, верх виконано із трикотажного полотна півторашарового переплетення (НВіс+НПП), яке має тепле туше, гладку фактуру і відрізняється високими гігієнічними властивостями.

Для матеріалів зовнішнього шару I–III секцій килимка було обрано ряд лляних та конопляних тканин вітчизняного виробництва (табл. 2.3). Відомо, що тканини із вмістом волокон льону та коноплі мають позитивну терапевтичну дію, вони міцні, зносостійкі, не піддаються дії мікроорганізмів та плісняви.

В таблиці 2.3. наведені структурні характеристики матеріалів, обраних тканин. Відомо, що при вирощуванні льону та коноплі, на відміну від бавовни, практично не використовуються отрутохімікати та гербіциди. Однак, для того, щоб гарантувати відсутність міграції шкідливих речовин під час експлуатації виробів, обрані тканини були надані для відповідних досліджень щодо їх екологічної безпеки, і отримали позитивне заключення (додаток А).

В якості об'ємних наповнювачів пропонується використовувати неткані полотна, основною складовою частиною яких є лляні та конопляні волокна (рис 2.6), що забезпечує високі екологічні та гігієнічні властивості комплекту.

Характеристики структури тканин для верху килимка

Умовне позначення	Вміст складників сировинного складу, %	Поверхнева густина M_s , г/м ²	Товщина, мм	Число ниток на 100 мм	
				P_o	P_y
T6	льон – 100	175	0,50	190	170
T7	льон – 100	212	0,70	180	145
T8	льон – 100	151	1,30	190	160
T9	конопля - 100	492	1,20	117	90
T10	конопля - 100	294	1,30	123	150



Рис. 2.6. Види наповнювачів для килимків:

а) конопля, б) - льон (поперечні перерізи)

Оскільки використання волокнистої маси із чистих лляних або конопляних волокон, при всіх гігієнічних перевагах, не забезпечує відповідної пружності килимків, то цей показник можна значно підвищити при введенні у склад текстурованих поліефірних волокон, тому до складу наповнювачів входять поліефірні волокна.

2.2. Розробка номенклатури показників якості матеріалів для реабілітаційних комплектів

Конфекціювання матеріалів для комплекту, що розробляються проводилось нами за загальноприйнятою методикою [112, 113]. Для складання

ієрархічної структури показників якості матеріалів та визначення їх значущості. На першому етапі було проведено анкетування серед медичних працівників, батьків, вихователів спеціалізованого дошкільного навчального закладу для дітей з хворобами ОРА, щодо загальних вимог до спортивного одягу.

На другому етапі групі респондентів, було запропоновано провести ранжування показників якості матеріалів, надавши найбільш вагомому, за думкою експертів ранг $R=1$, найменш вагомому – $R = 10$ (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4.

Приклад анкети експерта для визначення найбільш вагомих показників якості матеріалів для спортивного комплекту

Позначення	Показники якості матеріалів та їх розмірність	Рангова оцінка
X1	Коефіцієнт повітропроникності, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	1
X2	Гігроскопічність, %	6
X3	Капілярність, мм	3
X4	Паропроникність $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	2
X5	Коефіцієнт тангенційного опору	4
X6	Вологовіддача, %	8
X7	Водопоглинання, %	10
X8	Ступінь стійкості фарбування до впливу фізико-механічних факторів, бали	5
X9	Розривальне навантаження, Н	7
X ₁₀	Зміна лінійних розмірів після мокрих обробок, %	9

Перед проведенням опитування було коротко пояснено принцип рангової оцінки вимог та значення кожного показника якості наведеного в анкеті. Опрацювання отриманих даних дало змогу визначити і сформулювати вимоги до матеріалів та встановити ранжування показників якості матеріалів для спортивного комплекту. До показників якості, запропонованих для розгляду, не включалися естетичні показники, оскільки зважаючи на їх терапевтичну та дидактичну значущість, цьому питанню вирішено було надати окрему увагу (розділ 3).

Обробка експертних оцінок заключається в оцінці ступеня узгодженості думок експертів і підрахунку звідних характеристик опитування групи експертів.

За даними проведеного опитування розраховано коефіцієнт конкордації, який становить $W=0,95$, що свідчить про високий рівень узгодженості думок експертів, оскільки табличне значення χ^2 -критерія Пірсона менше розрахункового при 95%-вій довірчій вірогідності.

Коефіцієнт вагомості кожного показника визначався по формулі:

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

де m – кількість експертів, n – кількість показників якості.

Розрахунок коефіцієнтів вагомості кожного показника якості визначив найбільш значимі показники (рис. 2.7).

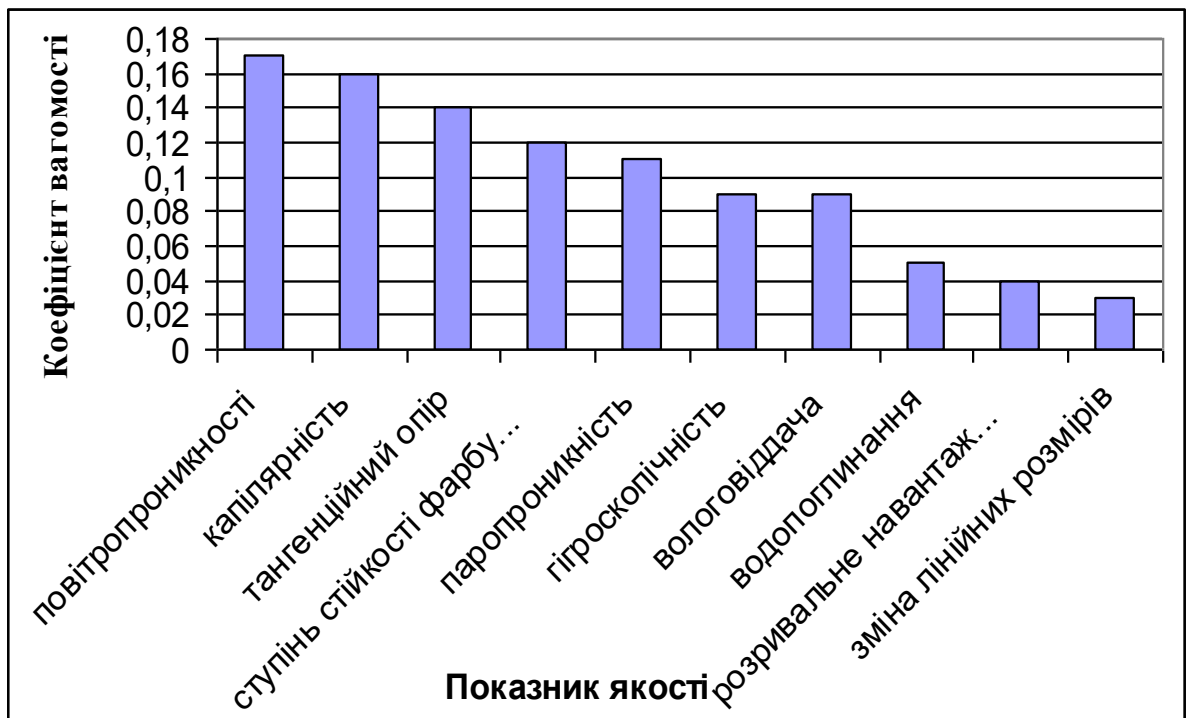


Рис. 2.7. Коефіцієнти вагомості показників якості текстильних матеріалів

Суттєво значимими враховуються показники, для яких $j_i > \frac{1}{n}$.

За результатами проведеної експертної оцінки було визначено істотно значимі показники якості: коефіцієнт повітропроникності ($j_i=0,27$) капілярність ($j_i=0,26$), коефіцієнт тангенційного опору ($j_i=0,25$), ступінь стійкості фарбування до різних фізико-механічних впливів ($j_i=0,22$).

