

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ЛИТЬЕВЫХ
ПОДОШВ В ОБУВНЫХ ИЗДЕЛИЯХ**

© 2025 О.А. Голубева, В.П. Димитров, К.А. Швецов, В.В. Цыганкова

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Статья поступила в редакцию 19.08.2025

В статье рассматриваются проблемы повышения качества обувной продукции на этапе прилива подошвенных материалов. В работе рассмотрены основные дефекты, возникающие при литье подошвы обувной продукции, и методы минимизации числа дефектов. Проведен анализ частоты возникновения дефектов на основе статистических данных и диаграммы Парето. Исследование позволяет выделить критические проблемы, влияющие на качество продукции, и предложить пути их устранения. Подход основан на методе статистического анализа дефектов обувной промышленности.

Ключевые слова: обувное производство, дефекты литья подошвы, диаграмма Парето, контроль качества.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-5-41-46

EDN: MDBTIU

ВВЕДЕНИЕ

Потребители обувной промышленности предъявляют высокие требования к качеству выпускаемой продукции. Дефекты, возникающие на различных этапах производства, снижают конкурентоспособность изделий и увеличивают издержки предприятия. Наибольшее количество дефектов формируется на этапе литья подошвы, в связи с этим возникает необходимость системного подхода к анализу причин их возникновения и разработке мер по их устранению.

Вопросы использования литевых материалов подошв в обуви рассматривались в [1]. Проведен анализ исследований в области оптимизации качества на этапе производства, цель которой является минимизация и устранение возникающих дефектов.

Известно, что основные дефекты, такие как недоливы, трещины и пережог материала, связаны с технологическими особенностями используемых полимерных композиций.

Значительный вклад в развитие теоретических основ и практического применения статистических методов в управлении качеством внесли как отечественные, так и зарубежные исследователи [2, 3].

Развитие современных тенденций цифровизации процессов производства обуви рассматривались в [4].

В результате проведенных исследований, выявлена недостаточная проработка вопроса применимости статистических методов оценки дефектов подошв в обуви литевого метода крепления.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью снижения дефектов обувных материалов на этапе прилива подошвы за счёт внедрения статистических методов анализа качества для оценки дефектной продукции с целью минимизации производственных потерь времени на корректировку процесса литья и исключения появления возможных дефектов.

Целью исследования является анализ структуры дефектов, выявление наиболее значимых факторов, влияющих на появление дефектов и разработку рекомендаций по улучшению качества продукции.

Задачи исследования включают:

- сбор статистических данных с использованием инженерных методов управления качеством, в частности контрольного листа;
- выявление критически значимых дефектов с помощью диаграммы Парето;
- разработку рекомендаций по снижению уровня брака в производственном процессе.

МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование основано на статистическом анализе дефектов, возникающих при литье подошвы обуви из различных полимерных композиций с помощью цифрового инструмента программы «QualityCom» [5]. В качестве методов анализа использованы:

Голубева Олеся Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры управления качеством.

E-mail: 1354565@mail.ru

Димитров Валерий Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления качеством.

E-mail: kaf-qm@donstu.ru

Швецов Кирилл Андреевич, аспирант. E-mail: kirill123shgg999@mail.ru

Цыганкова Виктория Владимировна, бакалавр кафедры управления качеством. E-mail: tsyankova0905@mail.ru

- диаграммы Парето - метод графического представления данных для определения наиболее значимых видов брака;
- DFD - метод построения диаграмм потоков данных для построения модели производственного процесса с учетом дефектов.

Объектом исследования являются дефекты, возникающие при литье подошвы из полиуретанов (ПУ), двухслойного термопластичного полиуретана (ТПУ/ПУ) термоэластопластов (ТЭП), поливинилхлоридный пластикат (ПВХ) и резины (РБ).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основе анализа потоков данных была составлена функциональная часть процесса построения диаграммы Парето. Модель, описывает основные этапы ввода статистической информации и работы программы «QualityCom» (рис. 1).



