

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЧАСТНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ЭТАПЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

*С.В. ЛУКИНА, доктор техн. наук, профессор,
(МГТУ «СТАНКИН», г. Москва)*

Поступила 4 сентября 2015

Рецензирование 5 октября 2015

Принята к печати 10 ноября 2015

Лукина С.В. – 127055, г. Москва, Вадковский переулок, 1,
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,
e-mail: lukina_sv@mail.ru

Приведена методика сравнительной оценки качества конструкций режущих инструментов на этапе технической подготовки производства. Выделено десять групп обобщенных показателей, позволяющих произвести комплексную оценку качества конструкции инструмента по сформированной совокупности частных критериев оценки, выраженных через геометрические, конструктивные, структурные и эксплуатационные параметры режущего инструмента. По выделенным показателям сформирована система целевых функций, позволяющих определить параметры, характеризующие оптимальные конструкции режущих инструментов. Методика наглядна, универсальна и автоматизирована с использованием ЭВМ.

Ключевые слова: качество, система частных показателей, целевая функция, режущий инструмент, техническая подготовка производства.

DOI: 10.17212/1994-6309-2015-4-43-50

Введение

Современное состояние и перспективы развития металлообработки характеризуются широким использованием режущего инструмента, в том числе сборного, оснащенного сменными механически закрепляемыми режущими элементами, выполненными из твердых сплавов, керамики и сверхтвердых материалов [1, 3, 9, 12]. Наибольшее применение находят следующие инструменты: токарные проходные, подрезные, отрезные, расточные и автоматные резцы, кольцевые сверла, торцевые и концевые фрезы, внутренние и наружные протяжки и другие инструменты, основные размеры которых стандартизованы.

Многообразие условий обработки и недостаточное развитие расчетных методов, не позволяющих решать задачу выбора рациональной конструкции инструмента на стадии технической

подготовки производства, привели к созданию большой номенклатуры инструмента одного назначения. В настоящее время отечественными и зарубежными производителями разработано и эксплуатируется большое количество инструментов одинакового целевого назначения, а выбор подходящей конструкции осуществляется в основном на основании рекламных материалов или производственного опыта [6].

Задача выбора рациональных конструкций режущих инструментов является сложной и трудоемкой, требующей синтеза и оценки большого количества сочетаний структурных вариантов сборочных конструктивных элементов и значений их параметров. В этой связи актуальной является задача разработки методики сравнительной оценки качества проектных решений, позволяющей осуществить направленный выбор оптимального варианта на основании анализа и

оценки широкого спектра показателей различного производственно-технического назначения.

Целью работы является формирование системы частных показателей, позволяющих выполнить сравнительную оценку качества конструкций режущих инструментов на этапе технической подготовки производства. Сформированная система показателей позволит осуществить направленный выбор конструкции инструмента и, таким образом, повысить эффективность проектных решений.

Теория

Согласно рекомендациям международного стандарта ИСО 9000 [4, 18, 19] уровень качества объектов машиностроения следует оценивать по совокупности показателей: назначения, надежности, технологичности, унификации, патентно-правовых, безопасности, экологических, эргономических, эстетических и экономических. Оценить количественно перечисленные выше показатели качества достаточно сложно [1, 2, 6, 15–17, 20, 22, 23]. На этапе технической подготовки производства одной из основных является задача обоснования выбора варианта режущего инструмента из некоторого множества конструкций, отличающихся между собой, например, организацией режущей части для протяжек или способом крепления и базирования режущих элементов (СМП) у сборных инструментов [7, 8]. Сравнительную оценку вариантов конструкций режущих инструментов корректно проводить по частным показателям, количественно приведенным к показателям качества и аналитически выраженным через систему геометрических, конструктивных и эксплуатационных параметров инструментов [11].

Согласно разработанной методике показатели назначения, характеризующие основные свойства инструмента и область его рационального использования, следует оценивать по следующей системе частных показателей: точность (погрешность δ) и чистота обработанной поверхности (шероховатость R_a), масса (M), габаритные размеры инструмента (W) и т. д. Лучшим при прочих равных условиях будет являться вариант конструкции режущего инструмента, имеющий следующие значения частных показателей:

$$\delta \rightarrow \min, Ra \rightarrow \min,$$

$$K_{\text{бл}} = \frac{Q_c}{l_1} \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$M = \sum_{i=1}^{l_1} W_i g_i \rightarrow \min.$$

Здесь $K_{\text{бл}}$ – коэффициент блочности; Q_c – количество стандартизованных элементов в компоновке инструмента; g – плотность инструментального материала; l_1 – общее количество элементов в конструкции режущего инструмента.

