

## АНАЛИЗ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭРГОНОМИЧНОСТИ ОДЕЖДЫ ДЛЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ

Н.А. АСАНОВА 

(Алматинский технологический университет 050012, Республика Казахстан,  
г. Алматы, ул. Төле би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: asanovanailam@gmail.com

*Военная форма - это не просто комплект одежды «по уставу». От того, как она сидит, пропускает воздух и выдерживает нагрузку, напрямую зависит состояние военнослужащего во время службы. На полигонах и марш-бросках проблемы проявляются быстро: ткань плохо отводит влагу, швы начинают натирать, в области коленей и плеч одежда стесняет движение. Формально форма соответствует стандартам, но в реальной эксплуатации этого часто недостаточно. В работе сравнивались ткани из натуральных, синтетических и смесовых волокон. Проверяли не только прочность материала, как это обычно делают на производстве, но и вещи, которые военнослужащие замечают уже в первые часы носки: насколько ткань «дышит», удерживает ли тепло, быстро ли накапливает влагу и как ведёт себя после длительной нагрузки. Отдельно рассматривали расположение швов, глубину складок и анатомическую форму изделия. На практике именно эти мелочи часто определяют, насколько свободно человек может двигаться в экипировке. Отдельно изучалась работа формы в разное время года. Летом главной проблемой становился перегрев и накопление влаги под одеждой, зимой - потеря тепла и снижение подвижности из-за многослойности. Интересные результаты дали наблюдения за динамикой движений в тактических условиях. Даже прочная ткань теряет смысл, если конструкция формы ограничивает шаг, приседание или работу рук. Наиболее проблемными зонами оказались плечевой пояс, колени и область поясицы. Материал, конструкция и эргономика должны работать вместе. Иначе форма остаётся «правильной» на бумаге, но неудобной в реальной службе.*

**Ключевые слова:** военная форма, эргономика, свобода движений, функциональный комфорт, свойства материала, крой, микроклимат одежды.

## ӘСКЕРИ ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРГЕ АРНАЛҒАН КИІМНІҢ ЭРГОНОМИКАСЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МАҚСАТЫНДА МАТЕРИАЛДАР МЕН КОНСТРУКТИВТІ ШЕШІМДЕРІН ТАЛДАУ

Н.А. АСАНОВА

(Алматы технологиялық университеті 050012, Қазақстан Республикасы,  
Алматы қ., Төле би 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: asanovanailam@gmail.com

*Мақала сарбаздарға арналған форманың эргономикалық тиімділігі мен пайдалану ерекшеліктеріне арналған. Синтетикалық, табиғи және аралас талшықтар негізіндегі маталардың физика-механикалық қасиеттері - ауа өткізгіштік, гигроскопиялық, пайдалану кезіндегі ыңғайлылық - зерттелді. Киімнің анатомиялық пішімі, бүкпелер мен тігіс бағыттарының қозғалыс еркіндігіне тигізетін әсері, сондай-ақ киімішілік микроклиматтың қалыптасуы да талдауға алынды. Зерттеу нәтижелері мақта мен полиэфир талшықтарынан дайындалған аралас маталар ең жоғары эргономикалық көрсеткіштерге ие екенін көрсетті. Аралас маталардың беріктік сипаттамалары мен күтімнің қарапайымдылығы да қазіргі заман талаптарынан кем түспейді. Бірақ мұның бәрі зертханалық жағдайда дәлелденген - нақты өрт жағдайындағы немесе экстремалды ауа-райындағы деректер мақалада жеткілікті деңгейде талданбаған. Киімнің ауа-райы жағдайларына бейімделу мәселесі де бағаланды. Маусымдық өзгерістер кезінде - жазғы ыстықта, қысқы суықта, жсауын кезінде - терморегуляциялық, су сіңіргіш және жел өткізбейтін қасиеттер өлшенді. Атап айтқанда, жаяу жорықта орташа 15–20 шақырымдық жол жүргенде, аралас матадан тігілген форма кигендер дене шаршаушылығын біршама аз сезінген.*

*Нәтижесінде матаны дұрыс таңдаумен қатар конструкцияның өзі де -тігіс орны, пішім, бүктемелер - эргономикаға тікелей ықпал ететіні анықталды. Бір ғана мата таңдауымен шектелу жеткіліксіз: киімді жобалаушы алдымен сарбаздың нақты не істейтінін -қалай жүретінін, қандай позицияда ұстайтынын -нақты зерттеуі тиіс.*

**Негізгі сөздер:** әскери форма, эргономика, қозғалыс еркіндігі, функционалдық жайлылық, материал қасиеттері, анатомиялық пішім, киім микроклиматы.