Рис. 1. Схема описания бизнес-процесса построения диаграммы Парето в программе «QualityCom»

Для определения наиболее проблемных зон, возникающих при производстве обувной продукции, необходимо зафиксировать различные виды дефектов по числу их возникновения (таблица 1).

В качестве объектов исследования выбрано пять наиболее используемых материалов для прилива подошвы из полиуретанов, термоэластопластов, поливинилхлоридного пластиката, двухслойного термопластичного полиуретана и резины по 1000 пар образцов на материал. Составлен контрольный листок для фиксации количества и видов дефектов (табл. 1), на основании которого построены диаграммы Парето в программе «QualityCom» [5], и определены наиболее значимые дефекты.

По данным таблицы 1 строим диаграмму, которая отображает количество несоответствий, возникших по различным причинам. Визуализация полученных данных представлена на рис. 2.

Используя принцип 80/20 график на рис. 2 наглядно иллюстрирует, что наибольшее влияние на качество изделия оказывают такие дефекты, как недоливы (1), пережжённый материал (2), трещины по подошве (3), пузыри по подошве (4), которые являются целевым ориентиром для получения качественной продукции.

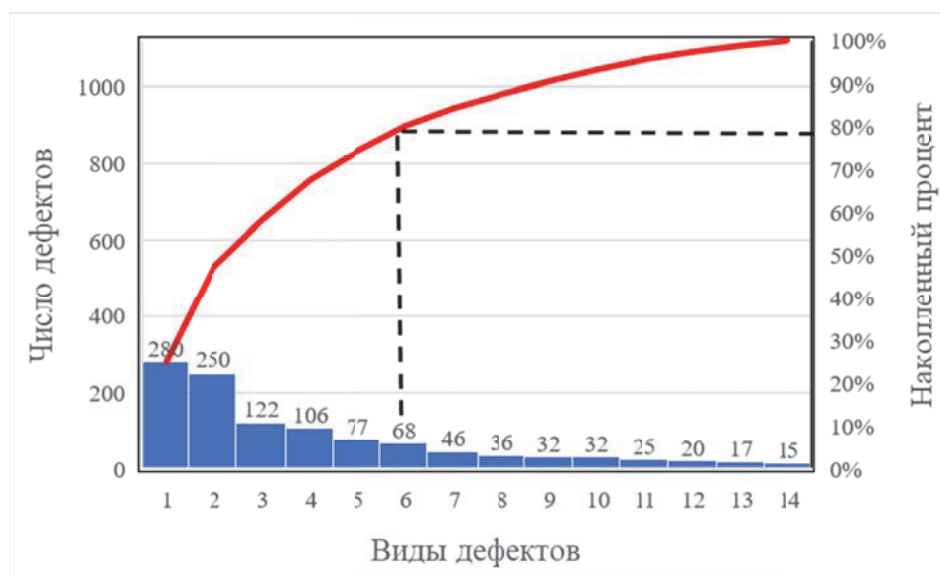
В зависимости от свойства полимерных композиций число и тип различных вкладов дефектов будет меняться, поэтому для систематизации построили диаграмму Парето для всех типов композиций [6].

Для анализа степени влияния дефектов литьевых полиуретанов на конечное качество изделия использовалась диаграмма Парето, которая представлена на рис. 3.

Исходя из диаграммы можно сделать вывод, что наиболее значимыми дефектами литьевых полиуретанов, возникающих на производстве обуви, являются недоливы (1), пережжённый материал (2) и отклей ПУ и ТПУ (3). Данные виды брака служат целевым ориентиром для получения качественной продукции. В результате проведенного исследования представлены сравнительные диаграммы дефектов пяти литьевых материалов (рис. 4, 5) [7].

