

УДК 685.34.073.2:658.5:004.9

**Радюк А.Н., Козлова М.А., Буркин А.Н.***УО «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск, Беларусь***ОЦЕНКА СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОДОШВ ОБУВИ НА ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ ИЗ ВТОРИЧНОГО ПОЛИУРЕТАНА**

**Аннотация.** *Статья посвящена комплексной оценке качества продукции, главным образом материалам обувной промышленности. В настоящее время насчитывается большое количество публикаций, имеющих прямое или косвенное отношение к оценке качества. Подавляющая часть этой литературы сводится к рассмотрению понятия «качество», синтезу методов оценки уровня качества продукции и оценке качества посредством одного или нескольких методов, или их сравнительному анализу. Комплексная оценка качества позволяет получить одну числовую итоговую оценку, дополняет дифференциальные оценки качества материала, способствует выбору наилучшего варианта материала по его свойствам в комплексе различных видов оценки.*

**Ключевые слова:** *качество, оценка, интерфейс, программа, композиционные материалы, вторичный полиуретан, технология, свойства.*

**Radyuk A.N., Kozlova M.A., Burkin A.N.***Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Belarus***EVALUATION OF THE PROPERTIES OF COMPOSITE MATERIALS FOR SHOE SOLES ON A POLYMER MATRIX OF RECYCLED POLYURETHANE**

**Abstract.** *The article is devoted to a comprehensive assessment of the quality of products, mainly materials of the shoe industry. Currently, there are a large number of publications. They are directly or indirectly related to quality assessment. The vast majority of this literature is reduced to the consideration of the concept of "quality", the synthesis of methods for assessing the level of product quality and quality assessment through one or more methods, or their comparative analysis. Complex quality assessment allows you to get a single numerical final assessment, complements the differential assessment of the quality of the material, helps to choose the best version of the material according to its properties in a complex of different types of assessment.*

**Keywords:** *quality, evaluation, interface, program, composite materials, secondary polyurethane, technology, properties.*

**Введение.** На современном этапе экономического развития решение задач повышения качества и конкурентоспособности продукции приобретает первостепенное значение в виду постоянного роста требований потребителей и глобализации рынка. Одним из основных направлений государственной программы «Комплекс мер на 2016-2020 годы по стимулированию внедрения в экономику страны передовых методик и современных международных систем управления качеством» является совершенствование подходов к разработке и производству качественной и конкурентоспособной продукции [1]. Данное направление касается производства продукции не только из исходного сырья, но и на основе отходов производства. Композиционные материалы, полученные на основе использования отходов полиуретана производства обувных предприятий, позволяют существенно снизить себестоимость подошв (до 40 %), расширить ассортимент продукции, повысить качество и конкурентоспособность производимой

продукции за счет использования ресурсосберегающих технологий, а также снизить вредное воздействие производства на окружающую среду [2].

В соответствии с ГОСТ 15467-79, качество продукции – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [3]. Это не единственное определение понятия «качество», так в публикации журнала Quality Progress 2001 г. авторы статьи [4] постарались выяснить, что понимают под качеством крупнейшие специалисты в этой области: У.А. Шухарт (публикация 1931 г.), Р.М. Пирсинг (1974 г.), Г. Тагути (1979 г.), Ф. Кросби (1979 г.), А.В. Фейгенбаум (1983 г.), К. Исикава (1985 г.), Дж. Джуран (1988 г.), Э. Деминг (1988 г.). Авторами статьи отмечается, что наиболее глубоко определение «качество» охарактеризовал У. Шухарт, так как именно он отметил основные его аспекты, связанные с представлением о качестве вещей как объективной реальности, которая не зависит от существования человека и с тем, что мы думаем, чувствуем и ощущаем в отношении этой объективной реальности.

Наиболее точно определение «качество» дано в стандарте ИСО 9000:2015 [5], оно сопровождается двумя примечаниями и является многоступенчатым. Качество – степень, в которой совокупность собственных характеристик объекта соответствует требованиям. Примечание 1: термин «качество» может применяться совместно с прилагательными такими, как низкое, хорошее или превосходное. Примечание 2: «собственное» означает существующее в объекте.