## ANALYSIS OF MATERIALS PROPERTIES AND DESIGN SOLUTIONS TO ENSURE THE ERGONOMICS OF MILITARY CLOTHING

N.A. ASANOVA

(Almaty Technological University 050012, Kazakhstan, Almaty, Tole bi 100)

Corresponding author's e-mail: asanovanailam@gmail.com

*The article provides a comprehensive analysis of the ergonomic efficiency of military uniforms. The study examined the physical-mechanical and air permeability properties of fabrics made from natural, synthetic, and blended fibers. Particular attention was paid to the influence of anatomical design elements, folds, and seam orientations on freedom of movement, functional comfort, and the microclimate inside the garment. The findings revealed that fabrics woven from polyester-cotton blends demonstrated the research contributes to the improvement of military uniform design and the development of specialized clothing that ensures both functionality and comfort. The practical significance lies in enhancing the efficiency and well-being of military personnel. In addition, the study evaluated the uniform's adaptability to different climatic zones, its thermal regulation capacity during seasonal changes, and its resistance to wear. Special attention was given to the fabric's water absorption level, wind protection properties, and movement dynamics in tactical conditions. It was found that the weight and elasticity of the materials help reduce fatigue during prolonged physical loads. This comprehensive analysis enables the improvement of military uniforms in accordance with modern standards.*

**Keywords:** military uniform, ergonomics, freedom of movement, functional comfort, material properties, anatomical design, clothing microclimate.

### *Введение*

К военной форме давно перестали относиться как просто к «служебной одежде». На практике от неё зависит гораздо больше, чем аккуратный внешний вид. Если ткань плохо отводит влагу, уже через пару часов активного движения появляется перегрев. Если крой ограничивает движение – нагрузка на мышцы растёт быстрее, особенно при переноске экипировки весом 15-20 кг. В таких условиях даже качественный материал не спасает. Проблема в том, что часть форменной одежды до сих пор проектируется по принципу прочности и соответствия нормативам, а не по реальным условиям эксплуатации. Формально ткань может проходить испытания по ГОСТ, но при длительном ношении возникают вполне бытовые проблемы: ткань «не дышит», швы давят в области плеч, после стирки появляются перекосы, а в местах постоянного сгиба материал быстро теряет форму. Особенно это заметно в регионах с резкими перепадами температуры, например, в условиях контин-

ентального климата Казахстана. Эргономика военной формы складывается из мелочей, которые редко видны в готовом изделии. Направление швов, глубина складок, плотность ткани в области коленей и локтей, расположение вентиляционных вставок всё это влияет на то, насколько свободно человек двигается и как долго сохраняет работоспособность. На практике неудобная форма начинает утомлять быстрее, чем физическая нагрузка сама по себе.

Сейчас производители всё чаще переходят на смесовые ткани и многослойные конструкции. Чистый хлопок остаётся комфортным для кожи, но быстро мнётся, долго сохнет и теряет форму после частых стирок. Полностью синтетические материалы прочнее, однако при длительном использовании создают эффект «закрытого» микроклимата внутри одежды. Поэтому всё больше используют ткани с комбинированным составом, например, полиэстер с хлопком или эластаном. Они лучше держат форму и при этом сохраняют нормаль-

ный воздухообмен. Отдельный вопрос – внедрение САПР и 3D-моделирования. Формально технологии уже используются на многих предприятиях, но результат пока нестабильный. Точная цифровая конструкция действительно уменьшает количество лишних складок и ошибок посадки, однако многое всё ещё зависит от качества исходных лекал и реального опыта конструктора, а не только от программы.

Военная форма должна работать в разных климатических условиях – от жары до низких температур. Здесь универсальных решений нет. Материал, который хорошо показывает себя летом, зимой может быстро терять теплоизоляционные свойства. Поэтому конструкция одежды и подбор ткани должны рассматриваться вместе, а не отдельно друг от друга.

#### **Методы исследования и материалы**

Исследование проводилось на базе Научно-исследовательского института при Алматинском технологическом университете. Проверялись ткани, которые чаще всего используются при производстве военной формы: Грета, Мультикам (50% хлопок / 50% полиэстер), Мультикам (65% хлопок / 35% полиэстер), Кордура и Оксфорд. Сначала оценивали базовые характеристики материалов: воздухопроницаемость, поверхностную плотность, усадку после стирки, устойчивость к сминанию и способность ткани впитывать влагу. На первый взгляд показатели стандартные, но именно они чаще всего определяют, насколько комфортной форма окажется в реальной эксплуатации.

Воздухопроницаемость измеряли на приборе МТ-160 по ГОСТ 12088-77 «Текстильные материалы и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости». Во время испытаний через образец ткани площадью 0,001 м<sup>2</sup> пропускали поток воздуха при перепаде давления 49 Па. Фиксировался объём воздуха, проходящий через материал за определённое время. Для расчётов использовалась формула определения коэффициента воздухопроницаемости.

