применение априорного, апостериорного и адаптивного подходов при выборе компромиссного решения X^{**} множества P.

При использовании априорного подхода необходимо иметь дополнительную информацию J для установления значений вектора параметров свёртки λ^*, соответствующих компромиссному решению. Часто наиболее удачным является другой путь – применение функции желательности. Для этого осуществим преобразование значений критериев в безразмерную шкалу желательности (табл.).

Соответствие между значениями критериев в физической шкале и шкале желательности

Желательность, значение критерия	Оценка по шкале желательности	$q_1(X, A_1)$, %	$q_2(X, A_2)$, %
Очень хорошо	0,80–1,00	82–100	5,00–6,00–7,00
Хорошо	0,63–0,80	75–82	4,50–5,00; 7,00–7,50
Удовлетворительно	0,37–0,63	65–75	3,75–4,5; 7,50–8,25
Плохо	0,20–0,37	57–65	3,10–3,75; 8,25–8,90
Очень плохо	0,00–0,20	< 57	< 3,10; > 8,90

$$\hat{q}_1(X) = \exp\left\{-\left[\frac{1}{35}\left(100 - q_1(X, A_1)\right)\right]^{2,3}\right\},$$
$$\hat{q}_2(X) = \exp\left\{-\left[\frac{4}{9}\left(6 - q_2'(X, A_2)\right)\right]^{1,9}\right\}, \quad (11)$$

где $\hat{q}_1(X)$, $\hat{q}_2(X)$ – значения критериев по шкале желательности.

Выбор компромиссного решения $X^{**} \in P$ осуществляется решением задачи:

$$H(X) = H(\hat{q}_1(X), \hat{q}_2(X)) \to \max X \in P, \quad (12)$$

где H(X) = H(·) – обобщённая функция желательности. Структура H(X) обычно выбирается в виде мультипликативной функции:

$$H(X) = [\mathop{M}_{i=1}^{2} \hat{q}_i(X)]^{0,5}. \quad (13)$$

С учётом (13), решая задачу (12) для моделей (4), получим следующее компромиссное решение:

$X^{**} = (30, 17, 370)$, $q_1(X^{**}, A_1) = 79,5$, $q'_2(X^{**}, A_2) = 5,45$.

Таким образом, в зависимости от сложности решаемых задач можно воспользоваться тем или иным методом векторной оптимизации с целью определения режимов формования заготовки верха обуви.

Библиографический список

1. Габасов Р.Ф., Кириллова Ф.М. Методы оптимизации. – Минск: Изд-во БГУ, 1981. – 350 с.

2. Буркин А.Н. Оптимизация технологического процесса формования верха обуви: монография. – Витебск: УО «ВГТУ», 2007. – 220 с.

3. Конструирование изделий из кожи: учебник для студентов / Ю.П. Зыбин, В.М. Ключникова, Т.С. Кочеткова, В.А. Фукин. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. – 264 с.

УДК 685.34.024

Т.М. Борисова, А.А. Науменко

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЧНОСТЬ КРЕПЛЕНИЯ КАБЛУКА В ОБУВИ ШТИФТОВЫМ МЕТОДОМ

Известен ряд методов крепления каблука в обуви. Самым распространённым в настоящее время является штифтовый метод крепления, в котором в качестве штифтов применяются гвозди, прикрепляющие каблук изнутри. В соответствии с действующими стандартами прочность крепления каблука определяется по усилию отрыва. Основными технологическими параметрами гвоздевого крепления каблука, от которых зависит прочность его крепления, являются число гвоздей и их длина, выражаемая номером. Между прочностью *P* крепления каблука и числом гвоздей *n* существует зависимость:

$$P = S\,n^m, \quad (1)$$

где *S* – прочность, определённая экспериментально при n=1; *m* – коэффициент неравномерности, принимаемый 0,9 [1].

Однако при носке обуви прочность *P* обусловливается не только величинами *S*, *n* и *m*. Для того чтобы выявить дополнительные факторы, влияющие на прочность крепления каблука при носке обуви, рассмотрим картину напряжённо-деформированного состояния системы, включающей три элемента: каблук, гвоздь и стельку. Рассмотрим, какие силы действуют на каблук, прибитый гвоздём к стельке.

