

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Рекомендовано
Федеральным государственным учреждением
«Федеральный институт развития образования»
в качестве учебного пособия для использования в учебном процессе
образовательных учреждений, реализующих программы
начального профессионального образования*

*Регистрационный номер рецензии 629
от 10 февраля 2009 г. ФГУ «ФИРО»*



Москва
Издательский центр «Академия»
2010

УДК 685.31./32(075.32)
ББК 30.3я722
М341

Рецензент —
преподаватель специальных дисциплин обувного профиля Московского
колледжа малого бизнеса № 4 *Л. И. Костина*

Материаловедение обувного производства : учеб. пособие
М341 для нач. проф. образования / [А. П. Жихарев, Г. П. Румянцева,
Е. А. Кирсанова, С. К. Кузин]. — М. : Издательский центр
«Академия», 2010. — 224 с.

ISBN 978-5-7695-4957-1

Рассмотрены характеристики свойств кожи, меха и текстильных материалов, используемых в обувной промышленности, искусственных и полимерных материалов для каркасных изделий и изделий низа обуви, отделочных материалов и фурнитуры для обуви, уходу за ними и готовыми изделиями.

Для учащихся образовательных учреждений начального профессионального образования. Может быть полезно для работников предприятий обувной промышленности и по ремонту обуви.

УДК 685.31./32(075.32)
ББК 30.3я722

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом
без согласия правообладателя запрещается*

© Коллектив авторов, 2010
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2010
ISBN 978-5-7695-4957-1 © Оформление. Издательский центр «Академия», 2010

ПРЕДИСЛОВИЕ

Материаловедение — наука о строении и свойствах материалов. Материаловедение обувного производства изучает строение и свойства материалов, применяемых для изготовления обуви.

Целью изучения дисциплины является формирование у учащихся знаний, умений и навыков для квалифицированного решения задач по определению состава, строения и свойств материалов, которые имеют соответствующие строение (структуру) и свойства.

Строение (структура) — взаимное расположение элементов, составляющих материал. К элементам, из которых состоят материалы обувного производства, относятся волокна, пучки волокон, текстильные нити и др. Так, например, из волокон состоят нити, волокнистые холсты; из пучков волокон — кожа; из текстильных нитей — ткань, трикотаж и т.п.

Свойство — объективная особенность материала (изделия), которое проявляется при создании и эксплуатации обуви. Свойства материала (изделия) имеют качественную (например, зимняя обувь тяжелее, чем летняя) и количественную (например, масса зимней обуви равна 0,35 кг, летней — 0,21 кг) характеристики. Числовое выражение характеристики свойства материала соответствует определенному показателю (например, масса 1 м² ткани равна 125 г).

ВИДЫ, СВОЙСТВА ОБУВИ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МАТЕРИАЛАМ

1.1. Виды обуви

Изделия, выпускаемые обувными предприятиями, классифицируют в основном по виду, условиям эксплуатации и назначению.

Обувные предприятия выпускают обувь следующих видов:

ремешково-сандальную — обувь, верх которой выполнен из ремешков или деталей, близких по форме ремешкам, не полностью закрывающих тыльную часть стопы;

туфли — обувь с верхом, не полностью закрывающую тыльную часть стопы и берцами, расположенными ниже лодыжек;

полуботинки — обувь с верхом, закрывающим всю тыльную часть стопы, берцами, расположенными не выше лодыжек, с приспособлениями для ее закрепления на стопе (шнурки, пряжки и др.);

ботинки — обувь с верхом, закрывающим всю тыльную поверхность стопы, берцами, закрывающими лодыжки, и приспособлениями для ее крепления на стопе (рис. 1.1);

сапоги — обувь с высокими голенищами, закрывающими стопу, голень или ее часть, а иногда и бедро.

Обувь состоит из узла верха, закрывающего тыльную (наружную) часть стопы, и узла низа, закрывающего плантарную (нижнюю) часть стопы. В свою очередь узел верха и низа состоят из наружных, промежуточных и внутренних деталей. Количество деталей в обуви зависит от вида и конструкции обуви.

К разным видам обуви предъявляют разные требования, которые зависят от ее назначения, т.е. *условий эксплуатации, сезона носки, половозрастной группы* потребителя.