Массу и поверхностную плотность тканей определяли на лабораторных весах ТХВ-422Л по ГОСТ 3811-72 «Текстильные материалы. Методы определения линейных размеров, поверхностной плотности и массы тканей» [2]. Разница между образцами оказалась заметной уже на этом этапе: более плотные ткани показывали высокую прочность, но хуже пропускали воздух. Свойства влагопоглощения

проверяли с помощью прибора МТ-032 по ГОСТ 3816-81. На поверхность ткани наносили воду и фиксировали скорость впитывания, распределение влаги и степень увлажнения материала. Некоторые синтетические ткани почти не впитывали влагу, но из-за этого вода дольше оставалась на поверхности, создавая дискомфорт при носке. Часть испытаний проводилась в условиях, максимально приближённых к обычному использованию. Образцы многократно стирали при разных температурах, после чего измеряли усадку по ГОСТ 30157.0-95. Устойчивость к деформации оценивали по ГОСТ 7773-85. Дополнительно проверяли реакцию тканей на бытовые загрязнения использовали чай и растительное масло. После стирки сравнивали изменение цвета, структуру поверхности и степень остаточных пятен. Некоторые результаты оказались спорными. Например, ткани с высокой синтетической составляющей действительно лучше сохраняли форму, но в условиях длительной носки быстрее вызывали перегрев. А материалы с большим содержанием хлопка были комфортнее, хотя заметно уступали по износостойкости.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Разница между материалами проявилась практически сразу. Ткани на основе натуральных волокон показали хорошую воздухопроницаемость и комфорт при носке, но после серии стирок быстрее теряли форму. На участках постоянной нагрузки (колени, локти, область пояса) появлялись деформации и заметное смятие ткани. Синтетические материалы вели себя иначе. Кордура и Оксфорд продемонстрировали высокую прочность и устойчивость к истиранию, однако уровень воздухообмена оказался ниже ожидаемого. При длительном использовании внутри одежды быстрее накапливались тепло и влага. В лабораторных условиях это выглядело допустимо, но при активном движении проблема ощущалась сильнее. Наиболее стабильные результаты показали смесовые ткани. Особенно хорошо проявили себя материалы с сочетанием полиэстера и хлопка. Они сохраняли достаточную воздухопроницаемость, меньше деформировались после стирки и не так быстро теряли внешний вид. Кроме того, такие ткани обеспечивали более свободное движение за счёт умеренной эластичности материала [3].

Во время испытаний на воздухопроницаемость ткани Мультикам с составом

50% хлопка и 50% полиэстера показали более сбалансированные результаты по сравнению с полностью синтетическими образцами. Воздухообмен сохранялся на приемлемом уровне даже при высокой плотности материала. У ткани Грета показатели оказались близкими, однако после нескольких циклов стирки наблюдалось небольшое снижение стабильности формы. Интересно, что высокая прочность ткани не всегда означала высокий уровень комфорта. Некоторые плотные материалы выдерживали серьёзную механическую нагрузку, но ограничивали подвижность и создавали ощущение жёсткости при длительном ношении. Этот момент часто недооценивается при выборе ткани для военной формы, особенно когда основной упор делается только на срок службы изделия. Испытания показали

ещё одну проблему: универсального материала для всех условий пока нет. Ткань, которая хорошо работает зимой, летом может вызывать перегрев. А лёгкие материалы с высокой воздухопроницаемостью быстрее изнашиваются при интенсивной эксплуатации. Поэтому при разработке современной военной формы важен не только выбор ткани, но и грамотное сочетание материалов, конструкции и условий использования.

$$P = \frac{V}{S}$$

где,

P - воздухопроницаемость ткани;

V - объём воздуха, проходящего через образец;

S - площадь исследуемого образца.