Таким чином, з використанням експертного методу розроблено номенклатуру показників якості матеріалів для комплекту та визначено їх ієрархічну структуру.

2.3. Вибір методів дослідження властивостей матеріалів для текстильних комплектів

При вивченні властивостей вихідних текстильних матеріалів та їх пакетів в роботі були використані як методики, викладені у відповідних стандартах ДСТУ, ГОСТах, так і спеціально розроблені або удосконалені існуючі методи.

Підготовку всіх проб ТМ до випробувань проводили у відповідності до ГОСТ 10681–75 [114]. Характеристики структури: поверхнева густина, число ниток по основі та по утку на 100 мм для тканин визначалися за ГОСТ 3811–72 (ИСО 3932–76, ИСО 3933–76, ИСО 3801–77) [115], число петельних рядків та стовпчиків на 100 мм для трикотажних полотен – за ГОСТ 8846–87 [116]. Товщина полотен досліджувалася при тиску 200 Па згідно ДСТУ ISO 5084:2004 [117].

За методиками ГОСТ 3816–81 (ИСО 811–81) [72] визначалися показники гігроскопічності, H [%]; капілярності, [мм]. Дослідження коефіцієнта паропроникності текстильних матеріалів було проведено згідно ГОСТ 22900-78 [64]. Визначення стійкості пофарбування до дії слини проводили за ДСТУ 4039 – 2001 [118]. Згідно ДСТУ ISO 9237-2003 (ГОСТ 12088-77) [119] визначали коефіцієнт повітропроникності.

З метою встановлення кореляції коефіцієнта повітропроникності із значенням наскрізної пористості було проведено визначення цього показника трьома методами: розрахунковим $R_{\text{роз}}$, (формула 2.1), з використанням співвідношення 2.2, де було використане значення розрахункового діаметру

основи та утоку за формулою (2.3); експериментальним $R_{\text{екс}}$, при якому застосовували значення діаметрів ниток, отримані при вимірюванні за допомогою оптичного мікроскопу “Біолам-Р” з оптичною насадкою; комп’ютерним $R_{\text{комп}}$, з використанням сканування, за методикою розробленою авторами [120].

$$R_s = 100 - E_s, [\%] \quad (2.1)$$

$$E_s = d_o \Pi_o + d_y \Pi_y - 0,01 d_o \Pi_o d_y \Pi_y, [\%] \quad (2.2)$$

де Π_o, Π_y – кількість ниток на 100 мм по основі та утоку; d_o, d_y – діаметр ниток основи і утоку.

$$d_{\text{розр}} = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\rho_n}} \quad (2.3)$$

де T – лінійна густина ниток, текс; ρ_n – об’ємна маса ниток, мг/мм³.

Необхідна кількість проб для дослідження визначалася, виходячи з заданої гарантійної похибки коефіцієнта варіації за формулою:

$$n = \frac{4C^2}{2m_c^2} \quad (2.4)$$

де C – значення коефіцієнта варіації;

m_c – гарантійна похибка коефіцієнту варіації.

Гарантійна похибка коефіцієнта варіації складала:

- 1÷2% при визначенні товщини (h мм) та поверхневої густини (M_s г/м²) текстильних полотен;
- 1÷2% при визначенні гігроскопічності матеріалів (H , %);
- 5÷9% при визначенні повітропроникності (B_n , дм³/м²·с), паропроникності (Π_n , г/м²·год) капілярності (h , мм), водопоглинання Π_e [%].

Однак, не для всіх суттєво вагомих показників стандартні методи їх визначення задовольняють поставленим задачам конфекціювання, оскільки

умови дослідження цих величин не повністю відповідають умовам експлуатації виробів, які розробляються.

Оскільки завдяки особливостям терморегуляції організму хворих дітей матеріали одягу під час занять знаходяться у зволоженому стані, обґрунтовано необхідність встановлення впливу зволоження на показники якості, що характеризують комфортність у використанні. З цією метою дослідження повітропроникності проводилось для зразків, ступінь вологовмісту яких варіювалися в досить широких межах. Різний ступінь насичення матеріалів вологою досягався або шляхом витримування зразків в ексікаторах із заданою відносною вологістю повітря (0,65, та 100 %), або шляхом занурювання зразків у воду на 10 хвилин, з наступним видаленням залишків вологи. За показник повітропроникності вологих полотен приймався початковий результат вимірювання в кожній точці, оскільки вже після 1,5-2,0 секунд проходження повітря через текстильний матеріал повітропроникність зростала із-за зменшення вологості ділянки, на якій здійснювався вимір за рахунок висихання матеріалу.

Для моделювання впливу зволоження (за рахунок потовиділення) на ступінь взаємодії контактуючих було визначено різні варіанти їх стану – похила площа обтягувалась тканиною спортивного костюма або килимка (сухою або мокрою), а колодка, що рухається, обтягувалась або досліджуваним матеріалом (сухим та зволеним), або натуральною шкірою – опойком (сухим або зволеним), який за характером візерунку вважається подібним до шкіри тіла людини. Зволожували дослідні матеріали розчином поту, який був виготовлений згідно [121]. Таким чином, для дослідження тангенційного опору було встановлено шість варіантів стану контактуючих:

- суха шкіра – сухий матеріал спортивного костюму;
- зволожена шкіра – сухий матеріал спортивного костюму;
- зволожена шкіра – зволений матеріал спортивного костюму;
- сухий матеріал (спортивного костюму) – сухий матеріал (киликма);

- сухий матеріал (спортивного костюму) – зволожений матеріал (килимка);

- зволожений матеріал (спортивного костюму) – зволожений матеріал (килимка).

Оскільки тіло дитини в лежачому положенні створює тиск на килимок, за методикою [122] було досліджено та розраховано його максимальну величину. Для дитини віком від 3 до 7 років, масою $45 \div 120$ кг та зростом $160 \div 185$ см, цей показник становить $5000 \div 5500$ Па. Тому масу колодки, що рухається було дещо збільшено, відповідно до розрахованої величини.

Таким чином удосконалена методика найбільше відповідає умовам експлуатації виробів, що розробляються.

2.4. Методика визначення показника «розтікання краплі»

Враховуючи підвищене потовиділення під час експлуатації виробів дітьми з хворобами ДЦП, особливу увагу при прогнозуванні комфортності матеріалів було приділено визначенню показників капілярності. Аналіз існуючих методик визначення цього показника, проведений в розділі 1, показав, що вони мають певні недоліки і не в усіх випадках адекватно відображають здатність ТМ убирати крапельно-рідку вологу. Особливо це стосується умов експлуатації спортивних комплектів, що розробляються, враховуючи те, що практично всі заняття проводяться в положенні лежачи.

Для визначення горизонтального змочування текстильних матеріалів використовувалась установка, показана на рис. 2.8, яка дозволяє обробляти отримані данні з найменшою похибкою.

За показник здатності матеріалу розподіляти в свої структурі крапельно-рідку вологу використовували значення площі розтікання краплі по поверхні матеріалу. Ця методика полягає в тому, що виконувались заміри площі розтікання краплі підфарбованої води на поверхні текстильного матеріалу. Об'єм краплі при необхідності можна змінювати, в залежності від призначення досліду.

Нанесення дозованої кількості рідини (вода підфарбована еозином, розчин поту та ін.) здійснювалось за допомогою горизонтально розташованого над поверхнею проби каліброваного скляного циліндра з поршнем.



Рис. 2.8. Розроблена установка для визначення горизонтального змочування текстильних матеріалів

Циліндр закінчується тонким наконечником, з якого спадає крапля. Проба матеріалу круглої форми закріплюється за допомогою притискних кілець і гвинтів у горизонтальному положенні на спеціальних поворотних п'яльцях, на відстані 1 см від наконечника поршня.