По условиям эксплуатации обувь подразделяют на повседневную, модельную, домашнюю, для людей пожилого возраста, специальную, производственную, спортивную, для военных, инвалидов и т.д.

Выделение обуви *для людей пожилого возраста* в отдельную группу связано с тем, что с возрастом у человека меняется осанка, появляются патологические отклонения в строении костей сто-

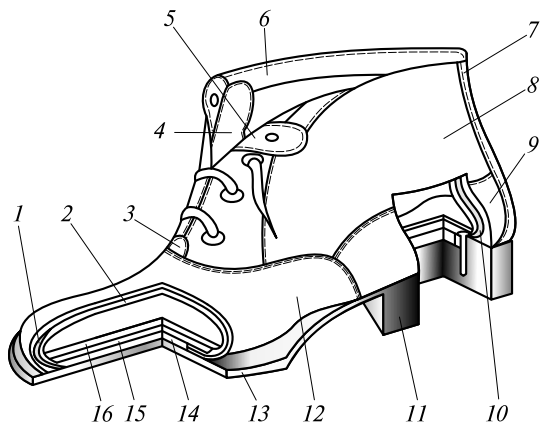


Рис. 1.1. Ботинок мужской:

1 — подносок; 2 — подкладка; 3 — закрепка; 4 — язычок; 5 — подблочник; 6 — штаферка; 7 — задний наружный ремень; 8 — беред; 9 — задинка; 10 — задник; 11 — каблук; 12 — союзка; 13 — подошва; 14 — простилка; 15 — основная стелька; 16 — вкладная стелька

пы, голеней, бедер, таза, позвоночника, а также соединяющих их суставов.

К *специальным* видам обуви относят ту, при изготовлении которой применяют материалы, имеющие защитные свойства от воздействия агрессивных факторов окружающей среды: вибрации, электромагнитного излучения, масла, кислоты, щелочи и др.

Производственная обувь изготавливается без применения материалов с защитными свойствами и предназначена для людей, выполняющих определенный вид работы, — врачей, парикмахеров, почтальонов и др.

Спортивная обувь весьма разнообразна и ориентирована на определенный вид спорта.

Обувь для *инвалидов* предназначена для людей, которые имеют существенные отклонения в анатомическом строении тела.

В зависимости от сезона носки обувь подразделяют на *летнюю*, *осенне-весеннюю*, *зимнюю* и *круглосезонную*. К круглосезонной обуви относят домашнюю и те изделия, которые носят только в помещении.

Выпускаемую обувь подразделяют на мужскую и женскую; по *возрастному признаку* — на грудничковую, детскую, дошкольную (для девочек и мальчиков), школьную (для девочек и мальчиков), для девушек и юношей, среднего и пожилого возраста.

Классификация обуви позволяет обоснованно формулировать требования к материалам для изготовления, тем самым гарантировать требуемый уровень качества создаваемой продукции.

1.2. Свойства обуви

К основным свойствам обуви любого вида относятся следующие:

защита стопы и голени человека от воздействия внешней среды — климатических факторов (дождя, ветра, снега, холода, солнечной радиации и др.), производственных условий (вибрации, ударных нагрузок, пыли и т.д.), электромагнитных излучений, высоких (более 50 °С) и низких (менее -60 °С) температур, кислот, щелочей и др.;

создание и поддержание комфортных условий во внутриобувном пространстве;

обеспечение оптимальных эргономических свойств изделия для снижения энергетических затрат человека при выполнении определенного вида деятельности. Обувь не должна стеснять движение стопы, вызывать повреждение кожного покрова, мышц, суставов и т.д.

При ходьбе, беге и прыжках масса тела передается поочередно то одной, то другой ноге. Продолжительность опоры стопы при средней скорости ходьбы 3...5 км/ч составляет 0,5...1 с, при этом продолжительность опоры стопы на пятку составляет около 7 % общей продолжительности опоры, на всю стопу — 33 % и на переднюю часть стопы — 60 %. При завершении последней фазы движения пятка стопы поднимается и стопа в плюснефаланговом сочленении изгибается. Величина изгиба у здоровых людей в зависимости от динамики движения (ходьбы, бега, прыжка) и высоты каблука обуви лежит в пределах от 20 до 40°.