Показатели надежности определяют стабильность качества инструмента вследствие сохранения высоких показателей назначения в течение заданного интервала времени. К показателям надежности инструмента следует относить показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Для достоверной оценки надежности инструмента по приведенным показателям необходимо провести многочисленные экспериментальные исследования, накопить и обработать большое количество статистического материала по каждому из проектных вариантов, что практически невозможно на стадии проектирования [21].

Согласно разработанной методике показатели надежности могут быть оценены по комплексу частных показателей, таких как стойкость конструкции T_j , напряжения в теле инструмента σ , перемещения вершины инструмента U при приложении или снятии нагрузки, время восстановления инструмента $t_{\text{вос}j}$:

$$M = \sum_{i=1}^{l_1} W_i g_i \rightarrow \min, \sigma \rightarrow \min,$$

$$\Phi_{T_j} = v_j^x S_j^y t_j^z \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$\Phi_{t_{\text{вос}j}} = x_{\text{ГР}} x_{\text{К}} \frac{\Phi_{t_{\text{о}j}}}{\Phi_{T_j}} \rightarrow \min,$$

где Φ_{T_j} – величина, численно характеризующая переменную составляющую стойкости, зависящую от конструктивных и эксплуатационных параметров проектируемого инструмента; v_j – скорость резания, м/мин; S_j – подача; t_j – глубина или ширина резания, мм; x, y, z – показатели степени при v, S и t соответственно; $\Phi_{t_{\text{вос}j}}$ – переменная составляющая времени на восстановление инструмента (переточку или по-

ворот режущего элемента); $x_{гр}$ – количество рабочих граней СМП; x_k – количество элементов крепления СМП.

Напряжения в теле инструмента σ и перемещения вершины режущей кромки инструмента U могут быть определены для каждого варианта конструкции в ходе проведения серии лабораторных или численных экспериментов [3, 5, 14].

Эргономические показатели характеризуют свойства человеко-машинной системы и учитывают физиологические, гигиенические и психологические свойства человека. К числу частных эргономических показателей проектируемого инструмента следует относить норму времени Φ_t на операцию металлообработки; наличие и состав СОТС; уровень вибрации технологической системы; допустимую скорость резания; силу крепления режущих элементов; габаритные размеры и массу инструмента [12].

Таким образом, при оценке эргономичности проектируемой конструкции необходимо обеспечить:

$$\begin{aligned} \Phi_t \rightarrow \min, A \rightarrow \min, f \rightarrow \min, \\ M \rightarrow \min, W \rightarrow \min, B \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь A – амплитуда собственных колебаний инструмента; f – частота колебаний инструмента; B – состав СОТС.

Эстетичность проектируемой конструкции режущего инструмента следует определять по наличию в ее компоновке определенного набора конструктивных элементов. Например, любая конструкция режущего инструмента состоит из рабочей x_1 и хвостовой x_2 частей: $l_1 = \{x_1, x_2\}$. Рабочая часть инструмента l_{x_1} состоит из режущей x_{11} и калибрующей x_{12} частей. Хвостовая часть инструмента l_{x_2} объединяет в себе корпусную x_{21} , направляющую x_{22} и крепежную x_{23} части. Величины $l_{x_{11}}$, $l_{x_{12}}$, $l_{x_{23}}$ и определяют области формирования основных частей режущей, корпусной, направляющей и крепежной частей инструмента соответственно.

Эстетичность проектируемой конструкции следует определять по следующим частным показателям:

$$\begin{aligned} l_{x_1} \rightarrow \min, l_{x_2} \rightarrow \min, l_{x_{11}} \rightarrow \min, \\ l_{x_{21}} \rightarrow \min, l_{x_{22}} \rightarrow \min, l_{x_{23}} \rightarrow \min, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l_{1\min} \leq l_1 \leq l_{1\max}, l_{x_{1\min}} \leq l_{x_1} \leq l_{x_{1\max}}, \\ l_1 = [l_1], l_{x_1} = [l_{x_1}]. \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь $[l_{x_1}]$, $[l_1]$ – минимально допустимый в соответствии со служебным назначением набор конструктивных элементов рабочей части и инструмента в целом [7, 8].