Прежде всего, внутри каблука действуют силы трения между стержнем гвоздя и материалом каблука. Эти силы обнаруживаются при извлечении гвоздя из каблука. Обозначим силу, которую необходимо приложить к гвоздю для извлечения его из каблука, через $F_г$. Гвоздь, пробивший стельку и вбитый в каблук, своей шляпкой вызывает сжатие стельки. Оно, также как и сила $F_г$, обеспечивает прочность прикрепления каблука к стельке. Силу, вызывающую сжатие стельки и создающую давление с её стороны на каблук, обозначим $F_с$. Обратим внимание на то, что способность стельки противостоять сжимающему действию шляпки гвоздя зависит от свойств материала стельки и может быть охарактеризована модулем объёмного сжатия стельки *M*. При носке на стельку оказывается давление, создаваемое весом человека и другими силами с его стороны. Обозначим его через $P_д$. Совершенно очевидно, что на прочность крепления каблука, прибитого к стельке, будет влиять фактор времени *t*, в течение которого давление на каблук со стороны стельки остаётся отличным от нуля. Этот фактор будет воздействовать даже при отсутствии носки, т.к. стелька, будучи прибитой к каблуку гвоздём, будет давить на него с силой $F_с$. Безусловно, действие времени следует рассматривать не само по себе в абсолютном смысле, а лишь на фоне срока службы изделия. Поэтому введём и эту величину, обозначив её через τ. В итоге можно ввести такую формулу:

$$P = f\,[F_г, F_с, P_д, M, t, \tau]. \quad (2)$$

Поставим вопрос: существует ли функция, соответствующая этой формуле? Ответ на него можно получить, проведя анализ размерностей группы величин, входящих в эту формулу. Техника проведения такого анализа известна, например, из [1]. Используя её, выполним следующее.

Введём систему единиц измерений (которая может быть совершенно произвольной), содержащую в качестве основных единицу силы – ньютон, единицу длины – метр, единицу времени. Обозначим их, соответственно, через *N*, *L*, θ. Выразим в этой системе размерности всех величин, входящих в (2), и построим соответствующие формулы размерностей. Все записи сведём в таблицу.

Система единиц измерений

Наименование величины	Обозначение величины	Размерность в выбранной системе единиц	Формула размерности
Прочность крепления каблука	P	Н	N
Прочность крепления на один гвоздь	$F_г$	Н	N
Сила, сжимающая стельку со стороны шляпки одного гвоздя	$F_с$	Н	N
Давление на стельку в процессе носки	$P_д$	Н/м^2	NL^{-2}
Модуль объёмного сжатия стельки	M	Н/м^2	NL^{-2}
Время действия давления стельки на каблук	t	с	θ
Срок службы изделия	τ	с	θ

Введём формулу (3):

$$P = f\,[F_г^{\,a},\ F_с^{\,b},\ P_д^{\,c},\ M^d,\ t^e,\ \tau^g], \qquad (3)$$

где a, b. c, d, e, g – безразмерные показатели степеней.

Заменим в формуле (3) обозначения величин формулами их размерностей из таблицы:

$$H = \varphi\,[N^a,\ N^b,\ (NL^{-2})^{\,c},\ (NL^{-2})^{\,d},\ \theta^{\,e},\ \theta^{\,g}]. \qquad (4)$$

Построим систему соотношений между показателями степеней по каждой из основных единиц измерений выбранной системы единиц, исходя из того, что размерность левой части (4) по каждой из единиц должна быть равна размерности правой части (4).

Для N: $1 = a + b + c + d$;

для L: $0 = -2c - 2d$;

для θ: $0 = e + g$.

Решением этой системы будет такой набор величин: $b = 1 - a$; $d = -c$; $g = -e$.

Подставив найденные значения показателей в формулу (3), получим:

$$P = f\,[F_г^{\,a},\ F_с^{\,1-a},\ P_д^{\,c},\ M^{-c},\ t^e,\ \tau^{-e}]. \qquad (5)$$

Объединяя в формуле (5) величины, имеющие одинаковые показатели степеней, получим её в виде набора безразмерных комбинаций:

$$P/F_с = f\,[(F_г/F_с)^{\,a},\ (M/P_д^{\,c})^{\,c},\ (t/\tau)^{\,e}]. \qquad (6)$$

В правой части полученной формулы присутствуют три безразмерные комбинации, в то время как в правой части формулы (5) содержится шесть величин. Следовательно, мы значительно прояснили математическую структуру изучаемой зависимости.

Безразмерность всех комбинаций в (6) свидетельствует о том, что уравнение, соответствующее формуле (2), существует, и мы получили ответ на вопрос, поставленный выше относительно формулы (2). Хотя формула (6) – это ещё не функция, соответствующая формуле (2), тем не менее, она содержит все компоненты этой функции, т.е. своего рода «части» её в виде безразмерных комбинаций. Для объединения этих «частей» в единую формулу приходится использовать приёмы, не относящиеся к анализу размерностей.