Таблица 1. Анализ видов дефектов подошвенных материалов литьевого метода крепления

Условные обозначения видов дефектов	Виды дефектов	Число дефектов	Накопленная сумма числа дефектов	Накопленный процент
1	Недоливы	280	280	25%
2	Пережжённый материал	250	530	46%
3	Трещины по подошве	122	652	57%
4	Пузыри по подошве	106	758	66%
5	Расслоение отлитой накладки	77	835	73%
6	Материал слишком тягучий после выемки из прессформ	68	903	79%
7	Отклей ПУ и ТПУ	46	949	83%
8	Неоднородность массы	36	985	87%
9	Вмятины в подошве	32	1017	90%
10	Пузыри накладки при активации	32	1049	93%
11	Вздутие подошвы	25	1074	95%
12	Слишком мягкая подошва	20	1094	97%
13	Масса не стабилизируется	17	1111	99%
14	Прочие	15	1126	100%
	ИТОГО:	1126	-	-

**Рис. 2.** Диаграмма различных видов дефектов литевых материалов

На основании представленных диаграмм можно сделать вывод, что такие дефекты как недоливы (1), пережжённый материал (2), трещины по подошве (3), пузыри по подошве (4) наиболее значимые, так как имеют наибольший такт появления для различных материалов подошвы. По результатам анализа контрольных листов выявлено следующее: при использовании в качестве материала подошвы ПУ число дефектов составляет 235 от общего числа (усл. обозн. 1 - 3, 5 - 8, 13 - 14); при использовании ПУ/ТПУ - 182 дефекта (1 - 6, 14); при использовании ПВХ - 229 дефектов (усл. обозн. 1, 3

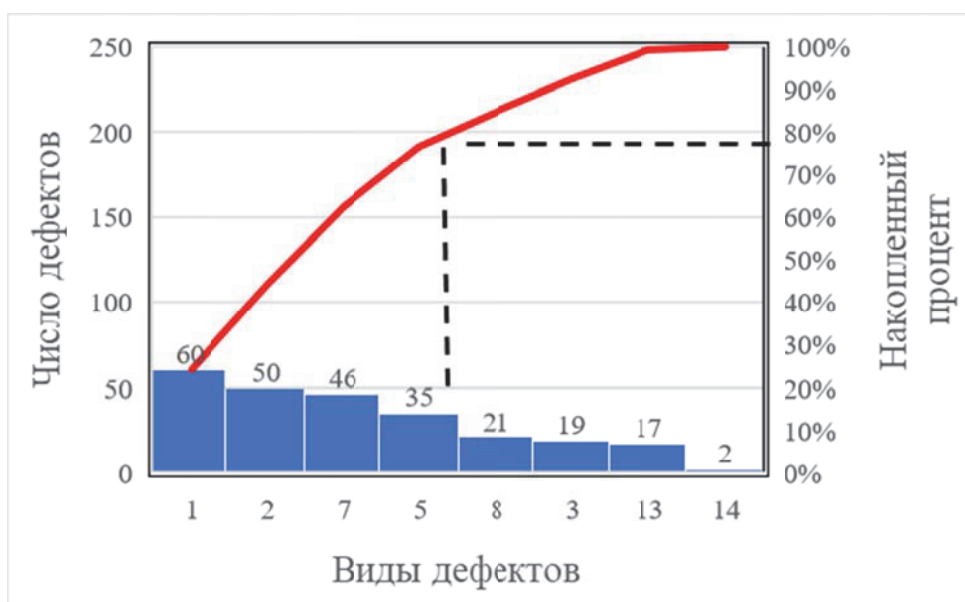


Рис. 3. Диаграмма Парето возникающих дефектов материала подошвы полиуретан (ПУ)