В работе [6] автор совместил примечания и определение качества: качество – степень, с которой совокупность собственных отличительных свойств (характеристик) выполняет потребности или ожидания заинтересованных сторон, которые установлены, обычно предполагаются или являются обязательными. Данное определение является, на наш взгляд, наиболее точно описывающим понятие «качество» на современном этапе развития промышленного производства.

**Постановка цели.** В настоящее время имеется ряд работ, посвященных синтезу методов оценки уровня качества продукции. Эти методы оценки уровня качества классифицируются по различным признакам, наиболее часто встречаемая классификация – дифференциальная, статистическая, комплексная, смешанная. Стремление учесть как можно больше показателей в желании максимально полно охарактеризовать продукцию делает задачу оценки качества сложной как в теоретическом, так и в практическом аспектах. Поэтому важно выделить главные показатели, отражающие наиболее существенные потребительские свойства продукции и являющиеся обязательными к учету.

Под показателем качества продукции понимается числовое значение характеристики свойства материала, используемое при оценке качества. Если числовое значение показателя качества увеличивается с улучшением качества материала, его называют позитивным, а если уменьшается – негативным. Для нейтральных показателей изменение их величины не связано с улучшением или ухудшением качества. Различают показатели качества: фактический, базовый (нормативный), единичный (характеризующий одно из свойств объекта) и комплексный (характеризующий несколько свойств объекта) [7].

Комплексный подход к оценке качества продукции сводится к определению комплексного показателя качества (КПК), который учитывает все единичные показатели (свойства) продукции и легко поддается математической обработке.

Согласно ГОСТ 15467-79 [3] комплексным показателем качества продукции называется показатель качества продукции, характеризующий несколько ее свойств, а оценкой уровня качества продукции – совокупность операций, включающая выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции, определение значений этих

показателей и сопоставление их с базовыми. Это общее определение допускает некоторые уточнения и конкретизацию с учетом особенностей той или иной продукции.

Оценка качества продукции предполагает установление соответствия ее требованиям нормативной и технической документации, требованиям безопасности и удовлетворению желаний потребителей.

В связи с вышеизложенным, целью работы является разработка метода оценки уровня качества продукции на примере композиционных материалов для подошв обуви.

В настоящее время среди искусственных и синтетических материалов в составе отходов, образующихся на обувных предприятиях, значительный удельный вес составляют именно отходы пенополиуретана (ППУ), используемые для получения деталей низа обуви и относящиеся к типу мелкопористых материалов, которые могут быть использованы повторно [2]. Их основной особенностью является также то, что они могут совмещаться с различными добавками литьевой композиции, что способствует возможности получения материалов с заранее заданным комплексом свойств при рациональном подборе количества и пропорции ингредиентов композиции.

Композиционные материалы для подошв обуви на полимерной матрице из вторичного полиуретана (ПУ) могут служить основой для получения монолитных, пористых и волокнисто-наполненных материалов однородной структуры с повышенными (заранее заданными) эксплуатационными свойствами.

**Понятие комплексной оценки и показателей качества.** Комплексная оценка – оценка, когда в одном показателе объединяют комплекс основных, наиболее значимых свойств материала [7]. Ее применяют в том случае, когда производится сравнительная оценка качества нескольких материалов.

Физический смысл комплексной оценки заключается в том, что она является количественным выражением степени приближения к некоторому эталону.

Преимущество комплексной оценки состоит в получении одной числовой итоговой оценки, а недостаток в том, что она не дает полного представления об отдельных свойствах, знание которых необходимо, например, для рационального использования материала по назначению [7, 8].

Важное значение использования в промышленности комплексных показателей качества продукции показывается в работе Грюнера В.С., написанной в начале 30-х годов 20 века. Однако, до сих пор ведутся дискуссии по правомерности/неправомерности использования КПК. Наиболее часто встречаемые и обсуждаемые положения, касающиеся правомерности/неправомерности использования КПК, сведены в таблицу 1 на основе работы [9]. Также в таблице представлены ученые, в работах которых нашло отражение то или иное положение.