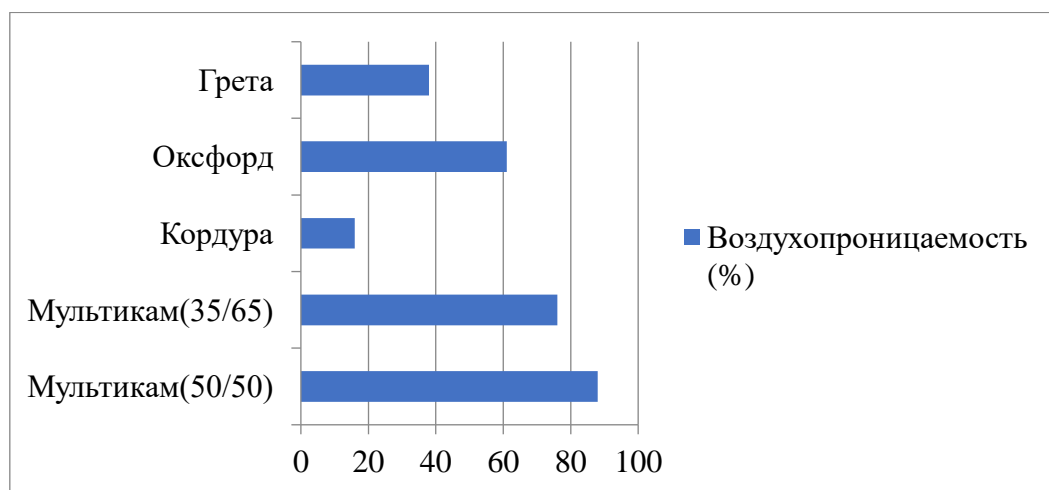


Рисунок 1. Диаграмма 1. Оценка воздухопроницаемости тканей

Разница между тканями стала заметна уже на первых испытаниях. Некоторые материалы хорошо выдерживали нагрузку, но буквально «запирали» воздух внутри одежды. Для военной формы это серьёзная проблема: при длительном движении или высокой температуре тело быстро перегревается, а влага начинает накапливаться под одеждой. Лучший результат показала ткань Мультикам 50/50. Показатель воздухопроницаемости составил 44,275 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с). Материал оказался достаточно рыхлым по структуре: волокна расположены не слишком плотно, поэтому воздух свободнее проходит через ткань. В реальной эксплуатации это ощущается сразу: форма меньше «парит» и дольше сохраняет комфорт при активном движении. Мультикам 65/35 показал более умеренный результат -34,425 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с). Воздухообмен здесь уже ниже, зато

ткань лучше держит форму и меньше деформируется после стирок. Такой компромисс между прочностью и комфортом часто встречается в смесовых материалах. А вот Оксфорд, Грета и Кордура продемонстрировали низкую воздухопроницаемость. Причина оказалась предсказуемой: плотное переплетение нитей и высокая поверхностная плотность материала. Эти ткани рассчитаны прежде всего на прочность и устойчивость к износу, поэтому воздухообмен у них заметно хуже [4].

Интересно, что высокая прочность ткани не всегда означает удобство при носке. На практике плотные материалы хорошо защищают от механических повреждений, но при длительной нагрузке быстрее создают эффект «закрытого» микроклимата внутри одежды. Особенно это ощущается летом или при интенсивной физической активности.

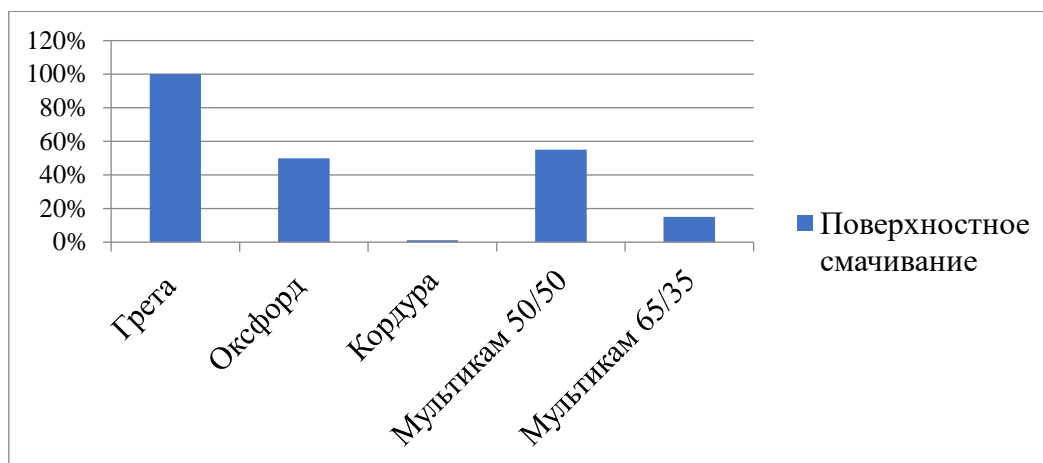


Рисунок 2. Диаграмма 2. Оценка поверхностного смачивания тканей

Испытание на поверхностное смачивание проводили на приборе МТ-032. Образцы ткани фиксировали в кольцевом зажиме диаметром 100 мм под углом 45°. Затем через воронку на поверхность ткани в течение 15–20 секунд подавали 250 мл воды согласно ГОСТ 3816-81. После испытания оценивали, насколько сильно намокала поверхность материала и как быстро вода впитывалась или скатывалась. Разница между тканями оказалась очень заметной. Ткань Грета впитала воду практически полностью. Поверхность намокла сразу, а уровень водопроницаемости достиг почти 100%. Гидрофобных свойств у материала почти не обнаружилось. Для жаркой погоды это может быть плюсом – ткань лучше впитывает влагу, но в условиях дождя или сырости такой материал быстро становится тяжёлым и долго сохнет. Оксфорд повёл себя иначе. Во время испытания ткань впитала примерно половину объёма воды. Часть влаги задерживалась на поверхности, часть постепенно проникала внутрь материала. Поведение ткани оказалось более сбалансированным, хотя полной влагозащиты она не обеспечила. Саржа 50/50 показала похожий результат: поверхность намокала частично, а общий уровень смачивания составил около 55%. Материал не

отталкивал воду полностью, но и не впитывал её так быстро, как Грета. В реальных условиях такая ткань обычно комфортнее при переменной погоде. Самый высокий результат по влагозащите показала Кордура. Поверхность ткани практически не намокала – капли воды оставались сверху и просто скатывались вниз. Это объясняется плотной структурой материала и выраженными гидрофобными свойствами. Но здесь снова появляется спорный момент: хорошая защита от влаги часто сопровождается слабой воздухопроницаемостью. Саржа 65/35 намокала незначительно. Степень поверхностного смачивания составила около 15%. Материал показал более устойчивое поведение к влаге, чем ткани с большим содержанием хлопка, при этом сохранил относительно нормальный воздухообмен [5].