При нагружении стопы массой тела человека стопа за счет опускания свода удлиняется на 1...3 мм, при этом увеличивается ширина стопы в плюснефаланговом сочленении на 1...7 мм и обхват в пучках на 4...12 мм. Ширина стопы в области пятки во время движения уменьшается при опоре на переднюю часть стопы на 4...6 мм по сравнению с положением стоя на обеих ногах.

При проектировании и изготовлении обуви необходимо учитывать указанные изменения размера, объема и формы стопы для обеспечения ее нормального функционирования в зависимости от вида выполняемой работы человеком. В том случае, если спроектированная обувь и, следовательно, используемые для ее изготовления материалы не будут соответствовать изменениям формы и размеров стопы в продольном и поперечном направлениях в процессе их функционирования, в определенных пределах, то со стороны материалов изделия на кожный покров и мышечную ткань будет оказываться избыточное давление.

Дополнительное давление на стопу создают элементы крепления обуви: шнурки, ремешки, застежки и др.

Ощущение сжатия стопы, т. е. наличие избыточного внешнего давления, возникает у человека при давлении 5,4 кПа. Пережатие мелких капилляров наступает при давлении 3,2 кПа. При разных положениях тела (покое, опоре на две ноги, на колено и одну ногу) давление на плантарную часть стопы зависит от длины стопы и колеблется в пределах от 8,7... 18,5 кПа. Увеличение высоты подъема пяточной части от 0 до 60 мм повышает давление на передней отдел стопы при стоянии в обуви на 10 %.

Уменьшение обхвата в плюснефаланговом сочленении на 20... 25 мм вызывает болезненное ощущение. Определено, что увеличение или уменьшение обхвата обуви на 3...5 мм не вызывает неприятного ощущения при эксплуатации обуви.

При движении человека изгиб стопы в плюснефаланговом сочленении приводит к деформации изгиба материалов обуви в продольном направлении. От того, насколько велика жесткость обуви при изгибе, зависит ее удобство и комфортность. Повышение жесткости обуви при изгибе приводит к быстрому утомлению мышц стопы и голени, появлению дискомфорта. Характеристикой жесткости обуви при изгибе является гибкость. Так например, гибкость у гусариковой бесподкладочной обуви не более — 4 Н/см, а у хромовой армейской и флотской обуви гвоздевого метода крепления верха к кожаной подошве с кожаной подложкой не более — 37 Н/см.

Существенное влияние на утомляемость стопы оказывает масса обуви. Чем больше масса обуви, тем больше энергии человек затрачивает при ходьбе и тем быстрее наступает утомление мышц стоп, голеней и бедер. Масса обуви зависит от вида обуви, количества деталей, входящих в обувь, и средней плотности материалов, из которых она выполнена. Масса деталей верха от массы закрытой обуви составляет 15... 20 %, для сапог юфтевых — 40 %. Масса подошв от массы обуви составляет 15... 40 %, каблуков — 3... 30 %, стелек — 12... 20 %. Наибольшую массу имеет обувь гвоздевого и винтового методов крепления, несколько меньше у рантовой обуви и минимальная масса у обуви клеевого метода крепления. Наименьшую массу имеет обувь без основной стельки — сандального, выворотного, бортового и других методов крепления.

Масса обуви при ее эксплуатации изменяется. Уменьшение массы обуви после длительной носки вплоть до ее износа составляет 2,4... 7 %. Потеря массы обуви связана с механическим износом (истиранием) наружных и внутренних деталей. Столь малое уменьшение массы обуви можно связать с одновременным увеличением массы наружных, промежуточных и внутренних деталей за счет их загрязнения и накопления в них солей, выделяемых стопой вместе с потом.

Вопросам трения (трения) обуви уделяют большое внимание, поскольку эксплуатация обуви осуществляется в осенне-ве-

сенний и зимний периоды времени, которые характеризуются наличием снега и льда на грунте, дорогах и тротуарах. В том случае, если подошва обуви имеет малый коэффициент трения скольжения, то это приводит к повышенному травматизму стоп, голеней и бедер. Скольжение подошвы обуви о поверхность грунта зависит от материалов, из которого она изготовлена, и вида наружной поверхности — гладкая или профилированная.