В работах [7, 8, 10] приводятся опровержения наиболее встречающихся доводов против применения комплексной оценки. Так, есть мнение [10], что компенсация уровня отдельных показателей за счет других соответствует реальной ситуации оценки материала потребителем, который готов примириться с пониженными значениями отдельных дифференциальных показателей при условии, что другие показатели находятся на высоком уровне.

Одну и ту же комплексную оценку качества можно получить при разном сочетании уровней отдельных показателей качества (ПК), т.е. по существу для различных материалов. Средняя комплексная оценка нескольких ПК может не измениться, если часть их будет иметь пониженный уровень, а часть – повышенный.

Таким образом, комплексные оценки дополняют, но не заменяют дифференциальные оценки качества материала [7, 8].

Таблица 1. – Правомерность/неправомерность использования КПК

Негативные положения	Позитивные положения
<ul style="list-style-type: none"> <li>- показатели отдельных свойств не транзитивны (Гличев А.В., Котликов Я.Ш., Панов В.П.);</li> <li>- допускают перекрытие низкого уровня одного дифференциального показателя высоким уровнем другого (Глаголев Д.Е., Шпильрейн И.Н.);</li> <li>- невозможно суммировать величины, характеризующие качественно разнородные свойства на базе средней арифметической (Консон А.);</li> <li>- трудно, практически невозможно выразить уровень качества однозначно, через один показатель (Седов В.И., Воротилов В., Кириллов С.Р.);</li> <li>- попытка найти универсальный метод приводит к созданию искусственных построений, далеких от практической действительности (Улинич Р.Б.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- качество технической продукции есть комплексный показатель ряда свойств этой продукции (Голубовский Г.М.);</li> <li>- комплексные показатели отражают объективно существующие различия в качестве продукции (Жуков В.Н.);</li> <li>- комплексные оценки качества являются важным элементом системы управления качеством продукции (Панов В.П.);</li> <li>- любое измерение качественных признаков можно привести к суммарной оценке уровня качества (Хэнсен Б.);</li> <li>- качество можно определить количественно (Фитцджеральд Э.Б.)</li> </ul>

**Метод оценки уровня качества.** Согласно работам таких авторов, как Г.Г. Азгальдов, Н.Л. Маренков, Г.И. Солод [10-13] было выяснено, что установление уровня качества товаров состоит из следующих этапов:

- установление номенклатуры ПК товара;
- определение коэффициентов весомости;
- расчет комплексного обобщенного ПК товара;
- определение уровня качества оцениваемого товара.

Основываясь на их работах, авторы работы [7] установили, что при комплексной оценке качества продукции необходимо проведение таких этапов работы как:

- выбор номенклатуры определения ПК;
- нахождение значений коэффициентов значимости показателей;
- определение числовых значений этих показателей;
- выбор базовых показателей для сравнения;
- приведение единиц измерения отдельных свойств к одному виду (нахождение безразмерных показателей);
- выбор метода вычисления комплексной оценки качества.

На основе данных этапов был разработан метод и укрупненный алгоритм комплексной оценки уровня качества.

1 этап: выбор номенклатуры ПК для расчета с учетом ее особенностей (значимости).

В литературе [14] есть указания на то, что следует использовать минимальный перечень показателей, достаточно полно характеризующий качество материала, в связи с чем необходимо определять номенклатуру ПК каждого изделия в зависимости от его назначения.

Для расчета комплексной оценки качества был проведен анализ требований, согласно ТНПА и справочной литературы на подобные материалы, и выявлено, что стандартный набор показателей оценки качества обувных материалов и деталей представ-

лен в справочнике обувщика [18], а применительно к низу обуви – в обувном материаловедении [19]. Однако данные показатели не являются общепризнанными, так как в различных источниках информации, касающейся обувной промышленности, выделяют различные показатели [20, 21]. В настоящий момент отсутствуют ТНПА, позволяющие достаточно полно оценивать свойства деталей низа обуви из полимерных материалов, кроме резины, последние и были использованы в статье.