Показатели технологичности характеризуют свойство проектируемой конструкции, обуславливающее оптимальное распределение материальных и трудовых ресурсов в течение жизненного цикла инструмента. К числу частных критериев, характеризующих технологичность проектируемого варианта конструкции режущего инструмента, следует относить: минимальные затраты на основные материалы Φ_{KM} ; минимальную стоимость (себестоимость) изготовления инструмента $\Phi_{ст}$; минимальную стоимость (себестоимость) сборки инструмента $\Phi_{Ксб}$; минимальное основное время на операцию металлообработки $\Phi_{то}$; минимальную длину инструмента Φ_L .

Таким образом, технологичность проектируемой конструкции может быть оценена по следующей системе частных показателей:

$$\begin{aligned} \Phi_{KM} \rightarrow \min, \Phi_{ст} \rightarrow \min, \Phi_{Ксб} \rightarrow \min, \\ \Phi_{то} \rightarrow \min, \Phi_L \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (5)$$

Экологические показатели характеризуют уровень вредного воздействия на окружающую среду, возникающего при эксплуатации инструмента. Частным показателем, отражающим уровень экологичности проектируемой конструкции инструмента, является показатель рационального стружкозаивания (стружкодробления) при резании:

$$\begin{aligned} \lambda_{\min} \leq \lambda \leq \lambda_{\max}, \gamma_{\min} \leq \gamma \leq \gamma_{\max}, \\ S_{\min} \leq S \leq S_{\max}, r_{\min} \leq r \leq r_{\max}, \\ h_{\min} \leq h \leq h_{\max}, B_{\min} \leq B \leq B_{\max}. \end{aligned} \quad (6)$$

Здесь λ – угол наклона главной режущей кромки инструмента; γ – передний угол; r – радиус скругления вершины режущей кромки; S_z – подъем на зуб; h – высота зуба; B – ширина резания; \min и \max – минимально и максимально допустимые значения соответствующих параметров.

Показатели безопасности характеризуют особенности проектируемой конструкции инструмента обеспечивать безопасность человека при ее эксплуатации. К частным показателям безопасности режущего инструмента следует относить показатель рационального стружкодробления при резании, максимально допустимую скорость резания v , прочность механизма крепления элементов конструкции и инструмента в целом при соблюдении ограничения:

$$P_{\min} \leq P \leq P_{\max}, \quad (7)$$

где P_{\min} , P_{\max} – минимально и максимально допустимая сила резания.

При оценке конструкции проектируемого режущего инструмента следует рассчитывать показатель патентной чистоты варианта:

$$\Phi_{K_{пт}} = \sum_{j=1}^{l_1} \sum_{i=1}^{10} \frac{l_1 - N_{ij}}{l_1} k_{ij} \rightarrow \min, \quad (8)$$

где N_{ij} – количество составных элементов инструмента, защищенных авторскими свидетельствами или патентами в Российской Федерации или в странах предполагаемого экспорта; k_{ij} – коэффициент весомости j -го составного элемента конструкции Российской Федерации, защищенного авторскими свидетельствами или патентами в Российской Федерации или в странах предполагаемого экспорта по i -му показателю качества.

Среди показателей унификации, характеризующих насыщенность конструкции унифицированными и оригинальными составными элементами, следует выделить способность к унификации корпусных (l_{x21}) и крепежных (l_{x23}) элементов с различными вариантами режущих элементов (l_{x11}), вспомогательным инструментом и металлорежущим оборудованием. Показатель унификации может быть лимитирующим при оценке вариантов конструкций модульного режущего инструмента [12]. Унификацию сборного режущего инструмента следует определять по следующим соответствиям:

$$l_{x11} \subset l_{x21}, \quad l_{x11} \subset l_{x23}, \quad l_{x21} \subset l_{x23}. \quad (9)$$

Заключение о технико-экономическом уровне режущего инструмента в общем случае может быть сформулировано на основе анализа обобщенных критериев эффективности – себе-

стоимости и производительности операции металлообработки.

