

УДК 685.16:519.34

**О ПРЕИМУЩЕСТВАХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ  
МЕТОДОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА  
КАЧЕСТВО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ПРИКЛЕИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ НИЗА ОБУВИ**

*А. П. Ефремова, студент, Е.В. Некрасов, аспирант, Е.В. Компанченко, инженер,  
Т.М.Осина, доцент, В.Т. Прохоров, профессор  
Южно – Российский государственный университет экономики и сервиса,  
г. Шахты Ростовской области, Российская Федерация*

Технологический процесс производства обуви клеевого метода крепления, изучение которого до настоящего времени выполнялось традиционными методами проведения эксперимента, представляет собой сложную систему со многими факторами.

При новом подходе к решению многофакторных экстремальных задач по изучению клеевого метода крепления имеет место обоснованное планирование эксперимента, которое проводится в несколько этапов: предварительное изучение объекта исследования, построение соответствующей математической модели и её интерпретация.

Исходя из особенностей поставленной перед нами задачи — исследования и выбора оптимальных параметров проведения технологического процесса приклеивания деталей низа обуви — решение её было осуществлено с проведением опроса ведущих специалистов.

Параметры оптимизации являются выходными параметрами, по которым можно судить о достижении поставленной перед нами цели. В нашем случае главным параметром оптимизации является сопротивление расслаиванию клеевого соединения деталей низа обуви.

Для выделения указанного выше параметра оптимизации необходимо рассмотреть управляемые факторы, которые характеризуют возможные, изменяемые целенаправленно, способы воздействия на объект исследования. Важным требованием, предъявляемым к управляемым факторам, является отсутствие их взаимозаменяемости.

Следует только учесть, что при планировании эксперимента на первой стадии рекомендуется включать в рассмотрение все факторы, которые в изучаемой ситуации «подозреваются» в способности воздействовать на параметр оптимизации. Но так как даже небольшое сокращение числа факторов приводит к значительной экономии опытов, то возникает вопрос об использовании априорного ранжирования факторов для их предварительного отсеивания.

Априорное ранжирование факторов основано на том, что факторы, которые согласно априорной информации (в данном случае мнения специалистов и учёных, могут иметь существенное влияние, ранжируются в порядке вносимого ими вклада.

Для этой цели, широкому кругу специалистов (всего 71 специалист), работающих в обувной промышленности, был предложен следующий список факторов, имеющих влияние на формирование надежной прочности приклеивания низа обуви:

- X<sub>1</sub> — высота неровности поверхности материалов верха, мкм;
- X<sub>2</sub> — высота неровности поверхности материалов низа, мкм;
- X<sub>3</sub> — давление прессования при склеивании, МПа;
- X<sub>4</sub> — время прессования при склеивании, с;
- X<sub>5</sub> — время активации клеевых плёнок, с;
- X<sub>6</sub> — температура активации клеевой пленки, °С;
- X<sub>7</sub> — количество наносимого клея, г/см<sup>2</sup>;
- X<sub>8</sub> — индекс расплава клея, г/см<sup>2</sup>;
- X<sub>9</sub> — толщина деталей низа, мм;
- X<sub>10</sub> — высота приподнятости пяточной части, мм;
- X<sub>11</sub> — температура окружающей среды (летний период), °С;

- $X_{12}$  — температура окружающей среды (зимний период), °С;  
 $X_{13}$  — время воздействия высоких температур, ч;  
 $X_{14}$  — время воздействия низких температур, ч;  
 $X_{15}$  — скорость ходьбы, км/ч;  
 $X_{16}$  — масса носчика, кг;  
 $X_{17}$  — условный модуль упругости подошвы, кг/см<sup>2</sup>;  
 $X_{18}$  — относительная влажность воздуха, %;  
 $X_{19}$  — время выстоя после склеивания, ч;  
 $X_{20}$  — химическая природа материала для низа обуви.

Естественно, что каждому респонденту предоставлялось право включить дополнительные факторы, если список, по его мнению, неполный. Если же ученый или специалист не мог принять решения о присвоении места для двух или нескольких рядом стоящих факторов, то он приписывал им один и тот же номер, тогда при расчетах вводится понятие «связанные» ранги. Пусть, например, специалист не смог отдать предпочтение второму и третьему факторам, тогда каждому из них в соответствии с требованиями априорным ранжированием приписывается ранг  $(2+3)/2 = 2,5$ .

Изменения  $W$  от 0 до 1 указывают на увеличение степени согласованности во мнениях исследователей. Гипотеза о наличии согласованности во мнениях исследователей (респондентов) может быть принята, если для 95% уровня значимости при заданном числе степеней свободы ( $f = k - 1$ ) табличное значение  $\chi^2_{R}(0.95)$  больше расчетного  $\chi^2$ .