При анализе ПК материалов для низа обуви, согласно действующим техническим нормативным правовым актам, было выявлено, что все показатели объединены в группы свойств: показатели назначения, показатели устойчивости к внешним воздействиям и показатели технологичности, которые они характеризуют. Результаты проведенного анализа отражены в [15], где выявлено, что основополагающими показателями для любых материалов для низа обуви являются показатели назначения. В работе [16] было проведено априорное ранжирование и расстановка приоритетности показателей.

На основе данных работ был выделен набор показателей для оценки физико-механических и эксплуатационных свойств материалов для низа обуви, который включает: плотность, твердость, прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, относительное остаточное удлинение после разрыва, сопротивление истиранию и многократному изгибу.

2 этап: определение характеристик показателей качества.

Все показатели качества подразделяются на 2 группы: позитивные и негативные. Позитивные показатели – показатели, с увеличением значений которых качество продукции повышается. Негативные показатели – показатели, с увеличением значений которых качество снижается.

Из показателей для оценки физико-механических и эксплуатационных свойств материалов для низа обуви негативным показателем является относительное остаточное удлинение после разрыва, остальные позитивные. Вывод сделан на основе данных стандартов на технические условия, где значение для показателя относительное остаточное удлинение после разрыва прописано не более 20.

3 этап: назначение приоритетов для показателей качества с помощью весовых показателей.

На основе работ [15, 16], где было проведено априорное ранжирование и расстановка приоритетности показателей, рассчитывались коэффициенты весомости представленных выше показателей.

4 этап: выбор методов оценки качества.

Для подсчета комплексных показателей качества материала используют такие виды оценок, как:

- средняя арифметическая комплексная оценка. Ее недостатком является то, что при наличии плохих отдельных оценок общая оценка может оказаться достаточно высокой из-за высоких оценок остальных показателей;

- средняя геометрическая комплексная оценка. При таком способе подсчета, если хотя бы одна оценка равна 0, комплексная оценка также равна нулю;

- средняя гармоническая комплексная оценка аналогична предыдущей [7, 8].

Расчет комплексной оценки качества осуществляют методом ранжирования, балловой оценкой, при помощи индексов качества и по показателям желательности, представленных в таблице 2.

Комплексные оценки качества уточняют, используя коэффициенты значимости отдельных показателей.

В соответствии с комплексной оценкой присваивают каждому материалу место, занимаемое им по уровню качества.

Таблица 2. – Характеристика видов оценки

Виды оценки	Методика	Оценка данных
Ранговая комплексная оценка	Натуральные размерные показатели качества (НРПК) переводятся в безразмерные	Лучший материал оценивают рангом $R = 1$ , а худший – рангом $R = m$
Комплексная оценка в баллах	НРПК переводятся в безразмерные балловые ПК путем использования норм $N$ показателей $X$ для граничных качественных градаций: - «отлично – хорошо» – $N_1$ ; - «хорошо – удовлетворительно» – $N_2$ ; - «удовлетворительно – плохо» – $N_3$ .	Для позитивных ПК: $B = 5$ , если $X_i \geq N_1$ ; $B = 4$ , если $N_1 > X_i \geq N_2$ ; $B = 3$ , если $N_2 > X_i \geq N_3$ ; $B = 0$ , если $N_3 > X_i$ . Для негативных ПК: $B = 5$ , если $X_i \leq N_1$ ; $B = 4$ , если $N_1 < X_i \leq N_2$ ; $B = 3$ , если $N_2 < X_i \leq N_3$ ; $B = 0$ , если $N_3 < X_i$ .
Комплексная оценка индексов качества	подсчитывают для отдельных показателей $X$ индексы качества	Расчет производят по формулам из [7, 8]
Обобщенный показатель желательности	Вычисляют показатели желательности с помощью вспомогательных безразмерных показателей. При этом используют граничные значения показателей желательности для четырех градаций качества	Расчет производят по формулам из [7, 8] или в соответствии с рисунком 1.

5 этап: выбор базовых значений ПК.

Базовое значение ПК – значение показателя, принятое за основу при сравнительной оценке ее качества.