Система змонтована на підставці, на якій розташований USB-мікроскоп, закріплений в тримачі та підключений до комп'ютера. USB-мікроскоп забезпечує необхідне підсвітлення та чітке збільшення зображення структури матеріалу. Методика вимірювань полягає в нанесенні на поверхню матеріалу краплі рідини і фотореєстрації зміни площі мокрої плями в часі. USB-мікроскоп виконує відповідну кількість зображень стадій розтікання краплі. Програмне забезпечення установки дозволяє отримувати як окремі зображення стадій розтікання краплі в ручному режимі, так і проводити зйомку процесу послідовно через заданий інтервал в автоматичному режимі. Крім того, при вивченні швидкопротікаючих процесів можливий запис в режимі відеофільму з послідовним розподілом їх на окремі кадри. Оцифроване зображення з просторовим розширенням 3000×2208 пікселей та кольоровим розширенням в 256 рівнів сірого, записується на жорсткий диск або інші носії інформації для

подальшої обробки. Зберігається зображення в форматі JPEG.

Попередні експерименти показали, що оптимальний для досліджуваних матеріалів об'єм краплі становить 0,1 мл, час спостережень 3 хв. Інтервал фотографування складає 3 с в першу хвилину, 10 с в другу хвилину, 30 с в третю хвилину спостереження.

Для імітації умов контакту різних деталей швейних виробів з рідиною (потом), а саме плечі, спинка, і т.п., нанесення краплі можна проводити під різними кутами, повертаючи п'яльця на певний кут відповідно до місця розташування деталей виробу на тілі дитини.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Проведений аналіз сучасного стану забезпечення спеціальними швейними виробами дітей, хворих на ДЦП, а також вивчення особливостей фізіологічного та розумового розвитку, засвідчили необхідність розробки спеціального текстильного комплекту для реабілітаційних занять.

2. Для проведення реабілітаційних занять з дітьми, хворих на ДЦП, нами було запропоновано текстильний комплект, який складається з універсального спортивного костюму, та чотирьохзонального спортивного килимка, що трансформуються в залежності від виду занять та забезпечує комфортність.

3. З використанням методу експертного опитування встановлено вимоги, розроблено номенклатуру та визначено вагомість показників якості текстильних матеріалів комплектів для реабілітаційних занять, в яких враховано особливості фізіологічних розладів організму хворих дітей та специфічні умови проведення занять.

4. Обрано об'єкти дослідження та методи визначення властивостей матеріалів для текстильного комплекту який розробляється.

5. Для порівняльного аналізу та подальшої можливості прогнозування необхідних властивостей був взятий ряд змісових матеріалів, в яких варіювався вміст ПЕ волокон, лляні та конопляні тканини різної структури, промислові та спеціально виготовлені трикотажні полотна різної структури та складу.

6. Обґрунтовано необхідність оцінки впливу зволоження матеріалів за рахунок потовбирання на показники повітропроникності і тангенційного опору.

РОЗДІЛ 3
ВИЗНАЧЕННЯ ЧИННИКІВ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ
ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ КОМФОРТ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ
ДЛЯ ДІТЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

3.1. Вплив кольору на психофізіологічний комфорт дітей, хворих на ДЦП під час дидактичних ігор для проведення реабілітаційних занять

Важкі порушення здоров'я у дітей з ДЦП унеможлиблюють звичайний шлях освоєння повсякденних, рухових та сенсорних навичок. Ці функції, потрібно довго тренувати для того, щоб дитина могла самостійно і спонтанно її використовувати. Велику допомогу у цьому надає відповідне сенсорне навчання, значною складовою якого вважаються дидактичні ігри, що розвивають як тактильну функцію, так і кольоросприйняття [131,132].

Відомо, що колір впливає на всі фізіологічні системи людини, активізує або пригнічує їх діяльність, створює певний емоційний стан. Але діти, на відміну від дорослих, при сприйнятті кольорів не спираються на предметні асоціації, а виходять із власних емоцій, які викликає у них той або інший певний колір [133]. Яскраві кольори їх радують і приваблюють, вони притягують погляд дитини. Відзначається, що вплив червоного, жовтого та інших яскравих кольорів на дитину відрізняється від їх впливу на дорослих – ці кольори дітей молодшого віку не дратують, а навіть, навпаки, заспокоюють, дозволяють почувати себе комфортно. Нервова система дитини об'єктивно потребує енергетичного впливу переважно довгохвильової частини спектру, саме тому яскраві, світлі відтінки надають позитивний вплив, “підгодовують” і гармонізують центральну нервову систему. Сучасні дитячі психологи вважають, що кольори можна порівняти з вітамінами, необхідними дитині для росту і розвитку, і по аналогії з явищем авітамінозу, кількість застосування кольорів в житті дитини може бути недостатньою і викликати “емоційний голод”. Тому науково обґрунтоване використання різноманітних кольорів в

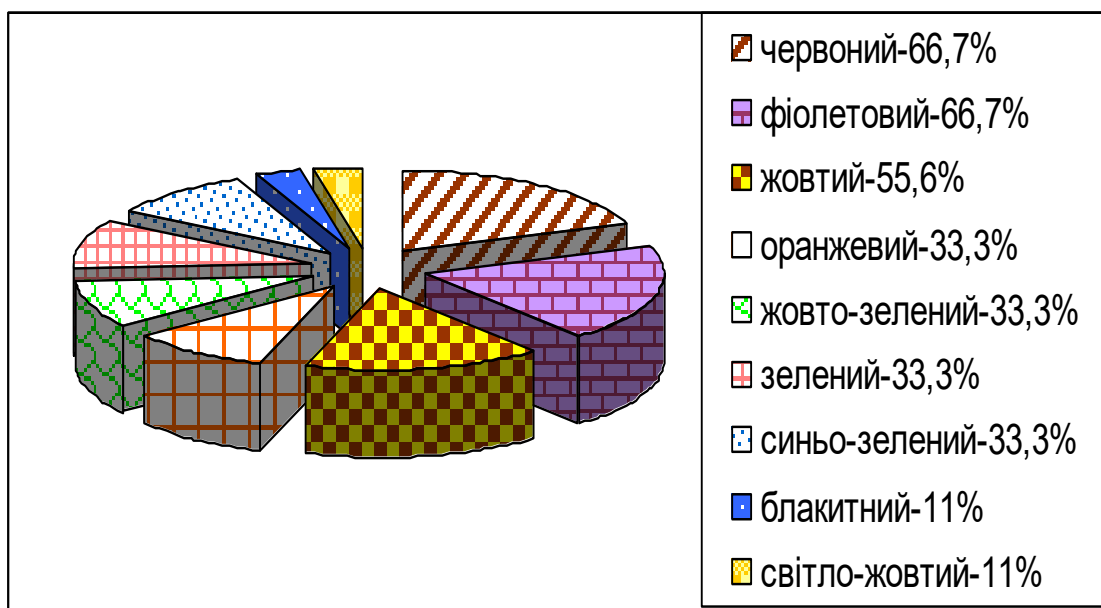
предметному середовищі, що оточує дитину, може допомогти гармонізації її емоційного та інтелектуального стану.

На дітей, хворих на ДЦП, колір, завдяки особливостям нервового стану, має особливо сильний вплив, який не завжди співпадає із сприйняттям здорової дитини. Так, вважається, що для дітей, хворих на ДЦП, варто обмежувати застосування червоного кольору, оскільки його велика кількість збуджує нервову систему, провокує агресію, посилює тонус м'язових скорочень і викликає стомлення. Білий колір у дітей-інвалідів часто асоціюється з одягом медичних працівників, тому він не викликає позитивних емоцій. Синій колір, навпаки, пригнічує, діє занадто заспокійливо, що також небажано для дітей, з хворобами центральної нервової системи на ДЦП. Чорний колір пригнічує, подавляє та важко сприймається дітьми [133].