Испытания ещё раз подтвердили простую вещь: универсальной ткани для военной формы пока нет. Материалы, которые хорошо защищают от влаги, часто хуже пропускают воздух. А ткани с высокой воздухопроницаемостью быстрее намокают и теряют форму при постоянной эксплуатации. Поэтому выбор ткани всегда остаётся поиском баланса между комфортом, защитой и долговечностью.

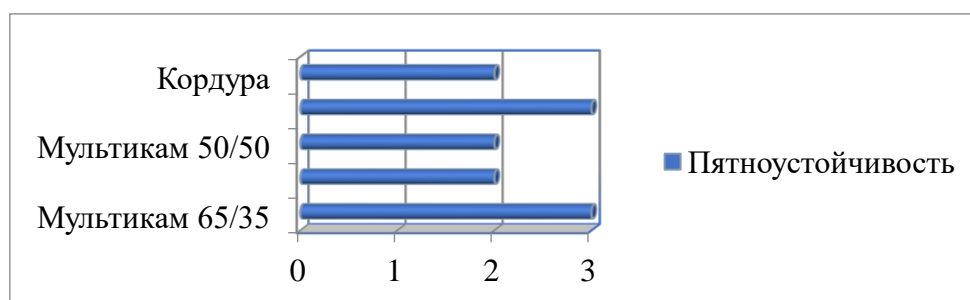


Рисунок 3. Диаграмма 3. Оценка стойкости тканей к пятнам

Испытание на стойкость к загрязнениям проводили в условиях, максимально приближённых к обычной эксплуатации. Для военной формы это не мелочь: ткань постоянно контактирует с пылью, маслом, напитками, техническими жидкостями. При этом материал должен не только выдерживать нагрузку, но и нормально очищаться после стирки. На практике с этим справляются далеко не все ткани. Во время испытания на поверхность каждого образца наносили два типа загрязнений: 2 мл растительного масла; 2 мл чёрного чая. Капли оставляли на ткани на 10 минут при комнатной температуре. После этого образцы вручную промывали в мыльной воде при температуре 40 °С в течение 30 секунд. Затем ткани высушивали и визуально оценивали: исчезло пятно полностью или остались следы загрязнения [6].

Результаты оценивали по трёхбалльной шкале. Разница между материалами оказалась заметной уже после первой промывки. На ткани Мультикам 50/50 остались слабые следы масла и чая. Загрязнение удалилось не полностью, хотя поверхность сохранила относительно ровный внешний вид. Для смесовой ткани результат оказался средним: материал не впитывал загрязнение слишком глубоко, но и полностью очиститься не смог. Грета повела себя неоднозначно. Следы чая практически исчезли после промывки, а вот масло оставило небольшое заметное пятно. Это ещё раз показало, что ткань хорошо впитывает влагу, но вместе с этим быстрее удерживает жирные загрязнения. Кордура после испытания сохранила лёгкие следы красителя от чая и

масла. При этом сама структура ткани практически не изменилась. Плотное плетение помогло избежать глубокого проникновения жидкости, однако полностью удалить загрязнение оказалось сложнее, чем ожидалось. Лучший результат показал Оксфорд. После промывки оба загрязнителя полностью удалились, поверхность осталась чистой, без заметных следов и разводов. Материал продемонстрировал высокую устойчивость к бытовым загрязнениям и хорошую способность к очистке даже без интенсивной стирки. Похожий результат получила ткань Мультикам 35/65. Масло и чай полностью смылись, а поверхность практически не изменилась после обработки. Вероятно, более высокое содержание полиэстера уменьшило впитывание загрязнений внутрь волокон [7; 8].

Интересно, что ткани с высокой влажостойкостью не всегда показывали одинаково хороший результат при очистке. Некоторые материалы почти не впитывали воду, но на поверхности всё равно оставались следы красителя. На практике это означает, что визуально форма может выглядеть загрязнённой даже после стирки. В целом большинство исследованных тканей показали нормальную устойчивость к кратковременному воздействию загрязнителей. Самые стабильные результаты получили Оксфорд и Мультикам 35/65. Эти материалы лучше сохраняли внешний вид после очистки и требовали меньше усилий при удалении пятен. Для исследования линейной усадки использовали образцы тканей размером 10×10 см.