Уровень качества – относительная характеристика качества, основанная на сравнении значений ПК оцениваемого материала с базовыми значениями соответствующих показателей, регламентированными соответствующими ТНПА.

6 этап: определение фактических значений ПК.

7 этап: сопоставление фактических значений ПК с базовыми.

До этого расчет комплексной оценки качества по представленным выше видам оценок применялся для текстильных материалов и описан в литературе специалистами в этой области. Однако, если рассмотреть детально данные виды оценок, можно заметить, что метод ранжирования используют для различных материалов и изделий различных отраслей промышленности, оценка индексов качества представляет собой ни что иное, как сравнение полученных значений материалов и изделий с базовыми значениями, чаще всего взятыми из соответствующих ТНПА, оценка качества в баллах напоминает сравнительный анализ значений свойств материалов со значениями свойств подобных им материалов. Данные виды оценок частично использовались в работах [17-18]. Поэтому подобная оценка качества и предложенный поэтапно метод могут быть использованы и для композиционных материалов для подошв обуви на полимерной матрице из вторичного ПУ.

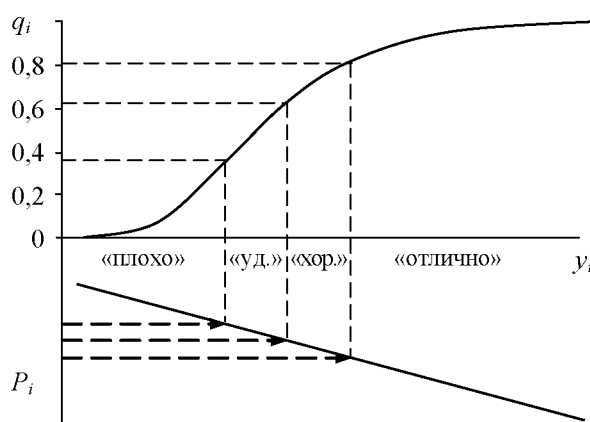


Рисунок 1. – Номограмма для определения показателя желательности

При этом рассмотренный метод оценки качества является трудоемким и требует автоматизации. В связи с этим разработка технологии автоматизированного расчета комплексной оценки является актуальной.

**Оценка качества композиционных материалов для подошв обуви.** В условиях научно-технического прогресса, когда все большее значение приобретает применение вычислительной техники и прикладных математических методов при решении научных задач, использование автоматизированного расчета позволит получить значительный эффект за счет сокращения времени на выполнение расчетов, повышение их точности и повышение объективности оценки.

Для разработки программы для расчета комплексной оценки качества использовалась платформа Java, среда разработки Eclipse.

Разработка интерфейса программы выполнялась с помощью конструктора форм. Чтобы программа выполнялась, исходные тексты переводятся на машинный язык. Это делает компилятор, который тоже входит в систему программирования.

Интерфейс программы реализуется посредством JavaFXSceneBuilder 2.0 и представлен на рисунке 2. Подробное описание разработки программы для расчета комплексной оценки качества представлено в работе [19]. Программа позволяет произвести

Файл Расчет Импорт Помощь						
Исходные данные Ранги Нормы Баллы Базовых Индексы Безразмерные показатели Желательность Комплексная оценка						
Номер образца	Натуральные показатели качества					
	x1	x2	x3	x4	x5	
1						
2						
3						
4						
5						
Характеристика показателя						
Коэффициенты значимости (y)						

Рисунок 2. – Интерфейс программы

расчет комплексной оценки качества образцов материалов по различным видам оценки, представленным в таблице 2, и на основе всех свойств материалов и дифференциальных оценок выявить наилучший образец.

Композиционные материалы для подошв обуви на полимерной матрице из вторичного ПУ получают методом литья под давлением смеси путем добавления в их состав помимо отходов ППУ обувных предприятий дополнительных ингредиентов: масло индустриальное (ТУ 0253-003-71148628-2005) и

стеарат кальция (ТУ У 24.1-34767516-003:2008). Таким вариантом получают монолитные материалы. Одним из наиболее перспективных вариантов, позволяющим существенно снизить себестоимость подошв и улучшить ее эргономические показатели (снизить массу и повысить гибкость), является введение различного рода дешевых наполнителей или порообразователей.