Обработка результатов априорного ранжирования осуществляется в автоматическом режиме на основе программного обеспечения, разработанного в ЮРГУЭС.

Таблица 1 – Критерий Пирсона

|                            | Все эксперты | Без «еретиков» |
|----------------------------|--------------|----------------|
| Коэф. конкордации $W$      | 0,217935     | 0,927331       |
| Крит. Пирсона $X_{\Gamma}$ | 293,9943     | 6,134572       |

Так как коэффициент конкордации оказался равным 0,218, то в этом случае мнение исследователей не согласуются между собой (таблица 1).

Это объясняется тем, что в опросе участвовали респонденты, уровень компетентности которых различен, и ожидать согласованности бессмысленно. Учитывая, что априорное ранжирование позволяет с минимальными затратами получить весомые ответы на заданные вопросы, возникла потребность в оценке компетентности самих респондентов. Для этого в программу были внесены изменения, которые позволяют выявить «еретиков», т.е. респондентов, чье мнение не совпадает с мнением большинства. Оценивается это по изменению коэффициента конкордации. Если его значение возрастает, то такой респондент исключается из списка участвующих в опросе и процедура расчета повторяется, выявляя новых «еретиков». Если же коэффициент конкордации не изменяется, то данный респондент остается в списке. Операция осуществляется до тех пор, пока мнение респондентов окажется согласованным, т.е. коэффициент конкордации будет стремиться к единице. Поиск «еретиков» завершается, когда в списке остается не менее пяти респондентов (требования метода ранговой корреляции). Программа позволяет построение априорной диаграммы рангов, как без «еретиков», так и с любым их числом в зависимости от того, какая задача решается. Такой подход осуществлён впервые, что делает данный метод универсальным, создающим основу для существенного снижения затрат на проведение исследований и получения более достоверной информации по результатам опроса.

Средние априорные диаграммы рангов строятся в автоматическом режиме, как для случая, когда учитывается мнение всех респондентов, принявших участие в опросе, так и когда

мы хотим отказаться от так называемых «еретиков», чье мнение не согласуется с большей частью респондентов (рисунок 1 и рисунок 2).