Таблица 1. Оборудование и условия, использованные при исследовании тканей

№	Используемое оборудование	Характеристика / условия испытания
1	Ёмкость с холодной водой	Температура воды — 20 °С, продолжительность испытания — 30 минут
2	Ёмкость с тёплой водой	Температура воды — 40 °С, продолжительность испытания — 30 минут
3	Ёмкость с мыльным раствором	Температура раствора — 40 °С, время воздействия — 30 минут
4	Стиральная машина	Режим стирки — деликатный
5	Линейка	Точность измерения — 0,5 мм
6	Маркер	Использовался для разметки контрольных линий на образцах
7	Образцы тканей	Размер образцов — 10×10 см, с нанесёнными контрольными метками

После испытаний на влажостойкость и загрязнение ткани дополнительно проверяли на усадку. Это один из самых проблемных моментов для форменной одежды. Пока

изделие новое, посадка выглядит нормально, но после нескольких стирок ткань может «сесть», перекосяться или начать стягивать отдельные участки формы. Особенно часто это прои-

сходит с материалами, где высокое содержание натуральных волокон.

Для испытания использовали образцы размером 10×10 см. Ткани стирали в стиральной машине в деликатном режиме по 30 минут при температурах 30 °С, 40 °С и 60 °С. После каждой стирки образцы сушили при комнатной температуре и повторно измеряли.

Линейную усадку рассчитывали по формуле:

$$x_0 = \frac{L_2 * 100\%}{L_1}$$

где,

$L_1$  – первоначальная длина образца, см;

$L_2$  – длина образца после стирки, см.

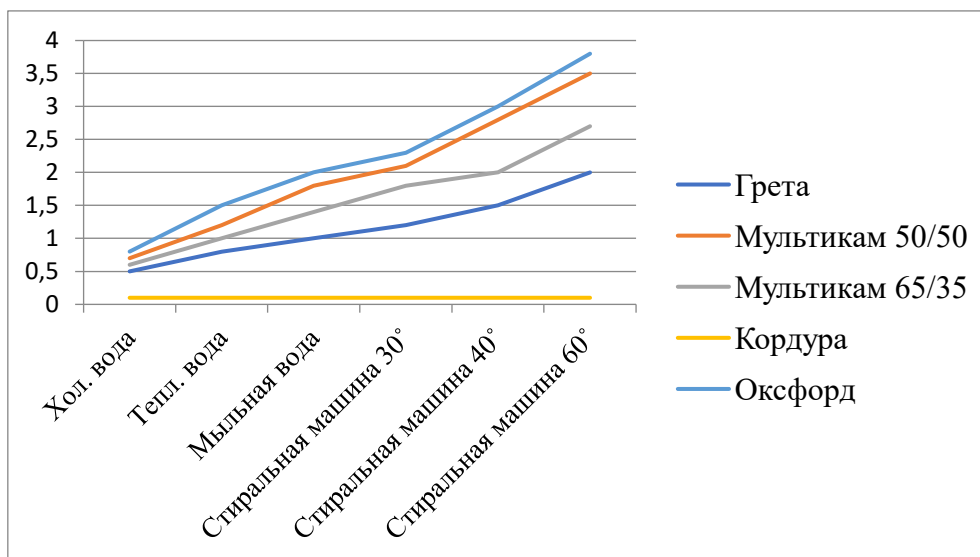


Рисунок 4. Диаграмма 4 – Оценка линейной усадки тканей

Разница между тканями стала особенно заметной после стирки при 60 °С. Материалы с высоким содержанием хлопка начали уменьшаться в размерах уже после первых циклов обработки. Наибольшую усадку показали саржа и Оксфорд. После высыхания ткань становилась плотнее, а структура более жёсткой. Для форменной одежды это серьёзный недостаток: форма начинает хуже сидеть, появляются натяжения в области швов и ограничение движений. С повышением температуры проблема усиливалась. При 30 °С изменения были минимальными, но уже при 40 °С ткани с натуральными волокнами начали заметно сокращаться по длине. При 60 °С линейная усадка стала выраженной почти у всех хлопкосодержащих образцов. Синтетические материалы (Грета и Кордура) показали совершенно другое поведение. Даже после стирки при 60 °С размеры ткани практически не

изменились. Материалы сохранили форму, плотность и структуру переплетения. С точки зрения стабильности размеров это один из самых надёжных вариантов. Но здесь снова возникает спорный момент. Ткани с высокой синтетической составляющей действительно меньше деформируются, однако при длительном ношении они уступают хлопковым материалам по комфорту и воздухообмену. На практике приходится искать компромисс между стабильностью размеров и удобством эксплуатации.

Самым сбалансированным вариантом оказалась саржа 65/35. Несмотря на наличие натуральных волокон, ткань показала относительно небольшую усадку и при этом сохранила нормальные гигиенические свойства. Материал не давал сильной деформации после стирки и оставался достаточно комфортным при носке.