Получение полимерных материалов с волокнистыми наполнителями (отходы коврового производства – кноп стригальный [28]) позволяет получить материалы похожие на зарубежные – типа «кожволон», Relak, Tunit и т.д. Область их применения – подошвы для девичьей и женской обуви осенне-весеннего и летнего ассортимента. В работе использовали кнопку стригальный полипропиленовый с длиной волокон 2-4 мм.

Технология получения композиционных материалов для подошв обуви включает в себя следующие этапы:

- измельчение – осуществляется на измельчителе универсальном роторном ИУР 200В, который предназначен для измельчения отходов полимерных и других ма-

териалов, используемых вторично, и обеспечивает равномерную размерность частиц – отходы ППУ дробили до размеров 5-7 мм;

- смешивание – приготовление смеси компонентов заключалось в их механическом смешении – совмещении компонентов композиций. Вторичное полимерное сырье смешивалось в лопастной мешалке с маслом, далее добавлялся стеарат кальция;

- гранулирование – осуществляется с помощью шнекового экструдера ЭШ-80Н4 при различных температурах в зависимости от состава композиции. Далее идет охлаждение композита. Затем подготовленную композицию перед литьем подвергают дроблению до размеров гранул 2-4 мм;

- литье (переработка гранулята в изделия) – используют трехпозиционный статический литевой агрегат SP 345-3 фирмы Main Group.

Подробно технология производства материалов и подошв изложена в нашей работе [18].

Полученные образцы подошв исследовали по показателям, обоснованным на 1 этапе предложенного метода оценки уровня качества. Отбор проб для испытаний подошв проводился в соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов (ТНПА) [20]. Объем выборки составил не менее 10-12 образцов. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась по ГОСТ 269-66 «Резина. Общие требования к проведению физико-механических испытаний» [20], а также с использованием методов планирования и математической статистики на ЭВМ.

В таблице 3 приведены данные для расчета комплексной оценки качества.

Таблица 3. – Исходные данные

№ обр.	Материал	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$H$ , усл. ед.	$f_p$ , МПа	$\varepsilon_p$ , %	$\Theta$ , %	$\beta$ , Дж/мм <sup>3</sup>	$N$ , тыс. циклов
1	ППУ (первичный материал)	0,8	65	4,5	300	20	4,5	30
2	вторичный ППУ	1,1	77	5,8	270	22	7,0	30
3	композиционный материал (КМ) для подошв с волокнистым наполнителем кноп в количестве 0,5 мас. ч.	1,03	85	3,2	150	15	5,4	30
4	КМ с кноп в количестве 1 мас. ч.	1,02	80	4,8	200	15	6,5	30
5	КМ с кноп в количестве 1,5 мас. ч.	1,01	80	4,0	180	17	6,7	30
6	резина «Кожволон К» (монолитный)	1,0	88	6,5	240	20	5,9	20
$\rho$ – плотность, $H$ – твердость, $f_p$ – условная прочность при разрыве, $\varepsilon_p$ – относительное удлинение при разрыве, $\Theta$ – остаточное удлинение после разрыва, $\beta$ – сопротивление истиранию, $N$ – сопротивление многократному изгибу.								

Образец из ППУ и вторичного ППУ приводится для сравнения в связи с тем, что полученные композиции и прототип в своем составе содержат в качестве основного компонента данный материал.

Наилучшие варианты по физико-механическим и эксплуатационным свойствам композиций с волокнистым наполнителем в виде кнопа стригального – материал № 3, 4, 5 приведены в таблице 3. Также в таблице представлены данные по свойствам кожеподобных резин – резина «Кожволон К», к которым близки свойства полученных материалов. Вывод сделан на основе анализа свойств различных материалов, применяемых в качестве подошвенных материалов. В таблице 4 приведены результаты комплексной оценки.

