

УДК 685.34.024.353

РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ФОРМОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАДНИКОВ

Деркаченко П.Г., ст. преп.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье представлены результаты исследования влияния режимов формования материалов, применяемых в производстве задников обуви, на их структуру и физико-механические свойства. Найденны регрессионные модели зависимостей исследуемых физико-механических свойств материалов для задников от их режимов формования. Установлены рациональные режимы формования данных материалов, обеспечивающие их высокую формоустойчивость.

Ключевые слова: формоустойчивость, задник, физико-механические свойства, режимы формования.

Формование является заключительным этапом производства задников. Режимы формования могут корректироваться в зависимости от артикула, толщины кожкартона, а также особых требований заказчика к исполнению конкретного фасона. Надо отметить, что процесс формования, проведенный при неподходящих режимах, приводит к разнообразным дефектам изделий. Поэтому нужно исследовать, как влияют режимы формования на структуру и свойства материалов для задников с тем, чтобы определить такие режимы, которые бы позволили уменьшить выпуск бракованной продукции, и при этом увеличить срок службы готового изделия.

Исследования влияния режимов формования на структуру и свойства картонов для задников проводились на картоне артикула Lederret 22, который применяется в производстве задников на фирме ООО «Новый век». В его состав входит 80-83 % кожевенных волокон, 12 % латекса, остальное – красители и стабилизаторы.

При формовании на заготовку воздействуют такие факторы, как влажность, давление, температура, время формования. Для проведения испытаний были выбраны следующие граничные значения данных факторов: влажность $W = 0\%$ – неувлажненная заготовка, $W = 10\%$ – увлажненная заготовка. Минимальное давление $P = 20$ атм. и максимальное давление $P = 80$ атм. Время $t = 2$ с. – минимальное время формования и $t = 10$ с. – максимальное время формования. Выбор граничных диапазонов осуществлялся с учетом режимной технологии, применяемой на предприятии «Новый век», и технических характеристик оборудования для формования задников. Исходя из этих данных была построена матрица планирования эксперимента, согласно которой были отформованы образцы картона. На основании матрицы планирования эксперимента проводился полный факторный эксперимент (ПФЭ 24), в процессе которого оценивалось влияние указанных факторов на следующие показатели: жесткость по консоли, жесткость 2-опорная, разрушающее усилие, относительное удлинение при растяжении, предел прочности при растяжении, твердость, толщина, формоустойчивость. Анализ эксперимента показал, что в целом у всех увлажненных образцов после формования показатели прочностных свойств, а также формоустойчивости оказались лучше, чем у неувлажненных. Это можно объяснить тем, что в процессе формования влага ускоряет передачу тепла в толщину материала, выравнивая и углубляя тем самым термомеханические воздействия на заготовку. Таким образом, материал получается более плотным и однородным. Но все же чрезмерное увлажнение материала может привести к ухудшению его прочностных свойств, что обуславливается раздвижением элементов полимера молекулами воды. Кроме того, избыточное содержание влаги требует в дальнейшем дополнительных расходов на сушку изделия.

В результате обработки полученных экспериментальных данных с использованием программы «STATISTICA» были найдены следующие регрессионные модели зависимостей

исследуемых физико-механических свойств формованных картонов для задников от их режимов формования:

– для разрушающего усилия F :

$$F = 84,742 + 1,868x_1 - 0,339x_2 - 0,176x_3 + 0,024x_1x_2 - 0,222x_1x_4 + 0,005x_2x_3 \quad (1)$$

– для относительного удлинения при растяжении δ :

$$\delta = 17,219 + 0,205x_1 + 0,037x_2 + 0,035x_3 + 0,667x_4 - 0,004x_1x_2 - 0,005x_2x_4 - 0,003x_3x_4 \quad (2)$$

– для формоустойчивости F_s :

$$F_s = 26,458 + 0,394x_1 + 0,033x_2 + 0,010x_1x_3 - 0,041x_1x_4 \quad (3)$$

– для предела прочности при растяжении σ :

$$\sigma = 2,823 + 0,145x_1 + 0,004x_2 + 0,005x_3 + 0,022x_4 - 0,011x_1x_4 \quad (4)$$

– для жесткости по консоли D :

$$D = 1,2880 - 0,0301x_1 + 0,0014x_3 + 0,0324x_4 + 0,0002x_1x_2 \quad (5)$$

– для толщины S :

$$S = 1,5883 - 0,0011x_2 - 0,0020x_3 - 0,0001x_1x_2 - 0,0001x_2x_4 \quad (6)$$

где x_1 – влажность, %; x_2 – давление, атм. д; x_3 – температура, °С; x_4 – время формования, с.

