

Легкая промышленность входит в состав ведущих отраслей мирового промышленного комплекса. На ее долю приходится 5,7% мирового валового продукта, более 14% занятых в промышленных производствах. Отрасль характеризуется постоянным экономическим ростом, обусловленным увеличением населения, повышением его благосостояния и покупательной способности. Сегодня лидерами в легкой промышленности являются Китай, страны Средней и Юго-Восточной Азии, а также бурно развивающиеся в последнее время страны Южной Америки. В этих странах легкая промышленность объявлена в качестве приоритетной для развития национальной экономики. В период до 2020 года производство и развивающиеся рынки этих стран (по оценке экспертов) составят большую часть мировой экономики, но, несмотря на рост производства, российский рынок представлен товарами народного потребления, не отвечающими потребительским требованиям, а иногда даже представляющим угрозу здоровью населения [1]. К изделиям легкой промышленности относят обувь, одежду, головные уборы, кожгалантерейные изделия. Обувь – неотъемлемая часть нашего гардероба, изделие для предохранения ног человека от механических повреждений, переохлаждения, перегрева, сырости и прочих внешних воздействий окружающей среды; кроме того несущее эстетические функции [2]. Изделие должно быть удобным по форме и размерам, соответствовать анатомическому строению стопы, обеспечивать необходимую подвижность стопы в обуви, не создавая чрезмерного давления на отдельные ее участки. Важно, чтобы обувь не препятствовала изменениям формы и размеров стопы во время ходьбы, бега при различных нагрузках, удалению во внешнюю среду избыточного тепла и влаги, выделяемых поверхностью стопы [2]. На сегодняшний день перед производителями обувной промышленности остро стоит вопрос повышения качества и конкурентоспособности выпускаемого товара, а так же насыщение потребительского рынка отечественной обувью обновленного ассортимента с высокими потребительскими свойствами и товарным видом. В процессе эксплуатации на обувь действуют разнообразные атмосферные и механические воздействия, которые приводят к ее деформации. В результате этого изменяется формоустойчивость, гибкость и прочность крепления верха обуви с низом. Одним из основных факторов определяющих качество обуви, являются физико-механические показатели используемых материалов. Эти свойства определяются формовочной способностью материала, характеризующее удобство обуви в эксплуатации и срок ее носки. Материалы, применяемые для верха обуви, должны обладать хорошей формовочной способностью, хорошо деформироваться при растяжении, чтобы придать верху обуви форму колодки и быть пластичными, чтобы сохранить форму обуви во время носки. Таким образом, при формовании заготовок верха обуви материалы максимально деформируются не только для придания обуви определенной формы, но и для

увеличения ее формоустойчивости. В тоже время материалы должны быть упругими и способными к восприятию циклических нагрузок [1]. Перспективным направлением совершенствования производства обуви является использование метода объемно-поверхностной модификации путем обработки ее на отдельных стадиях высокочастотной плазмой пониженного давления. Плазменная обработка имеет важное преимущество по сравнению с другими способами модификации материалов и изделий кожевенно-обувной промышленности – в определенных режимах она не влияет на внутреннее строение, позволяя регулировать заданное свойство, не ухудшая других свойств. Кроме того, обработка неравновесной низкотемпературной плазмой является экологически безопасной, высокоэффективной и менее затратной в отличие от традиционных методов химической, физической и механической модификации. Благодаря воздействию ВЧ плазмы пониженного давления на полимерные волокнистые высокомолекулярные материалы, к которым относятся и натуральная кожа – основной материал заготовки верха обуви, и материалы подкладки и межподкладки, можно решить ряд технологических задач улучшить технологические и потребительские свойства (регулировать гидрофильность, увеличить грязеотталкивание, уменьшить электризуемость), повысить устойчивость к истиранию, разрывную нагрузку, понизить жесткость при изгибе, улучшить другие механические свойства [3]. При воздействии ВЧ плазмы пониженного давления в дерме происходит разделение волокнистой структуры, появляется собранность волокон, увеличивается диаметр пучков. Разделение волокнистой структуры уменьшает трение между элементами структуры (пучками), что повышает их способность к ориентации при растяжении, а это приводит к уменьшению их изгиба и напряжения в них. При этом сами структурные элементы становятся более жесткими, что в свою очередь увеличивает прочность волокнистой структуры в целом. Изменение волокнистой структуры под воздействием ВЧ плазмы пониженного давления приводит к изменению прочности многослойного материала заготовки верха обуви. При уменьшении количества пор, эффект плазменного упрочнения определяется в основном релаксацией напряженных состояний макромолекул. Снятие внутренних напряжений приводит к повышению пластических свойств, улучшению формовочной способности материала и одновременному улучшению формоустойчивости изготовленных из него изделий. Качество и формоустойчивость верха обуви зависит не только от прочностных и упруго-пластических свойств деталей, но также и от прочности крепления их между собой. Детали в заготовке верха крепятся друг другу клеевым способом. Известно, что между волокнами кожи и синтетической полимерной композицией возникают различные силы взаимодействия, начиная от слабых дисперсионных и кончая силами химической природы, включая водородные связи. Поэтому в результате воздействия ВЧ плазмы пониженного давления возможна диффузия

макромолекул полимерных клеевых композиций в поры кожи и ткани – основной составляющей многослойного материала. Данный процесс влечет за собой увеличение прочности термосклеивания натуральной кожи с межподкладкой, и последней – с подкладкой. Основными технологическими параметрами ВЧ плазменной модификации материалов, непосредственно связанными с режимами обработки, как отмечено выше, являются плотность ионного тока на поверхность и кинетическая энергия ионов. Необходимо учесть, что ВЧ разряд может быть двух типов: индукционного и емкостного. Воздействие плазмы индукционного и емкостного разрядов отличается соотношением значений плотности ионного тока и кинетической энергии ионов. В плазме ВЧ индукционного разряда энергия ионов составляет до 40 эВ, плотность ионного тока достигает  $25 \text{ А} \cdot \text{м}^{-2}$ ; в ВЧ разряде емкостного типа кинетическая энергия ионов может быть до 100 эВ, но при этом плотность ионного тока меньше  $15 \text{ А} \cdot \text{м}^{-2}$ . В процессе ВЧИ плазменной модификации большее влияние оказывается на поверхность обрабатываемого материала, в результате чего поверхностные слои кожевенной составляющей его уплотняются. Влияние ВЧЕ плазменной модификации влияние распределено более равномерно по объему материала, вследствие чего происходит изменение объемной структуры, в том числе увеличение прочности термосклеивания слоев материала [1, 3]. Таким образом, анализ механизмов воздействия ВЧ плазмы пониженного давления на структурные и физико-механические свойства многослойного материала заготовки верха обуви показал, что плазменная обработка может быть эффективным инструментом воздействия в технологическом процессе изготовления обуви с целью регулирования ее формоустойчивости и улучшения качества.