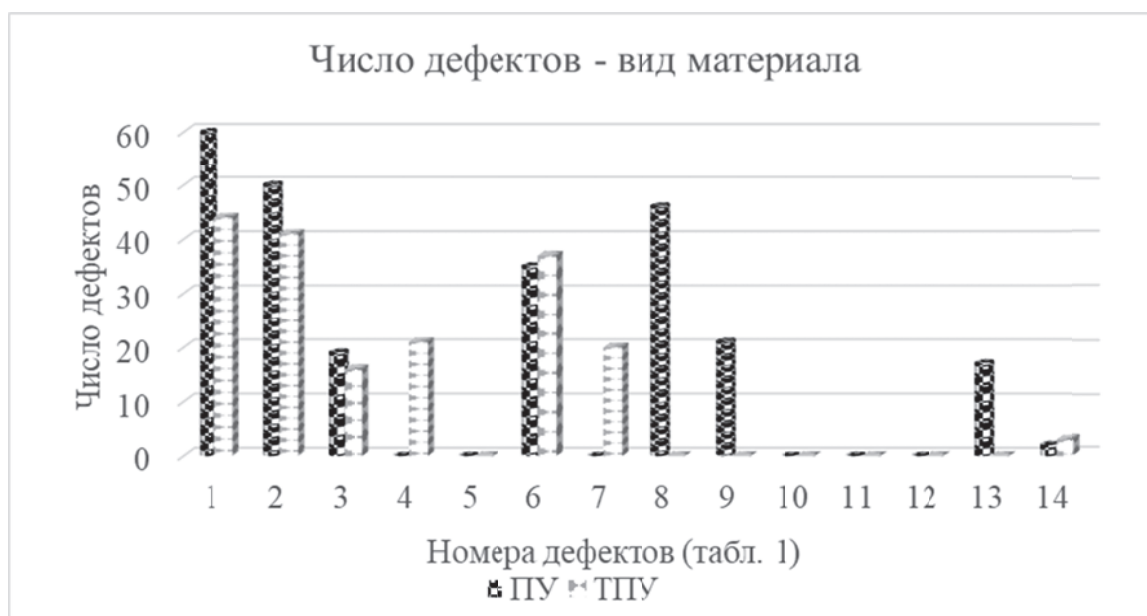


Рис. 4. Сравнительная диаграмма дефектов литевых материалов двухслойного термопластичного полиуретана (ПУ/ТПУ) и однослойного полиуретана (ПУ)

- 4, 8, 10, 14); при использовании РБ - 247 дефектов (усл. обозн. 1 - 3, 5 - 6, 11, 14); при использовании ТЭП - 247 дефектов (1 - 2, 6, 9, 12, 14).

Можно констатировать, что дефектность продукции примерно одинакова при использовании различных материалов подошвы. Поэтому необходимо разработать корректирующие мероприятия по минимизации дефектов вне зависимости от материала.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На основе проведенного анализа разработаны рекомендации по минимизации дефектов.

Оптимизация температурных режимов литьевого агрегата в зависимости от применяемого материала подошвы – снижение пережога материала.

Автоматизация контроля вязкости полимерной массы за счет контроля температурного режима во время впрыска и заполнения внутреннего пространства в прессформы литьевого агрегата – устранение недоливов.

Усовершенствование процесса прессования механизма смыкания литьевого агрегата за счёт добавления усилия на прессформу– снижение количества трещин.