Полученные математические модели показали, что в исследуемых диапазонах варьирования влияющих факторов наиболее значимым оказался влажность материала. Время формования воздействует на исследуемые показатели в основном совместно с другими факторами. Найденные путем исследования регрессионных моделей на экстремум рациональные режимы формования картонов для задников имеют следующие значения: влажность – 9,8 %, давление – 77,9 атм., температура – 89,1 °С, время формования – 2,3 с.

Для определения степени влияния данных режимов формования был проведён рентгенофазовый анализ молекулярной структуры кожкартона до и после его формования. Исследование молекулярной структуры проводилось в лаборатории физико-химических методов исследования при Белорусском государственном технологическом университете, при помощи спектрометра «FTIRNEXUS» компании «ThermoNicolett» (США) с Фурье-преобразованием в области частот 300–4000 см⁻¹. Было установлено, что расхождение спектрограмм образцов составляет не более 10 %, что находится в пределах погрешности опыта. Таким образом, найденные рациональные режимы формования не нарушают молекулярную структуру образцов, следовательно, они не оказывают разрушающего воздействия на картоны для задников, т. е. не ухудшают их физико-механические свойства.

Также был осуществлён поиск оптимальных режимов формования термопластичных материалов (ТПМ) артикулов MAXIM 624 и MAXIM 613/771, используемых в настоящее время в производстве. Формование проводилось с использованием следующих граничных значений: давление $P = 3 - 4$ МПа; время формования $t = 15-20$ с; температура $T = 130-150$ °С. Фактор влажности при этом не учитывался, т. к. формование ТПМ происходит без увлажнения. Данные величины были выбраны исходя из режимов, применяемых на производстве обуви.

В результате обработки полученных экспериментальных данных с помощью программы «STATISTICA» были найдены следующие регрессионные модели зависимостей исследуемых свойств формоустойчивости ТПМ для задников от их режимов формования:

– жесткость 2-опорная термопластического материала MAXIM 613/771

$$D = 3,845 - 0,588y_1 - 0,017y_2 + 0,004y_1y_2 \quad (7)$$

– жесткость 2-опорная термопластического материала MAXIM 624

$$D = 5,085 - 0,883y_1 - 0,024y_2 + 0,007y_1y_2 \quad (8)$$

– формоустойчивость термопластического материала MAXIM 613/771

$$F_s = -37,37y_1 + 13,43y_3 + 0,35y_1y_2 - 0,63y_1y_3 - 0,08y_2y_3 \quad (9)$$

– формоустойчивость термопластического материала MAXIM 624

$$F_s = -26,78y_1 + 11,84y_3 + 0,26y_1y_2 - 0,52y_1y_3 - 0,07y_2y_3 \quad (10)$$

где y_1 – давление, y_2 – температура, y_3 – время формования.

Исследование регрессионных моделей на экстремум проводилось в пределах диапазонов варьирования. Исследование показало, что оптимальные режимы формования ТПМ будут достигнуты при следующих значениях влияющих факторов: давление – 3,1 МПа, температура – 130,2 °С, время формования – 19,8 с.

Найденные рациональные режимы формования могут быть рекомендованы к внедрению в производство на предприятия, занимающиеся производством обуви и комплектующих.

Список использованных источников

1. Михеева, Е. Я. Современные методы оценки качества обуви и обувных материалов / Е. Я. Михеева, Л. С. Беляев. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 248 с.
2. Буркин, А. Н. Оптимизация технологического процесса формования верха обуви: монография / А. Н. Буркин. – Витебск : ВГТУ, 2007. – 220 с.
3. Калита, А. Н. Влияние режимов формования на формоустойчивость систем материалов / А. Н. Калита, В. В. Щербаков // Кожевенно-обувная пром-ть. – 1981. – № 1. – С. 38–40.
4. Кравец, К. М. Оценка формоустойчивости обуви из искусственных кож и разработка рациональных параметров формования / К. М. Кравец, С. Л. Фурашова // Материалы докладов 51-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов: материалы докладов междунар. науч.-техн. конф., Витебск, апрель 2018 г. / УО «ВГТУ»; ред. Е. В. Ванкевич [и др.]. – Витебск, 2018. – С. 102–105.
5. Томашева, Р. Н. Влияние комплектующих на формоустойчивость пакетов верха обуви / Р. Н. Томашева, С. Л. Фурашова // Качество товаров: теория и практика : материалы докладов международной научно-практической конференции, Витебск, ноябрь 2012 г. / УО «ВГТУ»; ред. Е. В. Ванкевич [и др.]. – Витебск, 2012. – С. 263–266.
6. Милюшкова, Ю. В. Оценка формуемости термопластических материалов для задников и подносков в обуви / Ю. В. Милюшкова, С. Л. Фурашова // Материалы и технологии. – 2019. – № 1 (3). – С. 49–53.