Защита стопы от ударных нагрузок, особенно в носочной и пяточной частях, обеспечивается за счет применения в конструкции обуви жестких деталей подносков и задников. Плантарная часть стопы защищается узлом низа обуви, состав которого входят стелька вкладная, основная, простилка, подошва и каблук и другие детали.

Во время работы, движения и отдыха между человеком и окружающей средой идет непрерывный тепло- и массообмен. Для обеспечения нормального функционирования стопы необходимо, чтобы во внутриобувном пространстве поддерживалась постоянная температура и влажность воздуха. Для того чтобы обувь была комфортной, температура воздуха во внутриобувном пространстве должна соответствовать 21...25 °С, а влажность воздуха — 60...90 %. Изменение данных значений температуры и влажности воздуха приводит к дискомфортным условиям эксплуатации обуви.

По данным Ю. П. Зыбина и Г. П. Булатова, потовыделение стопой, находящейся в кожаной обуви при нормальных атмосферных условиях, зависит от вида работы человека. Если человек находится в покое, потовыделение составляет 1,2 г/ч, при умеренной работе — 2,5 г/ч и при значительных физических нагрузках — 6...12 г/ч. Выделяемый стопой пот на 50 % аккумулируется материалами обуви, около 40 % выходит из нее через зазоры между стопой и верхом обуви и 10...15 % выводится через материалы верха за счет паропроницаемости. Большая часть влаги за счет потовыделения в течение дневного времени эксплуатации обуви находится во внутренних деталях обуви. Однако наибольшее ее количество содержится во вкладной и основной стельках, так как количество потовых желез на плантарной поверхности стопы значительно больше, чем на тыльной, и достигает 200 на 1 см².

После эксплуатации обуви в течение рабочего дня вся аккумулированная влага должна выйти из наружных, внутренних и промежуточных деталей обуви. Из этого следует, что обувь и, следовательно, материалы, прилегающие к стопе, должны хорошо сорбировать (впитывать) выделяемый стопой пот и десорбировать (отдавать) влагу в окружающую среду после ее эксплуатации.

Поскольку материалы обуви находятся в непосредственном контакте с кожным покровом стопы, то они не должны выделять

вредные вещества, которые могут привести к заболеванию кожного покрова. По данным А. И. Саутина, выделение материалами стирала не должно превышать 0,5 мкг, демитилформамида — 3,5 мкг, хлоропрена — 5 мкг, а при совместном воздействии указанных веществ — соответственно 0,5, 2 и 3 мкг.

Одним из важных свойств обуви является ее надежность. Она характеризуется долговечностью и сохраняемостью свойств материалов изделия. Долговечность изделия определяется сроком (временем) носки до появления дефектов, не поддающихся восстановлению без ухудшения внешнего вида, например — наличие сквозных трещин на союзке, дыр на подошве. Долговечность изделия зависит от назначения, условий и интенсивности эксплуатации и колеблется от 6...12 мес (рабочая обувь) до нескольких лет — повседневная, домашняя обувь.

1.3. Требования, предъявляемые к материалам

Обеспечение требуемой комфортности, долговечности, сохраняемости, конкурентоспособности, безопасности и других свойств обуви достигается путем качественной проработки конструкции изделия и технологии его сборки, а также подбора материалов для производства соответствующих деталей обуви.

В этой связи к материалам предъявляют производственные и потребительские требования. Требования определяют качество материалов, используемых при производстве обуви.

К производственным требованиям относят: конструкторско-технологические, безвредность материалов, экономические, стандартизация и унификация и др.

Конструкторско-технологические требования формируют ряд свойств материалов, применяемых при производстве изделия.

Материалы, используемые при изготовлении изделий, относятся к листовым. Тело человека, в том числе стопа, имеет сложную объемную форму (кривизна поверхности может быть как положительной, так и отрицательной).

При конструировании изделий из плоских материалов не удастся достичь полного соответствия между внутренним объемом изделия и объемом тела человека. Поэтому в ходе проведения ряда технологических операций материалам придают требуемую объемную форму, соответствующую поверхности стопы. Применяющиеся материалы для производства изделий должны не только приобретать заданную объемную форму, но и сохранять ее при эксплуатации.