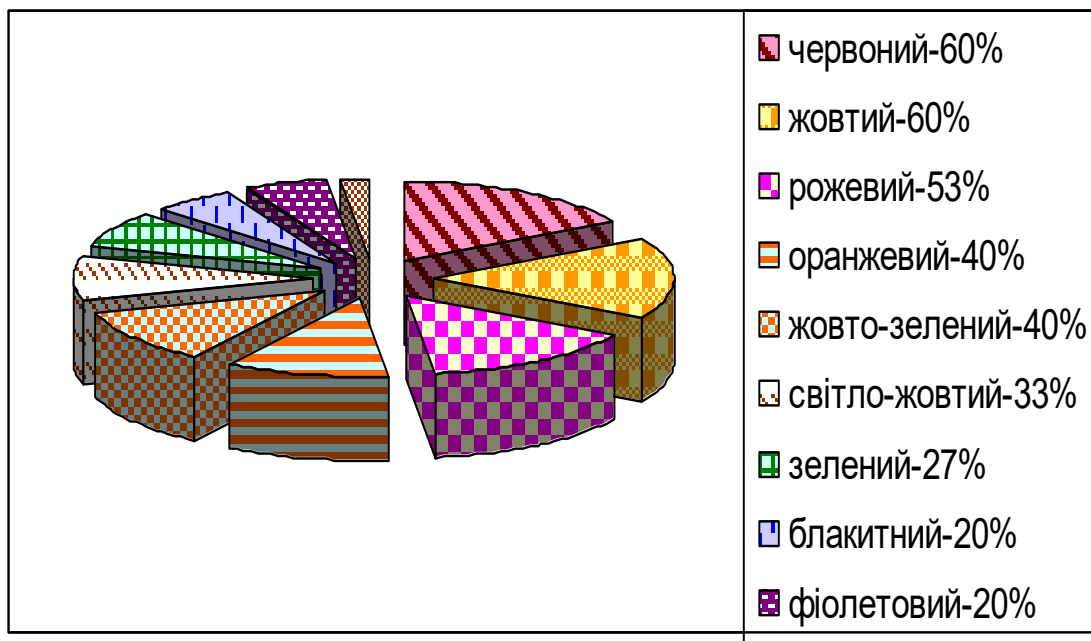
Правильний вибір кольорової гами швейних виробів та елементів розвиваючих ігор для дітей, хворих на ДЦП, може стати суттєвим чинником гармонізації їх психофізіологічного комфорту. Досліджень в цій галузі існує небагато, а отримані дані досить суперечливі. Так, наприклад, в роботі російських дослідників [134], рекомендовано в одязі для хлопчиків, хворих на ДЦП, використовувати чорний, зелений або коричневий кольори. Однак такі дані дещо суперечать загальним уявленням щодо особливостей кольоросприйняття хворих дітей.

Для виявлення уподобань дітей з хворобами ДЦП щодо кольорової гами нами було проведено опитування серед вихованців старшої групи Київського спеціалізованого дитячого садочку для дітей з порушенням функцій опорно-рухового апарату. Оскільки в якості респондентів виступали діти у віці 3-6 років, для отримання інформації було використано ігрову форму.

Відповіді на пропозицію: «З представлених кольорів обери ті, які тобі найбільше сподобались» виявилися наступними. Близько 67 % хлопчиків на перше місце поставили червоний і фіолетовий колір (рис. 3.1.a), на друге – жовтий, а потім, з досить великим відривом ідуть усі інші кольори.



а)



б)

Рис. 3.1. Співвідношення улюблених кольорів опитаних хлопчиків (а) та дівчаток (б) дошкільного віку

Дівчатка віддали перевагу червоному і жовтому кольорам, але приблизно половині з опитуваних у такій же мірі подобається рожевий колір, привертає увагу і оранжевий (рис. 3.1.б).

Проведене дослідження дозволило зробити висновки щодо кольорової

гами, яка викликає позитивний відгук у опитуваних дітей. Вона, на наш погляд, має використовуватись як при виготовленні одягу, так і для елементів розвиваючих ігор для дітей з обмеженими можливостями що сприятиме створенню психологічного комфорту. Саме тому ці кольори були основними у розроблених спортивних костюмах (додаток В, Д).

Оскільки вважається, що для дитячого виробів підходять тканини з простим яскравим рисунком, із зображеннями тварин, птахів, дрібних квітів. Друкований рисунок за простотою і образністю повинен бути наближеним до дитячого рисунку і відображати світ в характері іграшок. Необхідним є спрощення і перетворення в просту ритмічну побудову деталей зображуваного предмета, збереження при цьому особливостей, притаманних конкретному природному мотиву чи тварині. Психологи вважають, що ідеальною була б можливість регулювати емоційний стан дитини за допомогою використання кольорової гами та певних образів, які відображені в предметах, що оточують дитину.

Для проведення анкетування нами були використані картини Марії Примаченко (додаток Ж), попередньо відібрані при дослідженні впливу їх колористичної гами на психоемоційне сприйняття дитини [135]. Відповіді на запропоновані нами запитання анкети «На яких картинках зображені добрі, злі, веселі і сумні тварини та птахи?», отримані окремо у дівчаток і хлопців, розподілилися наступним чином (рис. 3.2 та рис. 3.3).

Хлопчики, які приймали участь в опитуванні, добрими і веселими сприймають тварин, зображених на картинах № 1 – 6, 10, 13, 14, 18; злими – зображених на рис. 7, 8, 16, 20, 22, 23, сумна тварина, на їх думку, зображена на рис. 3.2. Сприйняття дівчатами тварин на картинах Марії Примаченко, дещо відрізняються.

Відповіді на запитання: «Які тварини та птахи (добрі, злі, веселі та сумні) тобі подобаються, а які – ні?» також були різними у хлопців і дівчат (рис. 3.4).

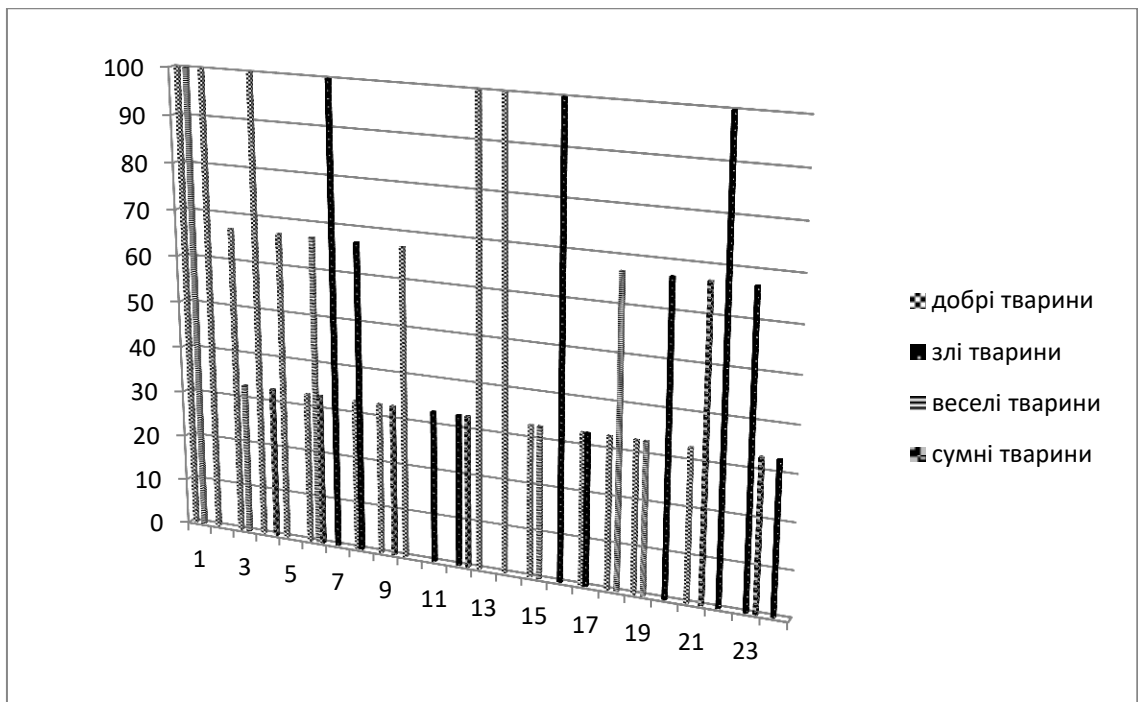


Рис. 3.2. Діаграма, яка відображає сприйняття опитуваними хлопчиками старшого дошкільного віку тварин на картинах Марії Примаченко