Таблица 4. – Результаты комплексной оценки

№ обр.	Место, занимаемое материалом												AVG	Место
	$K_f(R)$	$G_f(R)$	$H_f(R)$	$K_f(B)$	$G_f(B)$	$H_f(B)$	$K_f(I)$	$G_f(I)$	$H_f(I)$	$K_f(G)$	$G_f(G)$	$H_f(G)$		
1	4,10	3,80	3,49	4,00	3,95	3,90	1,55	1,42	1,29	0,40	0,34	0,27	2,38	3
2	4,70	4,40	4,00	4,00	3,90	3,80	1,89	1,56	1,30	0,52	0,42	0,32	2,57	1
3	3,36	2,92	2,80	3,86	3,80	3,75	1,11	0,99	0,98	0,44	0,35	0,25	2,05	6
4	4,00	3,94	3,89	4,29	4,26	4,24	1,18	1,11	1,10	0,56	0,52	0,49	2,46	2
5	3,36	3,19	3,32	4,00	3,93	3,85	1,15	1,05	1,03	0,47	0,40	0,35	2,18	5
6	4,20	4,01	3,75	3,80	3,73	3,66	1,63	1,42	1,16	0,40	0,18	0,05	2,33	4

При этом следует отметить, что нормируемых значений комплексной оценки качества для материалов низа обуви нет ни в одном ТНПА. Поэтому если по большинству показателей значения свойств полученных материалов превосходят другие материалы, традиционно используемые при производстве подошв повседневной обуви – монолитную резину, кожволон и пористую резину, то они могут использоваться для производства материалов низа обуви как альтернативная замена традиционно применяемым материалам и при этом не уступать им по свойствам.

Наилучшим образцом для дальнейшего использования в обувном производстве при изготовлении подошв мужской и женской повседневной обуви весенне-осеннего периода рекомендуется образец № 4, в составе которого 1 мас. ч. кнопа стригального полипропиленового. При содержании наполнителя выше оптимального – 1 мас. ч. кнопа по отношению к отходам ППУ – многие свойства композиционных материалов ухудшаются.

**Выводы.** Установлено оптимальное содержание наполнителя в композиционных материалах с точки зрения его влияния на физико-механические и эксплуатационные свойства. При этом образец № 4 обладает достаточными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, поэтому может быть использован для производства подошв обуви. Проведенная комплексная оценка качества позволяет выявить наилучший вариант материала по его свойствам в комплексе различных видов оценки и прогнозировать физико-механические и эксплуатационные свойства материалов, способствует получению материалов с заранее заданными свойствами и повышению их конкурентоспособности.

#### Список использованных источников

1. Государственная программа «Комплекс мер на 2016-2020 годы по стимулированию внедрения в экономику страны передовых методик и современных международных систем управления качеством» [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://brncsm.by/docs/Комплекс%20мер%20на%202016-2020%20г.pdf>. – Дата доступа: 20.01.2019.
2. Обувные материалы из отходов пенополиуретанов: монография / А.Н. Буркин [и др.]. – Витебск, 2001. – 173 с.
3. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения (с Изменением № 1): ГОСТ 15467-79. – Введ. 01. 07.79. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам. – М.: Стандартиформ, 2009. – 21 с.
4. Хойер, Р. Что такое качество / Р. Хойер, Б. Хойер // Стандарты и качество. – 2002. – № 3. – С. 97-102.