Свойство *безвредности материалов* актуально как для окружающей среды, так и для человека при производстве изделия и, особенно, при его эксплуатации. Материалы, применяемые для

изготовления обуви, в течение всего периода их носки не должны выделять вредные для организма человека вещества.

К *экономическим требованиям* относятся такие показатели свойств материалов, как цена 1 м² материала, себестоимость обработки материала при проведении технологических операций и др.

Стандартизация и унификация определяют соответствие свойств материалов требованиям ГОСТа, ОСТА, ТУ — нормативным документам, установленным соответственно государством, отраслью, предприятием. Изменчивость свойств материалов в поставляемой партии приводит к снижению качества выпускаемых изделий, так как технологический процесс производства конкретного вида и назначения изделия на предприятии постоянен.

К *потребительским требованиям* относят: эксплуатационные; функциональные; эргономические; эстетические, безопасности и др.

При *эксплуатации* обуви, материалы из которых она изготовлена, подвержены многократному воздействию механических, физических, химических и других факторов окружающей среды. Поэтому выпускаемые для использования человеком изделия должны иметь гарантированный срок эксплуатации. Выполнение этого требования обеспечивается способностью материалов сохранять исходные свойства при эксплуатации.

Эргономические требования формируют показатели свойств материалов, которые обеспечивают комфортность при эксплуатации изделия: удобства пользования, соответствия силовым и осязательным ощущениям человека при эксплуатации изделия, создание и поддержание определенного микроклимата во внутриобувном пространстве и др. Важное место в этой группе свойств материалов отводится гигиеническим показателям свойств, которые обеспечивают влаго-, воздухо- и теплообмен между телом человека, изделием и окружающей средой.

Эстетические требования к материалам для обуви определяются прежде всего направлением современной моды и характеризуются соответствующим художественно-колористическим оформлением материалов и изделия. Отделка материалов должна соответствовать рекомендациям специалистов при подборе материалов на соответствующие виды изделия.

Согласно существующим техническим регламентам на материалы для обуви они должны быть *безопасны* для человека и окружающей среды как в процессе изготовления обуви, так и при ее эксплуатации. Данное требование зависит от химического состава материала, его строения и свойств, а также условий эксплуатации обуви.

Рассмотренные производственные и потребительские требования к материалам применяют при разработке любого вида обуви, однако, количество показателей свойств, по которым оценивает-

ся рациональность использования того или иного материала, будет различна и зависит от вида, назначения, социальной направленности и условий эксплуатации изделия.

При производстве обуви применяют разнообразные материалы, которые условно подразделяют на основные и вспомогательные. К *основным материалам* относят те, из которых изготавливаются отдельные детали обуви (союзка, беред, стелька, каблук и др.) или все изделие (валенки, резиновые сапоги, пляжная обувь и др.). К *вспомогательным материалам* относят скрепляющие и отделочные материалы, а также фурнитуру. Общая классификация основных и вспомогательных материалов, применяемых в производстве обуви, приведена на рис. 1.2.

На протяжении многих столетий обувь в основном изготавливали из кожи, войлока, меха и дерева. Основу перечисленных материалов составляют полимеры природного происхождения: коллаген, кератин, целлюлоза и др. Успехи химии в XX в. в области синтеза и переработки высокомолекулярных соединений позволили создать новые виды полимеров, из которых в настоящее время изготавливают искусственные кожи, искусственный мех, комплексные материалы, материалы для изготовления подошв, каблук, набоек и других деталей обуви.



Рис. 1.2. Общая схема классификации материалов, применяемых в производстве обуви

Строение и свойства материалов для обуви зависят от вида исходного полимерного вещества и технологии изготовления. Изменение режимов или технологии производства обуви влияет на строение и, как следствие, на свойства материалов, применяемых для производства обуви.

В зависимости от состава, способа получения и целевого назначения изделия материалы могут иметь разное строение: монолитное, волокнистое, сетчатое и монолитно-наполненное.