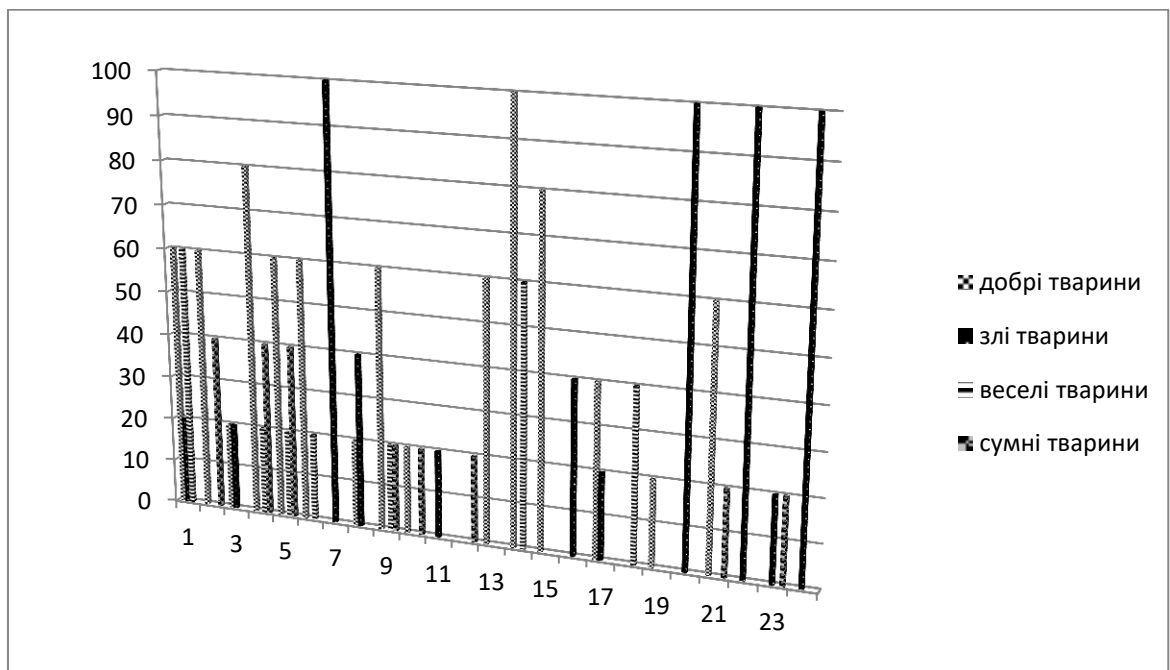


Рис. 3.3. Діаграма, яка відображає сприйняття опитуваними дівчатами старшого дошкільного віку тварин на картинах Марії Примаченко

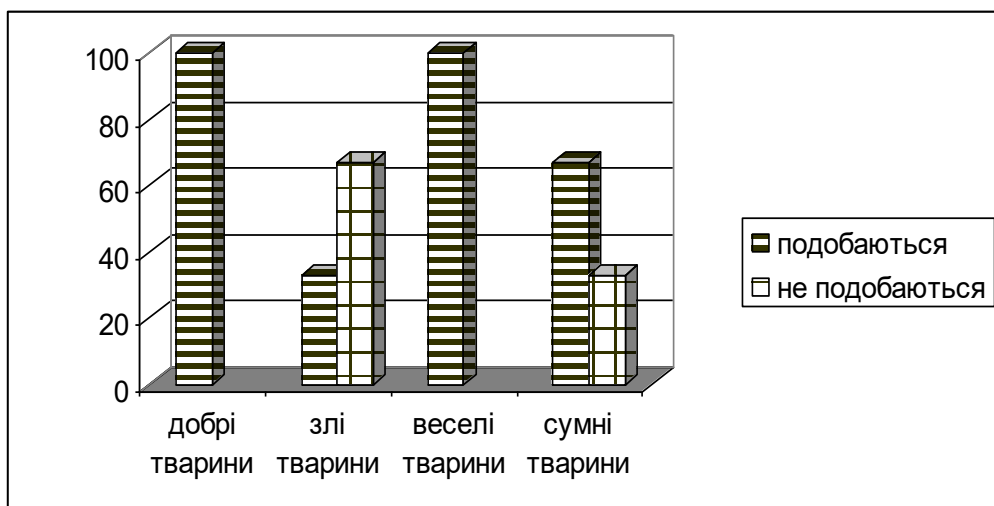


Рис. 3.4. Сприйняття тварин, зображених на роботах Марії Примаченко хлопчиками старшого дошкільного віку

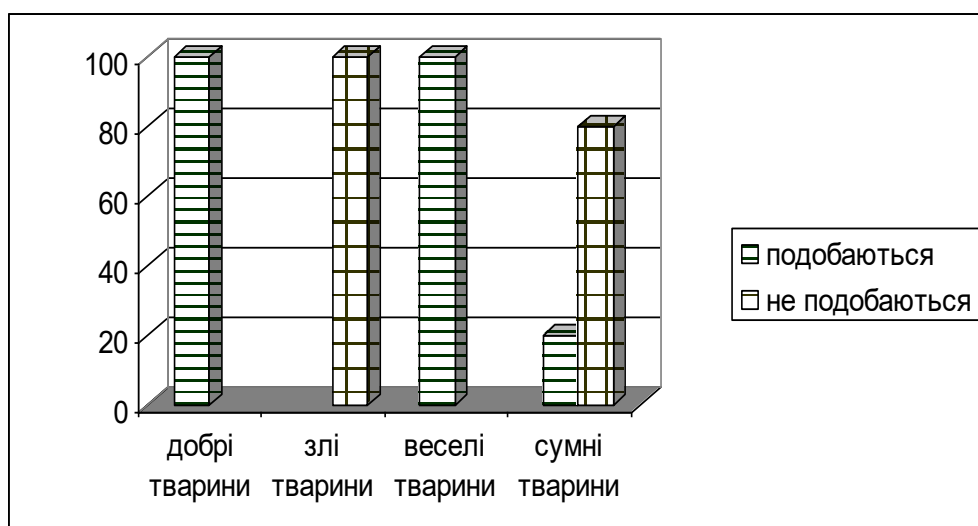


Рис. 3.5. Сприйняття тварин, зображених на роботах Марії Примаченко дівчатами старшого дошкільного віку

Надалі діти в ході опитування давали відповіді на такі запитання: «Які тварини і птахи тобі сподобались найбільше?», «Які тварини і птахи тобі взагалі не сподобались?», «Чи хотів би ти, щоб тварини та птахи, які сподобались найбільше, були зображені на твоєму одязі?», «Чи хотів би ти, щоб тварини та птахи, які взагалі не сподобались, були зображені на твоєму одязі?» (рис. 3.5).

Обробка і узагальнення результатів відповідей свідчать про те, що більшість хлопчиків і дівчаток хочуть бачити на своєму одязі в якості друкованого рисунку або аплікацій зображення тварин і птахів, які їм сподобались, і не хочуть бачити тих, які їм не сподобались. Обрані дітьми картини із тваринами, яких вони бачать як добрих та веселих, і зображення яких вони хотіли б бачити як декоративні елементи на одязі, або у якості іграшок, зображені на рис. 3.6.