При сравнительной оценке качества вариантов конструкций инструментов, отличающихся либо компоновкой, либо типоразмером, а следовательно, своей стоимостью и временем резания, следует определять переменную составляющую технологической себестоимости операции металлообработки:

$$C = t_j(K_{3i} + K_{эnj} + K_{инj}) \rightarrow \min, \quad (10)$$

где t_j – норма времени на j -ю операцию металлообработки; K_{3j} , $K_{эnj}$, $K_{инj}$ – нормативы затрат на заработную плату основных рабочих, силовую электроэнергию, на режущий инструмент при выполнении j -й операции металлообработки.

Без учета стоимости возвратных отходов величина $K_{инj}$ характеризуется первоначальной стоимостью (или себестоимостью) единицы рабочего инструмента $C_{инj}$ и стоимостью (себестоимостью) восстановлений рабочего инструмента (переточек или поворотов режущего элемента) $C_{восj}$:

$$K_{инj} = \frac{C_{инj} + C_{восj}}{T_j n_{восj}} \rightarrow \min$$

или

$$K_{инj} = \Phi_{K_{инj}} K_{инj} \rightarrow \min, \quad (11)$$

здесь $\Phi_{K_{инj}}$ – величина, численно характеризующая переменную составляющую затрат на инструмент; $K_{инj}$ – постоянная величина затрат, не зависящая от конструктивных и эксплуатационных параметров проектируемого инструмента; T_j – средняя стойкость инструмента между двумя восстановлениями;

$$C_{восj} = \Phi_{C_{восj}} K_{восj} \rightarrow \min, \quad (12)$$

где $K_{восj}$ – возможное количество восстановлений инструмента; $\Phi_{C_{восj}}$ – величина, численно характеризующая переменную составляющую затрат на восстановление инструмента.

Например, для сборного режущего инструмента переменная составляющая затрат на восстановление определяется количеством рабочих граней режущего элемента ($x_{гр}$) и количеством режущих элементов ($x_{пл}$):

$$\Phi_{C_{восj}} = x_{гр} x_{пл} \rightarrow \min. \quad (13)$$



Для сравнительной оценки вариантов конструкций режущих инструментов, проектируемых для обработки конкретной детали, достаточно провести анализ и расчет составляющей нормы времени на операцию t_{nj} , определяемой основным временем на операцию t_{oj} и временем на восстановление режущего элемента $t_{восj}$:

$$t_{nj} = t_{oj} + t_{восj} \rightarrow \min, \tag{14}$$

где $t_{oj} = \Phi_{toj} K_{toj} \rightarrow \min$. Здесь Φ_{toj} , K_{toj} – соответственно переменные и постоянные составляющие основного времени на операцию металлообработки.

Например, для сборного режущего инструмента величины, численно характеризующие переменные составляющие нормы времени и производительности операции металлообработки, следует определять по выражениям

$$\Phi_{t_n} = \Phi_{t_o} + x_{гр} x_k \frac{\Phi_{t_o}}{\Phi_T}, \tag{15}$$

$$\Phi_{\Pi} = \frac{\Phi_T}{\Phi_{t_o} (\Phi_T + x_{гр} x_k)} \rightarrow \max.$$

Величины, численно характеризующие переменные составляющие технологической себестоимости операции металлообработки с использованием проектируемого инструмента и технологической себестоимости обработки поверхности, следует определять по выражениям

$$\Phi_C \sum_{i=1}^{l_1} (\Phi_{K_{инi}} + K_C) \Phi_{t_{\Pi i}} \rightarrow \min, \tag{16}$$

$$\Phi_{Спов} = \sum_{j=1}^{n_{\Pi}} \sum_{i=1}^{l_1} (\Phi_{K_{инi}} + K_C) \Phi_{t_{\Pi ij}} \rightarrow \min,$$

где K_C – коэффициент, определяющий долю затрат на инструмент к затратам на заработную плату и электроэнергию; $j = 1, \dots, n_{\Pi}$ – количество операций технологического процесса обработки поверхности.

Для комплексной оценки уровня качества конструкции режущего инструмента достаточно рассчитать обобщенный показатель $\Phi_{Кср}$, представляющий собой аддитивную свертку частных критериев (1)–(16):

$$\Phi_{Кср} = \sum_{j=1}^{\Phi} \sum_{i=1}^{10} \Phi_{ij} m_i \rightarrow \min. \tag{17}$$

Здесь Φ_{ij} – значение частного показателя качества режущего инструмента; m_i – параметр веса i -го показателя качества; Φ – общее число целевых функций подлежащих учету [9].