Таблица 2. Результаты сравнительного исследования физико-механических и санитарно-гигиенических свойств тканей

№	Название ткани	Состав	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Поверхностное смачивание	Стойкость к пятнам	Уровень усадки
1	Грета	45% полиэстер, 55% хлопок	18 525	100% -ткань полностью намокает	2	Низкий
2	Мультикам 50/50	50% полиэстер, 50% хлопок	44 275	55% -средний уровень смачивания	2	Средний
3	Мультикам 65/35	65% полиэстер, 35% хлопок	34 425	15% -высокая влагостойкость	3	Минимальный
4	Оксфорд	70% полиэстер, 30% хлопок	23 000	50% -средний уровень смачивания	3	Средний
5	Кордура	100% полиэстер	7 700	0% -вода не проникает в ткань	2	Низкий

На бумаге современная военная форма выглядит вполне функционально: прочная ткань, стандартный крой, соответствие нормативам. Но в движении многие проблемы становятся заметны сразу. Во время приседания натягивается спина, при поднятии рук тянет плечевой пояс, а в положении сидя ткань собирается жёсткими складками в области талии и коленей. Формально форма подходит по размеру, но ощущение свободы движения при этом остаётся ограниченным. Особенно это проявляется при длительной нагрузке. Военнослужащие часами находятся в экипировке, двигаются, бегут, работают с оружием, меняют положение тела. В таких условиях неудобная форма начинает утомлять не меньше самой физической нагрузки. Поэтому оценка эргономики одежды давно перестала быть второстепенной задачей [10].

Для исследования использовали действующую форму Национальной гвардии из ткани с составом 50% хлопка и 50% полиэстера. Такой материал достаточно прочный, устойчив к износу и относительно прост в уходе. Но в

эксплуатации обнаружили типичные проблемы смесовых тканей средней плотности: ограниченная воздухопроницаемость и слабая вентиляция в местах плотного прилегания к телу. Во время активного движения ткань местами прилипла к спине и плечам, а циркуляция воздуха внутри одежды ухудшалась. Испытания проводились на военнослужащем ростом 175 см и весом 75 кг. Во время эксперимента он выполнял пять основных движений: приседания; поднятие рук; повороты корпуса; бег; переход в положение сидя. Во время движения фиксировали изменение посадки одежды в области плеч, спины, талии, шеи и коленей. Для измерений использовали сантиметровую ленту и видеонаблюдение [11; 12].

$$RI = \frac{L_m - L_r}{L_r} * 100\%$$

где,

$L_r$  - размер участка одежды в состоянии покоя;

$L_m$  - размер участка при движении.



Рисунок 1. Выполнение двигательных упражнений во время испытаний

Результаты оказались ниже ожидаемых. Средний индекс движения составил около 3–4%, тогда как эргономические требования рекомендуют уровень 6–8%. На практике это означает, что форма недостаточно компенсирует движения тела и частично ограничивает подвижность [13]. Проблемные зоны проявились довольно быстро. В области спины и плеч образовывались глубокие складки, а ткань растягивалась неравномерно. При поднятии рук куртка заметно натягивалась вверх, а при приседании появлялось избыточное напряжение в коленной зоне. Особенно жёстко ткань вела себя после длительного движения, когда материал нагревался и хуже пропускал воздух.

Интересно, что сама ткань не выглядела слишком жёсткой в статичном положении. Ограничения становились заметны именно в динамике -при резких движениях и смене положения тела. Это ещё раз показывает, что лабораторная оценка материала без проверки в реальных условиях даёт неполную картину.

После анализа результатов были предложены несколько изменений конструкции формы. Наиболее эффективным решением оказалось добавление скрытых складок в боковой части спины. Такая деталь позволила увеличить свободу движений без заметного изменения внешнего вида формы. Отдельно рассматривалась возможность анатомической регулировки в области талии и коленей. Простое изменение формы этих участков снизило натяжение ткани при приседании и поворотах корпуса. Подобные решения часто используются в современной тактической одежде, но в серийной военной форме внедряются пока не всегда стабильно [14; 15].

Дополнительно предложили регулируемые элементы на талии, манжетах и в области горловины. Такие детали позволяют адаптировать форму под особенности телосложения, а не под усреднённые размеры. На практике даже небольшая регулировка заметно влияет на комфорт при длительном ношении. Исследование показало довольно очевидную, но часто игнорируемую вещь: эргономика формы зависит не только от ткани. Даже качественный материал не решает проблему, если конструкция одежды ограничивает движение. Волокнистый состав, плотность ткани, расположение швов и особенности кроя должны работать вместе. Иначе форма остаётся прочной и «правильной» по стандартам, но неудобной в реальной службе [16].