5. Международный стандарт. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь (издание четвертое): ИСО 9000:2015. – Введ. 15. 09.2015. – ТК 176 Межд. орг. по стандартизации, 2015. – 69 с.
6. Шадрин, А.Д. Менеджмент качества. От основ к практике / А.Д. Шадрин. – М.: ООО «НТК «Трек», 2004. – 360 с.
7. Соловьев, А.Н. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов / А.Н. Соловьев, С.М. Кирюхин. – М.: Легкая индустрия, 1984. – 215 с.
8. Соловьев, А.Н. Оценка качества и стандартизация текстильных материалов / А.Н. Соловьев, С.М. Кирюхин. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 248 с.
9. Азгальдов Г.Г. Количественная оценка качества (Квалиметрия) / Г.Г. Азгальдов, Л.А. Азгальдова. – М.: Изд-во стандартов, 1971. – 176 с.
10. Азгальдов, Г.Г. О квалиметрии / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман; под ред. д.э.н., проф. А.В. Гличева. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 172 с.
11. Азгальдов, Г.Г. Количественная оценка качества продукции – квалиметрия. Организация обеспечения качества / Г.Г. Азгальдов. – М.: Знание, 1986. – 116 с.
12. Управление обеспечением качества и конкурентоспособности продукции. Серия «Высшее образование» / Н.Л. Маренков [и др.]. – М.: Национальный институт бизнеса; Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 512 с.
13. Солод, Г.И. Основы квалиметрии: учеб. пособие для слушателей спецфака / Г.И. Солод. – М.: МГИ, 1991. – 83 с.
14. Грачев, М.В. Качество продукции и стандартизация в текстильной промышленности / М.В. Грачев, Л.И. Понятовская, Р.А. Принцева. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 136 с.
15. Радюк, А.Н. Анализ показателей качества материалов для низа обуви / А.Н. Радюк, Н.В. Цобанова // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности: материалы докл. Междунар. науч.-технич. конф., посвященной Году науки, Витебск, 21-22 нояб. 2017 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2017. – С. 290-292.
16. Радюк, А.Н. Обоснование показателей свойств материалов для оптимизации технологического процесса переработки отходов полиуретана / А.Н. Радюк // Моделирование в технике и экономике: сб. материалов докл. междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 23-24 мар. 2016 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2016. – С. 148-150.
17. Радюк, А.Н. Материалы для деталей низа обуви с использованием в качестве основного компонента отходов полиуретана / А.Н. Радюк, Н.В. Цобанова // Материалы и технологии – 2019. – № 1 (3). – С. 41-48.
18. Радюк, А.Н. Получение подошв из отходов пенополиуретанов с волокнистым наполнителем / А.Н. Радюк, А.Н. Буркин // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности: сб. науч. ст. Междунар. науч.-технич. конф., Витебск, 21-22 нояб. 2018 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2018. – С. 266-269.
19. Радюк, А.Н. Разработка программы для расчета комплексной оценки качества материалов для изделий легкой промышленности / А.Н. Радюк, Е.М. Лобацкая, П.Г. Деркаченко // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности: Междунар. науч.-технич. конф., Витебск, 13-14 нояб. 2019 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2019. – С. 302-304.
20. Резина. Общие требования к проведению физико-механических испытаний (с изменениями 1, 2, 3): ГОСТ 269-66. – Введ. 07.01.1966. – Минск: Министерство нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР; М.: ИПК издательство стандартов, 2001. – 10 с.

**Информация об авторах**

*Радюк Анастасия Николаевна* – аспирант, УО «Витебский государственный технологический университет» (Московский пр., 72, 210038, г. Витебск, Беларусь), e-mail: vstu@vitebsk.by.

*Козлова Мария Александровна* – студент, УО «Витебский государственный технологический университет» (Московский пр., 72, 210038, г. Витебск, Беларусь), e-mail: vstu@vitebsk.by.

*Буркин Александр Николаевич* – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Техническое регулирование и товароведение», УО «Витебский государственный технологический университет» (Московский пр., 72, 210038, г. Витебск, Беларусь), e-mail: vstu@vitebsk.by.

**Information about the authors**

*Radyuk Anastasiya Nikolaevna* – Post-graduate Student, Vitebsk State Technological University (72, Moscow Ave., 210038, Vitebsk, Belarus), e-mail: vstu@vitebsk.by.

*Kozlova Mariya Aleksandrovna* – Student, Vitebsk State Technological University (72, Moscow Ave., 210038, Vitebsk, Belarus), e-mail: vstu@vitebsk.by.

*Burkin Aleksandr Nikolaevich* – D. Sc. (Engineering), Professor, Professor of the department “Technical regulation and commodity science”, Vitebsk State Technological University (72, Moscow Ave., 210038, Vitebsk, Belarus), e-mail: vstu@vitebsk.by.

Поступила в редакцию 14.02.2020 г.