Монолитное строение имеют материалы, у которых отсутствуют поры. Пора — промежуток между частицами вещества (макромолекулами и надмолекулярными образованиями) и структурными элементами материала (волокном, пучком волокон, текстильной нитью и др.). Поры могут быть замкнутыми и сообщающимися между собой. Форма поры может быть сферической, цилиндрической и др.

Волокнистое строение имеют материалы, у которых в качестве основного структурного элемента выступает волокно.

Сетчатое строение наблюдается у материалов, у которых основным структурным элементом является волокно, пучок волокон или текстильная нить. Образование сетчатой (упорядоченной) структуры достигается за счет природного строения или технологии производства материала.

Монолитно-наполненное строение имеют материалы, полученные в результате наполнения полимерной матрицы волокнами, текстильными нитями или заполнения материалов волокнистого или сетчатого строения полимером. Материалы данного строения могут быть монолитными, а также содержать в объеме поры, это зависит от вида наполнителя (волокно, текстильная нить) и технологии изготовления.

При производстве изделий применяют комплексные материалы, строение которых может состоять из нескольких слоев перечисленных структур.

Расположение структурных элементов и ориентация их относительно друг друга определяют характеристики свойств материала. Ориентации структурных элементов в одном направлении по отношению к другим приводит к *анизотропии* (неравномерности) характеристик свойств материалов. Если структурные элементы равномерно ориентированы по разным направлениям в плоскости и объеме материала, то такие материалы имеют *изотропные* (равномерные) характеристики свойств. В зависимости от функционального назначения детали в изделии материалы для ее изготовления могут быть с изотропными и анизотропными свойствами.

Знание материаловедения обувного производства позволяет специалисту осуществить рациональный выбор материалов для деталей обуви разного вида и назначения, режимов обработки

материалов при производстве изделия, дать рекомендации по условиям и времени эксплуатации обуви, ее надежности и безопасности.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют виды обуви?
2. От чего зависят требования, предъявляемые к разным видам обуви?
3. Перечислите основные свойства обуви.
4. Какое влияние на утомляемость стопы оказывает масса обуви?
5. Почему при эксплуатации обуви изменяется ее масса?
6. Какими свойствами характеризуется надежность обуви?
7. Перечислите производственные требования, предъявляемые к материалам, используемым при производстве обуви.
8. Перечислите потребительские требования, предъявляемые к материалам, используемым при производстве обуви.
9. От чего зависит строение материалов, используемых при производстве обуви?

ХАРАКТЕРИСТИКИ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

2.1. Характеристики механических свойств материалов

2.1.1. Виды механических воздействий

Материалы в изделии непрерывно контактируют с внешней средой и телом человека. Данное взаимодействие влияет на их строение и свойства. При производстве и эксплуатации обуви воздействие внешней среды на материалы условно подразделяют на механические и физические.

К *механическим воздействиям* внешней среды относятся такие, в результате которых возникают две физические характеристики — сила и деформация. Сила — результат взаимодействия материала с одним или несколькими телами, а деформация — следствие этого взаимодействия. В результате действия силы материал деформируется, т. е. изменяет исходные размеры. Механизм изменения исходного размера в материале зависит от его строения. Так, например, в коже и тканях увеличение длины при растяжении связано с распрямлением пучков волокон и текстильных нитей, а также перемещением волокон относительно друг друга.

Действие на материал внешней силы может быть *статическим* и *динамическим*. Данное различие определяется скоростью v действия на материал внешней силы P . Если внешняя сила действует на материал со скоростью $v <$ или $= 1$ м/с, то такое действие силы считается статическим. В том случае, если $v > 1$ м/с, то данное действие силы на материал считается динамическим. Динамическое действие внешней силы в материалах обуви наблюдается при быстрой ходьбе, беге и прыжках человека.

В зависимости от направления приложенной силы к материалу в последнем возникают деформации: растяжение, сжатие, изгиб, кручение, срез, вдавливание (рис. 2.1). При этом следует иметь в виду то, что при эксплуатации обуви в материалах одновременно присутствует несколько видов деформаций: растяжение и сжатие; изгиб и кручение; вдавливание, изгиб, сжатие и растяжение и т. д. Величина деформации материала определяется значением действующей силы на материал, а также его химическим составом и строением.