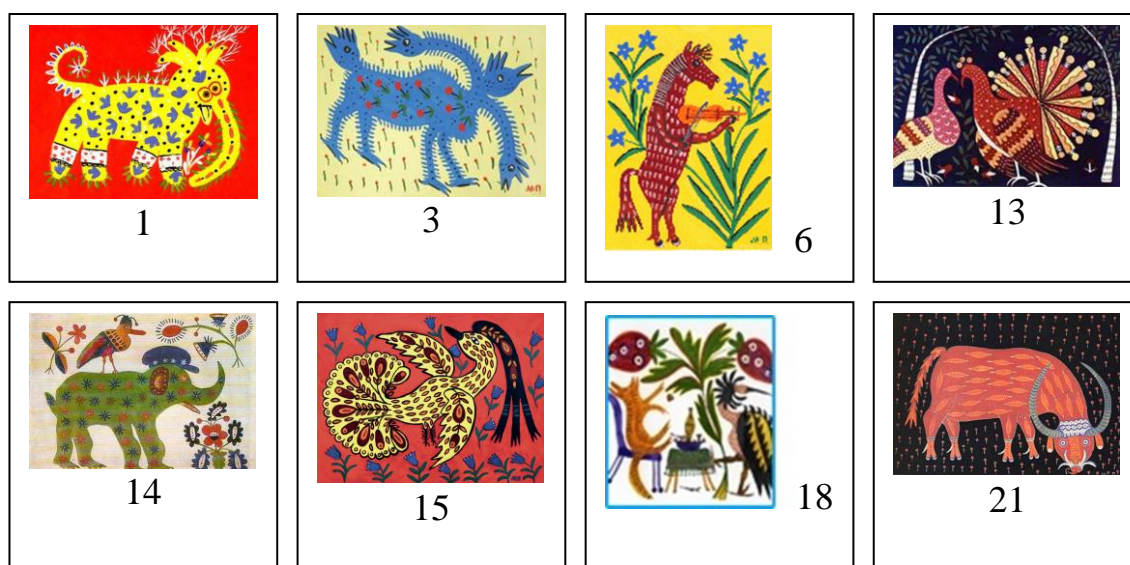


Рис. 3.6. Картини Марії Примаченко, які обрали діти та які доречно використовувати для оздоблення одягу дітей старшого дошкільного віку

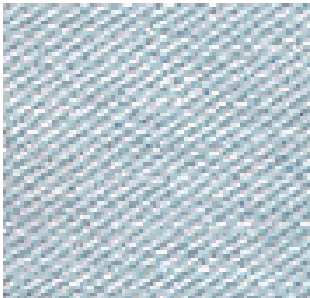

Проведене дослідження дозволило встановити, що, незважаючи на сюжетну та кольорову складність композицій фантастичних звірів, у картинах М. Примаченко, її роботи добре сприймаються дітьми у ігровій діяльності. Викладачі та методисти дитячого садочку відзначили, що у процесі експерименту діти були спокійними та уважними, тобто навіть сумні та злі тварини не шкодять психологічному благополуччю дітей. Діти виявили бажання бачити на своєму одязі в якості оздоблення обраних тварин і птахів. Обрані зображення спеціалістами по текстилю можуть бути віднесені до класу





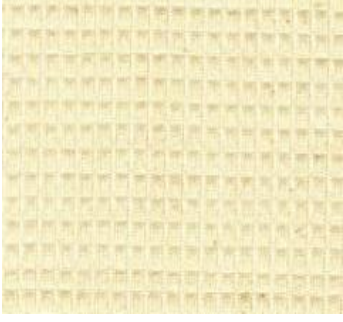

монокомпозицій. Незмінний, спокійний, орнаментальний рух образних структур рисунків з використанням щільних декоративних плям з чітким силуетом, повністю відповідає законам побудови текстильних рисунків для дитячого одягу і створює позитивний психологічний вплив на дітей із захворюванням на ДЦП.

З урахуванням результатів проведених опитувань, були також вирішені питання кольорового оздоблення елементів текстильних дидактичних ігор, які є невід’ємною складовою у реабілітації дітей. Метою створення таких ігор є сприяння розвитку сенсорної чутливості та дрібної моторики. Крім позитивного психоемоційного впливу кольорів та видів зображень, важливим розвиваючим фактором є фактура і туше матеріалів. Фактура відображає характер поверхні матеріалу, який різко відрізняє один вид текстильного полотна від іншого. Вид фактури матеріалу зумовлюється, насамперед, видом, структурою і товщиною ниток, видом переплетення та способом заключної обробки. Туше – це ступінь приємності. Як відомо, людина розрізняє такі види туше як сухе, холодне. Для елементів дидактичних ігор були відібрані тканини з різко відмінними фактурою та туше. В таблиці 3.1. наведено мікрофотографії декількох видів матеріалів з різними видами фактури, використаних у елементах розвиваючих ігор.

Таблиця 3.1

Мікрофотографії декількох видів матеріалів з різною фактурою використаних у розвиваючих іграх

Вид фактури	Мікрофотографії видів матеріалів	
Рівна		

Шорсткувата		
Повстеподібна		
Візерунчасто-рельєфна		

Змінюючи фактуру та туше матеріалу різних видів було виготовлено дидактичні іграшки для дітей з затримкою у розвитку, які використовують під час реабілітаційних занять для розвитку тактильної чутливості.

3.2. Визначення сили відриву текстильної застібки в текстильних дидактичних іграх

Для розвитку у дітей відчуттів, пов'язаних з функціями визначення понять «важкі» «легкі», елементи ігор наповнюються поліетиленовими кульками різної маси. Для тренування м'язів рук і дрібної моторики розроблена система кріплення цих елементів на відповідність ділянці килимка для занять, з використанням текстильних застібок різної площі.

Для визначення сили відриву іграшок, закріплених за допомогою

текстильної застіжки, було проведено ряд дослідів серед дітей різного віку. При дослідженні варіювались площа текстильної застіжки та маса іграшки. Отримані результати характеристик цієї величини надано у словесні форми дітьми та методистами. Для переводу цих величини у кількісні та визначення оптимальної площі текстильної застіжки для відповідного віку дитини було використано динамометр (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Визначення впливу площі текстильної застіжки на силу відриву іграшки різної ваги в розвиваючому комплекті

№ п/п	Розмір текстильної застіжки (см)	Зусилля відриву для дитини віком $P_{\text{відр}}$ (Н)		
		від 2-х до 3-х років	від 3-х до 4-х років	від 4-х до 5-х років
маса іграшки 24 г				
1	6,0×5,5	*	*	27
2	5,5×5,5	*	25	23
3	5,0×5,0	*	20	18
4	5,0×4,5	18	16	13
5	4,5×4,5	14	12	10
6	4,0×4,0	12	11	9
маса іграшки 32 г				
7	6,0×5,5	*	*	30
8	5,5×5,5	*	32	26
9	5,0×5,0	*	27	25
10	5,0×4,5	24	23	18
11	4,5×4,5	22	20	16
12	4,0×4,0	19	18	15

* зусилля дитини не вистачає для відриву іграшки.

Результати досліджень показали, що діти віком від 2-х до 4-х років не можуть від'єднати застібку розміром 6,0×5,5 см, що з легкістю можуть зробити діти віком від 4-х до 5-х років. Також визначено, що для відриву іграшки більшої маси дітям необхідне більше зусилля.

Аналіз отриманих даних дозволив розробити методичні рекомендації щодо раціональних конструкцій дидактичних ігор з урахуванням віку дітей, маси деталей та цілей проведення занять.