Представим теперь, в соответствии с рекомендациями из [2], формулу (6) в виде произведения двух функций:

$$P/F_с = f_1\,[(F_г/F_с)^a]\,f_2\,[(M/P_д)^{\,c},\ (t/\tau)^{\,e}]. \qquad (7)$$

Покажем, что в (7) в скрытом виде содержится формула (1). Вполне очевидно, что если величины $P_д$, M, t, τ не учитываются, то в (7) остаётся лишь функция $f_1[(F_г/F_с)^a]$. Тогда:

$$P/F_с = f_1\,[(F_г/F_с)^a]. \qquad (8)$$

Предположив (в плане поиска подходящих математических моделей) линейность функции f_1, можно записать, что

$$P/F_с = A(F_г/F_с)^a, \qquad (9)$$

где A – некоторый безразмерный постоянный коэффициент.

Приняв в качестве его величину n^m при $a = 1$, получим

$$P/F_с = n^m\,F_г/F_с. \qquad (10)$$

Так как $F_г$ – не что иное, как величина S в формуле (1), то после сокращения на величину $F_с$ соотношение (10) переходит в соотношение (1). Это даёт основания внести, на наш взгляд, достаточно аргументированные изменения в формулу (7) и переписать её в виде:

$$P = n^m\,F_г f_2\,[(M/P_д)^{\,c},\ (t/\tau)^{\,e}]. \qquad (11)$$

Соотношение (11) сразу указывает на то, что известная из литературных источников формула (1) слишком прямолинейна логически. Она не учитывает сжатие стельки, определяемое свойствами материала стельки, давление со стороны стопы, вызывающее это сжатие, а также времени. В формуле (11) такое влияние учитывается через величины M, $P_д$, t и τ. Действительно, ослабление с течением времени прижима стельки к каблуку, по меньшей мере, на начальном этапе носки, в определённой мере будет нейтрализовываться упругим восстановлением объёма сжатой стельки, поддерживая прочность крепления каблука. Приведённые соображения можно рассматривать как ещё одно существенное подтверждение полноты и правильности составления группы величин в формуле (2).

Правая часть (10) простейшим образом характеризует прочность крепления каблука, так сказать, в статическом смысле, и поэтому величину P, определяемую этой формулой, можно назвать статической прочностью. Именно она и определяется в лабораторных условиях по стандартным методикам. В то же время величина P, определяемая соотношением (11), будет отображать эксплуатационную прочность крепления каблука. Очевидно, что эта прочность зависит не только от числа гвоздей, но и, например, от веса человека, физико-механических характеристик материала стельки, а также от соотношения времени носки и срока службы изделия.

Вернёмся к соотношению (11). Руководствуясь рекомендациями из [2], функцию f_2 в нём можно представить как $f_2\,[(M/P_д)^c,\ (t/\tau)^e] = B(M/P_д)^c(t/\tau)^e$, где B – некоторая безразмерная постоянная. Однако в таком виде функция f_2 обладает двумя недостатками:

– при $t = 0$ она оказывается равной нулю и влечёт за собой равенство нулю прочности крепления каблука в соответствии с (11), что лишено физического смысла;

– при возрастании t прочность крепления P возрастает, что также лишено физического смысла.

Эти недостатки исчезают после замены комбинации $(t/\tau)^e$ на линейную комбинацию $(1\text{-}t/\tau)^e$. Теперь при росте t величина $(1\text{-}\,t/\tau)^e$ будет уменьшаться.

В отношении неизвестных показателей степеней «с» и «е» можно утверждать следующее. Для линейного случая, который в общем не противоречит физической картине напряжённо-деформированного состояния системы стелька-гвоздь-каблук, получаем возможность установить $c = 1$. Однако для показателя степени «e» принять $e = 1$ некорректно, т.к. зависимость прочности крепления от продолжительности периода эксплуатации явно нелинейная. Как показывает практика, на начальном этапе носки прочность крепления каблука будет снижаться медленнее, чем на конечном. Поэтому в первом приближении можно принять $e = 2$.

Таким образом, проведённое исследование показало, что прочность крепления каблука с помощью гвоздей на стадии эксплуатации зависит не только от технологических параметров, но и от характеристик режима эксплуатации, а также свойств материала стельки. Полученная модель зависимости прочности крепления каблука в виде

$$P = n^m F_к [B (M/P_д) (1 - t/\tau) 2] \quad (12)$$

принципиально отражает эту зависимость и её особенности. При этом соотношение (12) описывает изменение прочности крепления каблука, даже если изделие не находится в эксплуатации. Уравнение, описывающее этот процесс, выводится из (12) путём замены $P_д$ на $F_с$.

Величины, входящие в соотношение (12), имеют прозрачный физический смысл и легко определяются опытным путём. Это соотношение можно проверить экспериментально, а единственный неизвестный параметр «*B*» может быть определён в простейшем однофакторном эксперименте.

Библиографический список

1. Раяцкас В.Л., Люкайтис И.И., Ратаутас С.-А.С. Практикум по технологии изделий из кожи / под ред. В.Л. Раяцкаса. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. – 279 с.

2. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. – М.: Наука, 1988. – 432 с.

3. Ферстер Э., Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 302 с.

УДК 339.5

Ю.В. Вареньева, Л.В. Дуюн, Е.В. Компанченко, Т.М. Осина, В.Т. Прохоров

О СПОСОБАХ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКСПЕРТОВ-АУДИТОРОВ ПО ИХ ОБОСНОВАННОМУ ПРИВЛЕЧЕНИЮ К УЧАСТИЮ В РАБОТЕ ТАМОЖНИ В РАМКАХ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА (сообщение 1)

В тяжёлое для отрасли время, когда Россия вступила в ВТО, «государство может и должно помочь предприятиям», как считает президент Российского союза кожевников и обувщиков России (РСКО) Н. Демидова. Сегодня надежды производителей в сфере лёгкой промышленности и прежде всего обувщиков возлагаются на госзаказ. Эта мера, по мнению Н. Демидовой, позволит гораздо легче справиться с сложившейся на предприятиях лёгкой промышленности ситуацией. В России заказ для Минобороны должны выполнять отечественные предприятия, считает она.

Российские компании не получили обещанного равного доступа на европейские рынки, т.к. многие из них закрыты введением защитных мер.

При этом функциями ВТО предусмотрено проведение многосторонних торговых переговоров и консультаций между заинтересованными странами-членами и разрешение торговых споров, что позволяет предприятиям отстаивать свои права, но не решает всех их проблем и это будет всегда, т.к. любая страна в первую очередь будет защищать интересы своих производителей.

В связи с этим необходима продуманная государственная политика, которая учитывала бы последствия либерализации, т.к. процесс развития конкурентоспособности не будет эволюционировать сам по себе. Но повышение уровня экспертизы как отечественных, так и импортных товаров в рамках ТС спровоцирует производителей предлагать потребителям продукцию только высокого качества и конкурентоспособную на отечественных рынках с нестабильным спросом.

Стандартизация, метрология и сертификация в этом случае являются инструментами обеспечения качества продукции – важного аспекта многогранной коммерческой деятельности.

Проблема качества актуальна для всех стран независимо от зрелости их рыночной экономики. Чтобы стать участником мирового хозяйства и международных экономических отношений, необходимо совершенствование национальной экономики с учётом мировых достижений и тенденций.

Отношения в области торговли между странами с разными уровнями экономического развития и их экономическая политика должны осуществляться с целью повышения уровня жизни, обеспечения занятости населения, роста уровня реальных доходов, а также расширения производства и торговли товарами соответствующего качества при оптимальном использовании мировых ресурсов. При этом необходимо стремиться к сохранению окружающей среды.

Для регулирования торгово-политических отношений между государствами была создана интегрированная многосторонняя торговая система – Всемирная торговая организация (ВТО). Российская Федерация (РФ) присоединилась к ВТО в рамках Таможенного союза (ТС) в 2012 г.

Создание и успешное функционирование ТС являются начальным этапом формирования Единого экономического пространства. ТС – форма торгово-экономического соглашения между РФ, Белоруссией и Казахстаном. Он представляет собой единую таможенную территорию с единой границей и тарифами.

Отставание национальных систем стандартизации и сертификации во многом предопределило те трудности, которые испытывают отечественные предприятия в условиях современной конкуренции не только на внешних рынках, но и на внутреннем.

Рыночная экономика России определяет условия для деятельности отечественных фирм и предприятий лёгкой промышленности. Право предприятий на самостоятельность не означает вседозволенность в решениях, а заставляет изучать, знать и применять в своей практике принятые во всём мире «правила игры». Международное сотрудничество по любым направлениям и на любом уровне требует гармонизации этих правил с международными и национальными нормами, но при этом всегда помнить о собственных интересах.

Изготовитель и его торговый посредник, стремящиеся поднять репутацию торговой марки, победить в конкурентной борьбе, выйти на мировой рынок, заинтересованы в выполнении как обязательных, так и рекомендуемых требований стандарта. Стандарт приобретает статус рыночного стимула. Стандартизация является инструментом обеспечения конкурентоспособности, эффективного партнёрства изготовителя, заказчика и продавца на всех уровнях управления.

Обеспечение соответствия нормам и правилам ВТО законодательства в области применения технических барьеров в торговле должно способствовать повышению конкурентоспособности российских компаний на внутреннем и внешнем рынке.

В целях снижения административных и технических барьеров с учётом документов ВТО в технических регламентах (ТР) установлены оптимальные требования, обеспечивающие достаточный уровень безопасности продукции. Вопросы качества продукции являются зоной ответственности бизнеса и промышленности, их конкурентным преимуществом.