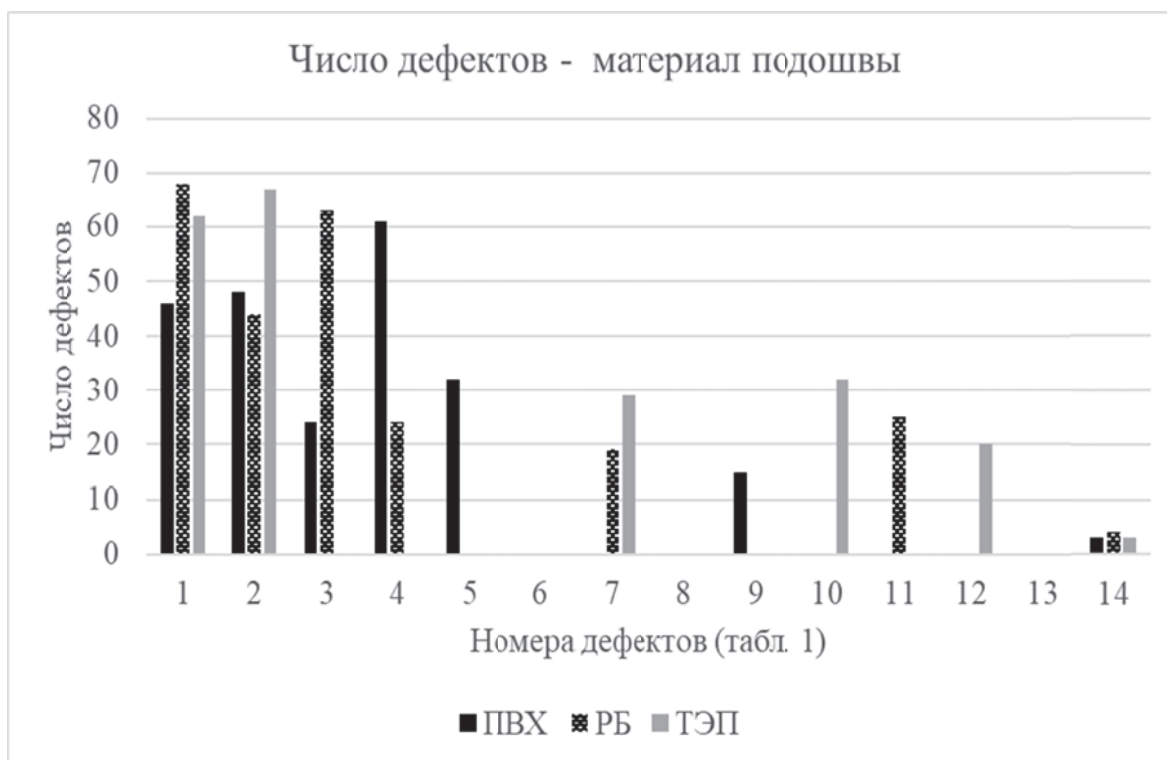


Рис. 5. Сравнительная диаграмма дефектов литейных материалов резины (РБ), поливинилхлоридный пластикат (ПВХ) и термоэластопластов (ТЭП)

Внедрение регулярного входного контроля качества сырья перед впрыском в прессформу литейного агрегата – уменьшение отклонений состава от нормы.

Повышение квалификации операторов – сокращение технологических ошибок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ дефектов литья подошвы обуви показал, что наибольшую долю брака составляют недоливы, пережжённый материал и трещины по подошве для всех видов материалов. Внедрение предложенных мер рассматриваемых выше позволило существенно снизить уровень брака и повысить стабильность технологического процесса прилива различных видов материалов подошв в обувь.

В качестве корректирующих мер, необходимо разработать цифровые паспорта на каждый материал подошвы, в которых будет описаны возможные виды дефекты и пути сокращения их числа, а также устранения.

Перспективой исследования является интеграция предложенных методов в цифровые платформы управления качеством, такие как QualityCom, для автоматизации анализа данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Карабанов, П.С.* Теория и практика совершенствования технологии прямого литья низа на обувь / П.С. Карабанов, Т.А. Дмитриенко, А.В. Колесникова // Монография. Саратов: Академия управления, 2016. – 206 с.
2. *Васин, С. Г.* Управление качеством. Всеобщий подход: учебник для вузов / С. Г. Васин. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 404 с.
3. *Димитров, В.П.* Методы анализа и оценки в управлении качеством / В.П. Димитров, О.В. Пантюхин, Л.В. Борисова, Е.М. Зубрилина, О.А. Голубева. – Тула: Издательство ТулГУ, 2024. – 152 с.
4. *Рожков, Н.Н.* Статистические методы контроля и управления качеством продукции: Учебное пособие для вузов. / Н.Н. Рожков – 2-е издани, перераб. и доп. – М: Издательство Юрайт. 2023. – 167 с.
5. *Голубева О.А., Доний А.С., Шевцов К.А.* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2025610031. «Qulitycom» / Заявка №2024692104. Дата поступления 19 декабря 2024 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 9 января 2025 г.
6. *Плотникова, И.В.* Применение статистических методов на производстве / И.В. Плотникова, Л.А. Редько // Стандарты и качество. – 2015. – № 3 (933). – С. 84 – 86.
7. *Карабанов, П.С.* Полимерные материалы для деталей низа обуви: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Технология и конструирования изделий легкой промышленности» / П. С. Карабанов, А. П. Жихарев, В. С. Белгородский. – М.: Колос, 2008. – 166 с.