Також для виготовлення дидактичних ігор використовували натуральні барвники оскільки вони є екологічно чисті, нешкідливі для організму дитини та складовою частиною природи. Сировина для натуральних барвників відновлюється в природі. Натуральні барвники володіють явно вираженими антибактеріальними властивостями та стійкість забарвлення, як правило, досить висока [135]. Тому, при виготовленні дидактичних іграшок використовували натуральні барвники.

Одним із найважливіших показників безпеки дитячих виробів є стійкість фарбування до дії фізико-хімічних чинників. Тому, нами було визначено стійкості фарбування до дії слини згідно ДСТУ 4039 – 2001 [121]. Результати досліджень показали, що всі матеріали пофарбовані рослинними барвниками мають стійкість до дії слини.



Рис. 3.7. Фото дітей різного віку під час реабілітаційних занять з розробленими дидактичними текстильними іграми

Оскільки результати досліджень антибактеріальних властивостей та безпеки показали допустимі результати, елементи дидактичних текстильних ігор для дітей з розумовими відхиленнями були пофарбовані рослинними барвниками. Апробацію розробленого текстильного комплекту проведено під час занять (рис. 3.7) у спеціалізованому дошкільному навчальному закладі і отримано позитивні відгуки (додаток А 5).

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Проведено опитування серед дітей з обмеженими можливостями, яке дозволило встановити уподобання кольорової гами, яка викликає позитивний відгук у дітей, для виготовлення спортивного костюма та дидактичних ігор.
2. Обрано матеріали з різними видами фактури та туше для виготовлення дидактичних ігор, які використовують під час реабілітаційних занять для розвитку тактильної чутливості.
3. Встановлено, що композиції фантастичних звірів, у картинах М. Примаченко, добре сприймаються дітьми в ігровій діяльності, що надає можливість використовувати їх при художньо-колеристичному оформленні елементів дидактичних ігор.
4. Розроблено методичні рекомендації щодо раціональних конструкцій дидактичних ігор з урахуванням віку дітей, маси деталей та цілей проведення занять.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз сучасного стану забезпечення спеціальними швейними виробами дітей, хворих на ДЦП, а також вивчення особливостей фізіологічного та розумового розвитку, засвідчили необхідність розробки спеціального текстильного комплекту для реабілітаційних занять.

2. З використанням методу експертного опитування встановлено вимоги, розроблено номенклатуру та визначено вагомість показників якості текстильних матеріалів комплектів для реабілітаційних занять, в яких враховано особливості фізіологічних розладів організму хворих дітей та специфічні умови проведення занять.

3. Встановлено суттєвий вплив зволоження на зміну показників якості матеріалів, що забезпечують відчуття комфортності при експлуатації та розроблено методики оцінки цих змін.

4. Визначено вплив особливостей структури та вмісту складників сировинного складу на зниження коефіцієнту повітропроникності та збільшення шорсткості поверхні досліджуваних матеріалів.

5. Враховуючи особливості умов експлуатації спортивного комплекту, розроблено новий метод визначення здатності текстильних матеріалів розподіляти в структурі крапельно-рідку вологу при горизонтальному змочуванні.

6. Розроблено та створено модель розповсюдження рідини в текстильних матеріалах при горизонтальному контакті, яка описує цей процес та надає змогу прогнозувати часові та геометричні параметри його завершення;

7. Розроблено принципово нові дидактичні текстильні ігри для дітей з затримкою у розвитку, з використанням відмінностей кольору, фактури і туше текстильних матеріалів, які сприяють розвитку дрібної моторики рук і тактильні відчуття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Супрун Н.П. Декоративне оздоблення одягу для дітей з особливими потребами, розроблених на базі картин Марії Примаченко / Н.П. Супрун, О.К. Суворова, О.І. Василюк, Ю.О. Ващенко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2010. – №1.– С. 149-154.
2. Гливенко В.И, Интеграл Стильгьеса. - М-Л.: ОНТП, ТТЛ, 1936. -216 с.
3. Ильющин А.А., Победря В.Е. Основы математической теории термо-вязкоупругости. - М., 1970, - 280 с.
4. Ржаницын А.Р. Теория ползучести. Изд-во «Наука», 1968. - 416 с.
5. Ишлинский А.Ю. Уравнения деформирования не вполне упругих вязкоэластических тел. Известия АН СССР, ОТН, № I, 1945, с. 34-45.
6. Скудра А.М. Длительная прочность упруго-вязких тел. Сб. Вопросы динамики и динамической прочности, вып. IV, Рига, 1956. - 42 с.
7. Малмейстер А.К., Тамуж В.П., Гетерс Г.А. Сопротивление жестких полимерных материалов. Изд-во «Зинатне», Рига, 1967, -398 с.
8. Ржаницын А.Р. Некоторые вопросы механики систем деформирующихся во времени. Гостехиздат. М.-Л, 1949. - 252 с.
9. Гермелис А.А., Латищенко В.А. Определение реологических характеристик полимерных материалов из статических кривых, кривых ползучести и релаксации. Механика полимеров, 1967, № 6, с. 977-988.
10. Уржумцев Ю.С., Максимов Р.Д. Графоаналитическое определение реологических коэффициентов. Механика полимеров, 1968, № 4, с. 754-757.
11. Супрун Н.П. Розробка екологічних текстильних дидактичних ігор з використанням мотивів української писанки для дітей з відхиленнями у розвитку / Н.П. Супрун, О.К.Суворова, Ю.О. Ващенко, М.Ю. Ковалевська // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2010. – №6. – С. 128-133.
12. Малинин Н.И. Прикладная теория пластичности и ползучести. Изд-во «Машиностроение», М., 1968, - 400 с.
13. Аскадский А.А. Деформация полимеров. М., «Химия», 1973. - 448 с.
14. Ващенко Ю.О. Текстильні вироби для дітей з обмеженими

можливостями / Ю.О. Ващенко // Легка промисловість. 2014. №1. С – 42-43.

15. Гараніна О.О. Смачивание волокнистых материалов с коническими капиллярами / О.О Гараніна, О.В. Романкевич, Ю.А. Ващенко // Дизайн, материалы, технология. СПГУДТ. – 2014. – №5(30). – С 37-39.

16. Ержанов Ж.С. Об оценке напряженного состояния горного массива . В сб. «Математические методы в горном деле», т. 2, изд-во СО АН СССР, Новосибирск, с. 15-23.

17. Слонимский Г.Л. О законах деформации реальных материалов. Журнал технической физики, 1939, т. 9, № 20, с. 1791-1807.

18. Слонимский Г.Л., Роговина Л.З. Определение механических характеристик полимерного материала по релаксации напряжения при постоянной деформации. Высокомолекулярные соединения 1964, № 4, с. 620-623.

19. Супрун Н.П. Теоретичне обґрунтування та моделювання процесів нестационарного розповсюдження рідини в анізотропних текстильних матеріалах / Н.П. Супрун, Г.В. Щуцька, Ю.О. Ващенко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2015. – №1. – С.150-156.

20. Ващенко Ю.О. Визначення гігієнічних властивостей пакетів екологічних матеріалів килимків для занять з лікувальної фізкультури / Ю.О. Ващенко, Н.П. Супрун, М.А. Мархай // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2012. – №3. – С. 100–104.

21. Павлов В.И., Аскадский А.А., Слонимский Г.Л. Исследование влияния надмолекулярной структуры на релаксационные свойства кристаллических и аморфных полимеров. Высокомолекулярные соединения, 9А, 1967, № 2, с. 385-392.

22. Ващенко Ю.А. Определение антибактериальных свойств текстильных материалов, окрашенных натуральными красителями / Ю.А Ващенко, Н.П. Супрун, О.В.Смачило//Дизайн, материалы, технология. СПГУДТ. – 2013. – №5(30).– С 37-39.

23. Ващенко Ю.О. Дослідження кольорових уподобань у одязі та текстильних розвиваючих іграх дітей з діагнозом дитячий церебральний

параліч / Ю.О. Ващенко, Н.П. Супрун // Тези доповідей X Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі», Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, 19-20 квітня 2011 р. – С. 241.