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований сформирована методика сравнительной оценки качества конструкций режущих инструментов по совокупности частных критериев.

Установлено, что сравнительная оценка качества режущих инструментов может быть произведена по совокупности частных критериев, отражающих широкий спектр показателей различного производственно-технического назначения, а именно показателей назначения, надежности, технологичности, унификации, патентно-правовых показателей, безопасности, экологических, эргономических, эстетических и экономических.

Аналитическими зависимостями (1)–(6), (8), (10)–(16) описаны целевые функции, характеризующие принятые критерии и позволяющие произвести сравнительную оценку вариантов конструкций инструментов в соответствии с производственным заданием.

Для комплексной оценки уровня качества конструкции режущего инструмента на этап технической подготовки производства сформирован обобщенный показатель, представляющий собой аддитивную свертку частных критериев (1)–(16).

Разработанная методика, представленная в виде совокупности целевых функций частных критериев сравнительной оценки и расчетных алгоритмов поиска оптимального решения, практически реализована в среде электронных таблиц Microsoft Excel для оценки качества конструкций протяжек, токарных резцов и торцевых фрез. Выбор Microsoft Excel в качестве инструмента обоснован наличием встроенных функций и алгоритмов поиска решения, высокой доступностью и наглядностью приложения [4, 8, 11, 13].

Выводы

1. Сформирована методика сравнительной оценки качества конструкций режущих

инструментов, основанная на формировании совокупности частных критериев, отражающих широкий спектр показателей различного производственно-технического назначения, и соответствующих им целевых функций, выраженных через систему геометрических, конструктивных и эксплуатационных параметров инструментов.

2. Практическая апробация методики, проведенная путем сравнительной оценки конструкций круглых и шлицевых протяжек, токарных резцов и торцевых фрез, показала обоснованность выбора оптимальных решений и работоспособность сформированного алгоритма.

Список литературы

1. Григорьев С.Н., Маслов А.Р., Завгородний В.И. Обеспечение заданного качества деталей при высокоскоростной обработке // Вестник МГТУ «Станкин». – 2010. – № 1. – С. 38–40.
2. Гришина Т.Г. Философский анализ рисков как критериев оценки технической системы // Вестник МГТУ «Станкин». – 2014. – № 1 (28). – С. 164–166.
3. Гуляев Ю.Б., Лукина С.В. Автоматизированная система проектирования и выбора сборных торцевых фрез по частным критериям оценки напряженно-деформированного состояния инструмента. – М., 2006. – 180 с. – Деп. в ВИНТИ, № 793-B2006.
4. ИСО 9000–1–94. Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества. Ч. 1: Руководящие указания по выбору и применению. – М.: ВНИИС, 1995. – 50 с.
5. Косов М.Г. Современные подходы к осмыслению понятия «техническое» // Вестник МГТУ «Станкин». – 2014. – № 1 (28). – С. 156–159.
6. Кутин А.А., Вороненко В.П. Технология управления качеством и производительностью механосборочного производства // Вестник МГТУ «Станкин». – 2010. – № 1. – С. 15–23.
7. Лукина С.В. Автоматизация процедур формирования и выбора структурных компоновок сборных режущих инструментов на этапе технической подготовки производства // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2011. – Т. 3, № 1. – С. 241–247.
8. Лукина С.В. Моделирование процедур формирования и выбора структурных компоновок сборных режущих инструментов на основе сетевых граф-моделей // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2009. – № 2. – С. 28–30.
9. Лукина С.В. Оценка конкурентоспособности сборных металлорежущих инструментов на этапе их проектирования и выбора // Сборка в машиностроении и приборостроении. – 2011. – № 9. – С. 3–8.
10. Лукина С.В. Повышение эффективности проектирования сборного режущего инструмента на базе установленных взаимосвязей конструкторско-технологических и экономических решений: дис. ... д-ра техн. наук. – М., 1999. – 448 с.
11. Лукина С.В., Крутякова М.В. Современные проблемы организации и управления инструментальным обеспечением машиностроительных производств: учебное пособие. – М.: МГТУ «МАМИ», 2013. – 116 с.
12. Маслов А.Р. Конструирование инструментальной оснастки. – М.: Янус-К, 2012. – 151 с. – ISBN 978-5-8037-0557-4.
13. Проектирование протяжек оптимальных конструкций в среде Microsoft Excel / С.В. Лукина, М.В. Крутякова, О.П. Куприянова, П.Ф. Вялкова // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2010. – № 1 (46). – С. 24–26.
14. Соболев А.Н., Косов М.Г., Некрасов А.Я. Моделирование конструкций корпусных деталей с использованием расчетных макроэлементов // Вестник МГТУ «Станкин». – 2014. – № 3 (30). – С. 98–101.
15. Relationships between the integration of audits and management systems: an empirical study / M. Bernardo, M. Casadesus, S. Karapetrovic, I. Heras // The TQM Journal. – 2011. – Vol. 23, iss. 6. – P. 659–672. – doi: 10.1108/17542731111175266.
16. Mani M., Lyons K., Sriram R. Developing a sustainability manufacturing maturity model // Proceedings from the IMS 2020 Summer School on Sustainable Manufacturing. – Zurich, Swiss. – 2010. – P. 311–321.
17. Action research in industrial engineering: design organization proposal for its application / C.H.P. Mello, J.B. Turrioni, A.F. Xavier, D.F. Campos // Production Journal. – 2012. – Vol. 22, N 1. – P. 1–13. – doi: 10.1590/S0103-65132011005000056.
18. Nowicki P., Kafel P., Sikora T. Selected requirements of integrated management systems based on PAS 99 specification // International Journal for Quality Research. – 2013. – Vol. 7, N 1. – P. 97–106.
19. PAS 99:2012. Specification of common management system requirements as a framework for integration. – London: BSI, 2012. – 35 p.
20. Lima E.P., Costa S.E.G., Angelis J.J. Framing operations and performance strategic management system design process // Brazilian Journal of Operations and Production Management. – 2010. – Vol. 5, N 1. – P. 23–46.
21. Sakovic M. Quality management in development of hard coatings on cutting tools // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. – 2007. – Vol. 24, iss. 1. – P. 421–429.