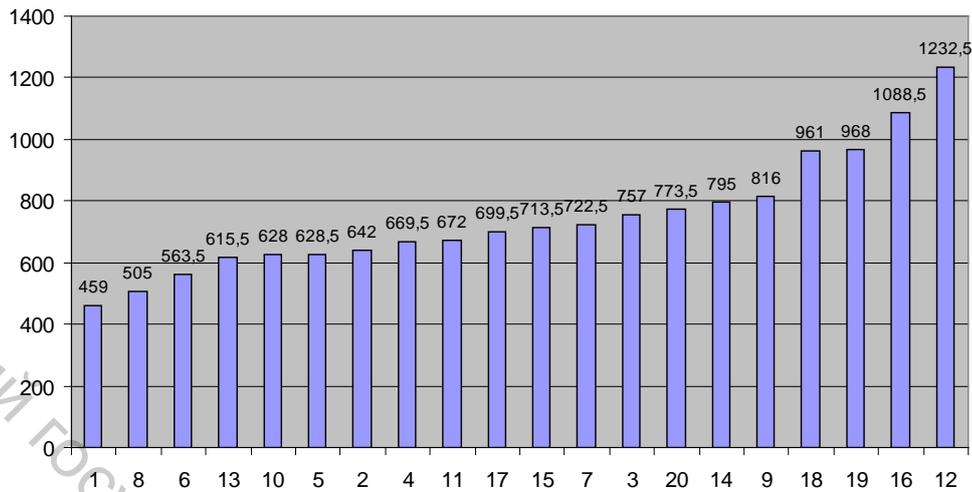


Рисунок 1 – Диаграмма рангов

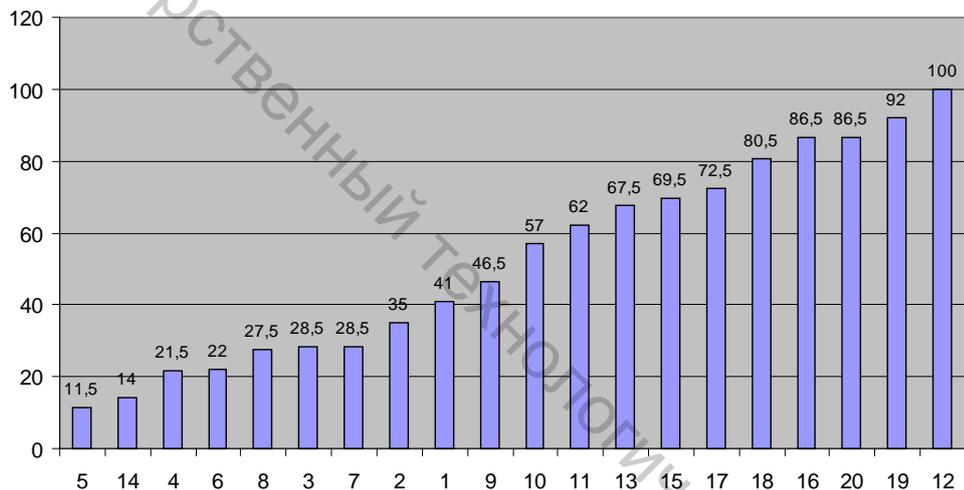


Рисунок 2 – Диаграмма рангов без еретиков

Характер распределения результатов ранжирования по априорной диаграмме указывает на то, что при изучении технологического процесса приклеивания деталей низа обуви особое внимание должно быть уделено следующим факторам (по степени значимости):

- X1 — высота неровностей поверхности материалов верха;
- X8 — вязкость наносимого клея;
- X6 — температура активации клеевой пленки
- X13 — время воздействия высокой температуры на клеевое соединение;
- X10 — высота приподнятости пяточной части;
- X5 — время активации клеевой пленки;
- X2 — высота неровностей поверхности материалов низа;
- X4 — время прессования при склеивании;
- X11 — температура окружающей среды;
- X17 — условный модуль упругости подошвы;
- X7 — количество (сухой остаток) наносимого клея;
- X3 — давление прессования при склеивании.

Хотя произошло небольшое перераспределение факторов, все вышеперечисленные факторы априорной диаграммы рангов с участием всех опрашиваемых (остались значимыми). Специалисты лишь предупреждают, что формирование надёжной прочности склеивания должно оцениваться на фоне воздействия низких температур на исследуемую систему склеиваемых материалов.

Результаты априорного ранжирования подтвердили предположение специалистов о необходимости учёта влияния не только технологических факторов, но и конструктивных, и эксплуатационных. Такое сочетание позволит гарантировать производителям формирование надёжного склеивания и исключить разрушение клеевых соединений в процессе эксплуатации обуви. Кроме того, понимание роли и значимости всех трёх групп факторов при формировании надёжного склеивания позволит снизить затраты на формирование надёжной прочности при частой смене ассортимента изготавливаемой обуви, существенно увеличить жизненный цикл изделия и уменьшить возврат обуви в процессе ее носки.

УДК 685.31.001.5

## **ОБ ОДНОМ НАПРАВЛЕНИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ ЗАГОТОВОК ВЕРХА ОБУВИ НА КОЛОДКЕ**

*Ф.И. Ким, доцент, С.Е. Мунасинов, профессор  
Таразский Государственный университет им. М.Х. Дулати,  
г. Тараз, Республика Казахстан*

Одним из показателей качества формования верха обуви является равномерное растяжение заготовки вдоль огибаемых контуров формующей поверхности колодки [1]. Традиционные способы формования заготовок верха обуви и устройства, применяемые для их осуществления, не обеспечивают равномерное растяжение заготовки на колодке. Одними из существенных факторов, влияющих на закономерность распределения деформаций в заготовке при формовании, являются температура и влажность заготовки, трение последней о поверхность колодки, конфигурация огибаемых контуров колодки, тип оборудования для формования и другие факторы [1].

В работе [2] для равномерного растяжения заготовки изменению сил трения между заготовкой и формующей поверхностью пуансона (колодки) противопоставлено свойство увлажненных кожевенных материалов менять свои характеристики пластичности при изменении температуры их прогрева. Сущность предлагаемого способа основана на том, что при проведении операции предварительного формования носочно-пучковой части заготовки верха обуви заготовку увлажняют до 25-30% относительной влажности, надевают на неравномерно обогреваемый пуансон и растягивают. Одновременно заготовку в процессе растяжения нагревают в центральной части до 60-70°С при постепенном снижении температуры к затяжной кромке до 25-30°С.

Математическая зависимость, выражающая закономерность прогрева верха обуви и обеспечивающая равномерное растяжение заготовки вдоль огибаемых контуров формующей поверхности неравномерно обогреваемого пуансона, имеет вид:

$$T_x = \frac{A_0}{m_1} e^{kn\psi(x)} - \frac{m_0}{m_1}, \quad (1)$$

где:  $T_x$  – температура прогрева заготовки;

$A_0, n, m_0, m_1$  – показатели, зависящие от механических свойств кожи;

$k$  – коэффициент трения;