STATISTICAL ANALYSIS OF DEFECTS IN MOLDED SOLES IN FOOTWEAR

© 2025 O.A. Golubeva, V.P. Dimitrov, K.A. Shvetsov, V.V. Tsygankova

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

The article discusses the problems of improving the quality of footwear products at the stage of pouring outsole materials. The paper considers the main defects that occur during the casting of the sole of footwear products and methods of minimizing the number of defects. The analysis of the frequency of occurrence of defects based on statistical data and Pareto chart. The study allows to identify critical problems affecting the quality of products and to suggest ways to eliminate them. The approach is based on the method of statistical analysis of defects in the footwear industry.

Keywords: footwear production, defects of casting soles, Pareto chart, quality control.

DOI: 10.37313/1990-5378-2025-27-5-41-46

EDN: MDBTIU

REFERENCES

1. Karabanov, P.S. Teoriya i praktika sovershenstvovaniya tekhnologii pryamogo lit'ya niza na obuv' / P.S. Karabanov, T.A. Dmitrienko, A.V. Kolesnikova // Monografiya. Saratov: Akademiya upravleniya, 2016. – 206 s.
2. Vasin, S.G. Upravlenie kachestvom. Vseobshchij podhod: uchebnik dlya vuzov / S. G. Vasin. – M.: Izdatel'stvo Yurajt, 2023. – 404 s.
3. Dimitrov, V.P. Metody analiza i ocenki v upravlenii kachestvom / V.P. Dimitrov, O.V. Pantyuhin, L.V. Borisova, E.M. Zubrilina, O.A. Golubeva. – Tula: Izdatel'stvo TulGU, 2024. – 152 s.
4. Rozhkov, N.N. Statisticheskie metody kontrolya i upravleniya kachestvom produkcii: Uchebnoe posobie dlya vuzov. / N.N. Rozhkov – 2-e izdani, pererab. i dop. – M: Izdatel'stvo Yurajt. 2023. – 167 s.
5. Golubeva O.A., Donij A.S., Shevcov K.A. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM №2025610031. «Qulitycom» / Zayavka №2024692104. Data postupleniya 19 dekabrya 2024 g. Zaregistrovano v Reestre programm dlya EVM 9 yanvarya 2025 g.
6. Plotnikova, I.V. Primenenie statisticheskikh metodov na proizvodstve / I.V. Plotnikova, L.A. Red'ko // Standarty i kachestvo. – 2015. – № 3 (933). – С. 84 - 86.
7. Karabanov, P.S. Polimernye materialy dlya detalej niza obuvi: uchebnoe posobie dlya studentov vuzov, obuchayushchihsya po napravleniyu podgotovki «Tekhnologiya i konstruirovaniya izdelij legkoj promyshlennosti» / P. S. Karabanov, A. P. Zhiharev, V. S. Belgorodskij. – M.: Kolos, 2008. – 166 s.

Olesya Golubeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Quality Management.

E-mail: 1354565@mail.ru

Valery Dimitrov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Quality Management.

E-mail: kaf-qm@donsnu.ru

Kirill Shvetsov, Graduate student. E-mail: kirill123shgg999@mail.ru

Victoria Tsygankova, Bachelor of Science in Quality Management. E-mail: tsygankova0905@mail.ru