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные. Метод определения воздухопроницаемости. – М.: Издательство стандартов.
2. ГОСТ ISO 9237. Материалы текстильные. Метод определения воздухопроницаемости. – М.: Стандартинформ.
3. ГОСТ 3816-81. Материалы текстильные. Метод определения водопроницаемости при воздействии воды под напором. – М.: Издательство стандартов.
4. ГОСТ 938.31-78. Материалы текстильные. Метод определения устойчивости к загрязнению. – М.: Издательство стандартов.
5. ГОСТ 30157.0-95. Материалы текстильные. Метод определения изменения размеров после влажно-тепловых воздействий. – М.: Стандартинформ.
6. Кузнецова Н.В. Текстильные материалы: свойства, испытания, применение. – М.: Академия, 2019.
7. Бейсенова Г.З., Әлімқұлова Ж.Т. Тоқыма материалдарының қасиеттері мен оларды сынау әдістері. – М.: Алматы:Эверо, 2020.
8. Иванова Л.А. Основы материаловедения текстильной промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 2018.
9. Абдукаримова А.К. Киім конструкциясы мен материалтану негіздері. – М.: Алматы: АТУпресс, 2021
10. ГОСТ 9897-88. Материалы текстильные. Методы определения гигроскопичности. – М.: Стандартинформ.
11. Ережепова Л.С. Тоқыма өндірісіндегі талшықтар мен жіптердің қасиеттері. – Шымкент: ОҚМУ, 2021.
12. Military Textiles. – М.: Woodhead Publishing, 2020. (Әскери тоқыма материалдары)
13. Comfort Testing and Analysis of Military Textiles. – М.: Elsevier, 2019. (Әскери тоқыма материалдарының жайлылықты сынау және сәйкестік талдауы)
14. Ефименко А.А. Конструирование и эргономика специальной одежды. – М.: Москва: Легкая промышленность, 2019.
15. Кадилова А.А., Жұмабаева Л.Ж. Арнайы киімнің конструкциялық-эргономиалық көрсеткіштерін бағалау. //Алматы технологиялық университетінің хабаршысы. – 2021.
16. Козлова Е.И. Эргономические основы проектирования спецодежды для силовых структур. – М.: Дизайн и технология. – 2019.

#### REFERENCES

1. OST 12088-77. Materialy tekstil'nye. Metod opredeleniya vozduhopronitsaemosti [Textile materials. Method for determining air permeability]. Moscow: Izdatel'stvo standartov. (In Russian)
2. OST ISO 9237. Materialy tekstil'nye. Metod opredeleniya vozduhopronitsaemosti [Textile materials.

Method for determining air permeability]. Moscow: Standartinform. (In Russian)

3. OST 3816-81. Materialy tekstil'nye. Metod opredeleniya vodopronitsaemosti pri vozdeystvii vody pod naporom [Textile materials. Method for determining water permeability under pressure]. Moscow: Izdatel'stvo standartov. (In Russian)

4. OST 938.31-78. Materialy tekstil'nye. Metod opredeleniya ustojchivosti k zagryazneniyu [Textile materials. Method for determining resistance to contamination]. Moscow: Izdatel'stvo standartov. (In Russian)

5. OST 30157.0-95. Materialy tekstil'nye. Metod opredeleniya izmeneniya razmerov posle vlazhnoplovyh vozdeystvij [Textile materials. Method for determining dimensional changes after wet-heat treatment]. Moscow: Standartinform. (In Russian)

6. Kuznetsova N.V. Tekstil'nye materialy: svoystva, ispytaniya, primeneniye [Textile materials: properties, testing, application]. Moscow: Akademiya, 2019. (In Russian)

7. Bejsenova G.Z., Álimqulova Zh.T. Toqyma materialdarynyn qasietteri men olardy synau ádisteri [Properties of textile materials and methods of their testing]. Almaty: Evero, 2020. (In Kazakh)

8. Ivanova L.A. Osnovy materialovedeniya tekstil'noj promyshlennosti [Fundamentals of materials science in the textile industry]. Moscow: Legprombytizdat, 2018. (In Russian)

9. Abdugarimova A.K. Kiim konstruksiyasy men materialtanu negizderi [Fundamentals of clothing

construction and materials science]. Almaty: ATU press, 2021. (In Kazakh)

10. OST 9897-88. Materialy tekstil'nye. Metody opredeleniya gigroskopichnosti [Textile materials. Methods for determining hygroscopicity]. Moscow: Standartinform. (In Russian)

11. Erezhepova L.S. Toqyma óndirisindegi talshyqtar men zhipterdin qasietteri [Properties of fibers and threads in textile production]. Shymkent: OQMu, 2021. (In Kazakh)

12. Military Textiles. Woodhead Publishing, 2020.

13. Comfort Testing and Analysis of Military Textiles. Elsevier, 2019.

14. Efimenko A.A. Konstruirovaniye i ergonomika special'noj odezhdy [Design and ergonomics of special clothing]. Moscow: Legkaya promyshlennost', 2019. (In Russian)

15. Kadirova A.A., Zhumabaeva L.Zh. Arnajy kiimnin konstruksiyalyq-ergonomialyq kórsetkishterin bagalau [Evaluation of structural and ergonomic indicators of special clothing]. Almaty: Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta, 2021. (In Kazakh)

16. Kozlova E.I. Ergonomicheskie osnovy proektirovaniya specodezhdy dlya silovyh struktur [Ergonomic foundations of designing special clothing for law enforcement structures]. Dizajn i tekhnologiya, 2019. (In Russian)