24. Огибалов П.М., Ломакин В.А., Кишкин Б.П. Механика полимеров. - М.: МГУ, 1975. - 528 с.

25. Ващенко Ю.А. Текстильные комплекты для развития сенсорной деятельности детей на реабилитационных занятиях / Ю.А.Ващенко, Н.П.Супрун, М.А.Мархай, Ю.Я.Тюменев//Сборник научных трудов по текстильному материаловедению. Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высшего проф. образования, МГУДТ. г. Москва 20-21 мая. – С. 120–125.

26. Yu. Vashenko Investigation of influence of dyeing by plant dyes on electromagnetic properties of textile materials / Yu. Vashenko, L. Czymak, N.Suprun // Materiały 50. Konferencji pionu hutniczego «Sesje studenckich kół naukowych». Akademia górniczo-hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków, 9 maja 2013 – P 58–59.

27. Патент на корисну модель 77276 Україна, МПК (2013.01) A41D 11/00 Штани для дітей з хворобами опорно-рухового апарату / Супрун Н.П., Мархай М.А., Ващенко Ю.О.; заявник та патентовласник Київський національний університет технологій та дизайну. - № u 2012 08224; заявлено 05.07.2012; опубл. 11.02.2013, Бюл. №3.

28. Афанасенко Н.Н., Екелочик В.С., Ривкинд В.Я., Рябов В.М. Вычислительные аспекты в задачах вязкоупругости. В кн.: Численные методы решения задач теории упругости и пластичности. Материалы IV Всесоюзной конференции, ч.2, Новосибирск, 1976, с. 5-23.

29. Колтунов М.А. Ползучесть и релаксация. - Изд-во «Высшая школа», М-, 1976. - 277 с.

30. Супрун Н.П. Оценка капиллярности тканей с использованием метода растекания капли / Н.П. Супрун, Ю.О. Ващенко, В.М. Василенко // Сборник

материалов Международной научно-технической конференции «Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности» (Прогресс-2013). Текстильный институт ИВГПУ г. Иваново, 27-29 мая 2013. – Часть 1. – С. 257-258.

31. . Шермегор Т.Д. Описание наследственных свойств материала при помощи суперпозиции операторов. В кн.: Механика деформируемых тел и конструкций. М., 1975, с, 528-532.

32. Lee E.H., Morrison I.A. A comparison of the propagation of longitudinal waves in rods of viscoelastic materials. J. Polym. Sci.,- 1956, vol.19, p. 93-110.

33. Lee E.N., Kanter I. Wave propagation in finite rods of viscoelastic materials. J. Appl. Phys., 1953, vol.24, p.1115.

34. Staverman A.I., Schwarzl F.R. Linear Deformation Behavior of High Polimers. Die Physik der Hochpolymeren (Stuart H.A.ed vol.4, ch.1, Berlin, 1956, p. 114-142.

35. Gurtin M.E., Sternberg E. On the linear Theory of Viscoelasticity. Archive for rational mechanics and analysis.- 1962, p. 11-291.

36. Staverman A.I., Schwarzl F. The Viscoelastic Properties of Plastics. J. Appl. Sci. Res.- 1953, A.4, p. 127-134.

37. Hopkins I.L., Hamming R.W. On creep and relaxation. J. Appl. Phys.- 1957, vol.28, 8, p. 906-909.

38. Taylor R.L. Inversion of Prony series characterization for Viscoelastic stress analysis. Int. J. Numer. Meth. Eng.-1973, 5, n.4, p. 499-502.

39. Ващенко Ю.О. Сенсорне виховання дітей-інвалідів / Ю.О. Ващенко, Н.П. Супрун // Тези доповідей VII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі». Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, 15 – 16 квітня 2008 р. – Т.1. – С. 209.

40. Ващенко Ю.О. Капілярне змочування гідрофобних волокнистих матеріалів / Ю.О. Ващенко, О.О. Гараніна, О.В. Романкевич // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – №3(213). – С. 264–267.

41. Barka N. Solar Photocatalytic Degradation Of Textile Dyes On Dynamic Pilot Plant Using Supported TiO₂ / Noureddine Barka, Samir Qourzal, Ali Assabbane, Yhya Ait-Ichou // The Arabian Journal for Science and Engineering. – 2010. – July. – Volume 35, Number 2A. – PP. 131-142

42. Gupta D. Studies on dyeing with natural dye Juglone (5-Hydroxy-1,4-naphthoquinone) / D.Gupta, M. Gulrajani // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – 1993. – Vol.18. – P 202-206.

43. Gupta D. Biotechnology applications in textiles / D.Gupta// Indian Journal of Fibre & Textile Research. – 2001. – Vol.26. – March-June. – P.206-213.

44. A biomonitoring study on the workers from textile dyeing plants L. Dönbak, E. Rencüzoğullari, M. Topaktas, G. Sahin // Russian Journal of Genetics. – 2006. – Volume 42, – Number 6. – P. 613-618.

45. Ващенко Ю.О. Розвиток сенсорною чутливості у дітей з ДЦП / Ю.О. Ващенко, Н.П. Супрун // Тези доповідей VIII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі», Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, 23 – 24 квітня 2009 р. – С. 207-209.

46. Ващенко Ю.О. Можливості використання відмінностей фактури матеріалів у розвитку сенсорної чутливості дітей з ДЦП / Ю.О. Ващенко, Н.П. Супрун //Тези доповідей IX Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі». Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, 20-21 квітня 2010 р. – С. 274.

47. Avwioro O.G. A novel natural collagen and muscle stain from *Morinda lucida* extracts / O.G.Avwioro, F.A.Awoyemi, T Oduola. // The International Medical Journal. – 2005. – Vol. 4. – №2. – P.44-48.

48. Ващенко Ю.О. Визначення властивостей матеріалів комплектів для проведення лікувальної гімнастики з дітьми, хворих на ДЦП / Ю.О. Ващенко, Н.П. Супрун // Тези доповідей XI Всеукраїнської наукової конференції молодих

вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі». Київський національний університет технологій та дизайну, м.Київ, 20-23 квітня 2012р. – С. 244.

49. Ващенко Ю.О. Використання лляних та конопляних матеріалів у пакетах килимків для занять з лікувальної фізкультури / Ю.О. Ващенко // Материалы международной научно-практической конференции «Состояние, достижения и перспективы переработки, стандартизации и сертификации лубоволокнистых материалов». Херсонский национальный технический университет г. Херсон, 26-27 сентября 2012 г. – С. 51-52.

50. Ващенко Ю.О. Розробка методу визначення капілярності при горизонтальному контакті з водою / Ю.О. Ващенко, Н.П. Супрун // Тези доповідей XII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі». Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, 24-27 квітня 2013 – С. 258.

51. Ващенко Ю.О. Порівняльний аналіз капілярних властивостей текстильних матеріалів / Ю.О. Ващенко, Н.П. Супрун // Тези доповідей XIII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів «Наукові розробки молоді на сучасному етапі». Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, 24-25 квітня 2014 – С. 259–260.

52. Sedat I. Chemical investigation of Rumex confertus anthraquinones / I.Sedat, E.Sidika, I. Zeliha // Z.Naturforsch C. – 1994. – V.49. – №9-10. – P. 684-686.

53. Singh J. Anthraquinone glycosides from Rumex confertus roots / Janhavi Singh // Phitochemistry. – 1987. – V.26. – № 2. – P. 507-508.

54. Candelier L. Colorants Naturels : un réseau de compétences pour une faisabilité industrielle/ L.Candelier, P.Guinot. // 7-9 Octobre, 2005 Lauris, Provence, France - Filiere Colorants Naturels// Les Rencountres de la Couleur Végétale - Forum 2005 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.filiere-colorants-naturels.com/>