22. Tari J.J., Molina-Azorin J.F. Integration of quality management and environmental management systems: similarities and the role of the EFQM model // *The TQM Journal*. – 2010. – Vol. 22, iss. 6. – P. 687–701. – doi: 10.1108/17542731011085348.

23. Zivkovic S., Takic L., Zivkovic N. The improvement of environmental performances by applying ISO 14001 standard – A case study // *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*. – 2013. – Vol. 19, N 4. – P. 541–552. – doi: 10.2298/CICEQ120513088Z.

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

(METAL WORKING AND MATERIAL SCIENCE)

N 4(69), October – December, 2015, Pages 43–50

Formation of the system of the local indicators to assess the quality of the cutting tool at the stage of technical training of production

Lukina S.V., D.Sc. (Engineering), Professor, e-mail: lukina_sv@mail.ru

Moscow State University of Technology «Stankin», 1 Vadkovsky per., Moscow, 127055, Russian Federation

Abstract

The technique of a comparative assessment of quality of designs of the cutting tools on a stage of technical training of production. Ten groups of the generalized indicators allowing making a complex comparative assessment of quality of a design of the tool had allocated. Each group of the generalized indicators of quality had presented by set of local criteria. Local criteria had expressed through the variation geometric, design, structural and operational parameters of the cutting tools. The system of the target functions allowing determining parameters of optimum constructions of cutting tools depending on the selected criteria an assessment had created. For a complex comparative assessment of quality of cutting tools the generalized target function in the form of an additive convolution of private criteria had created. As an example, local target functions for comparison purposes of constructions of built-up tooling and broaches had created. The technique is evident, universal and automated with use of the personal computer.

Keywords:

quality, systems the local indicators, target function, cutting tool, technical training of production.

DOI: 10.17212/1994-6309-2015-4-43-50

References

1. Grigor'ev S.N., Maslov A.R., Zavgorodnii V.I. Obespechenie zadannogo kachestva detalei pri vysokoskorostnoi obrabotke [Guarantee of the assigned quality of the components with the high-speed working]. *Vestnik MGTU «Stankin» – Vestnik MSTU «Stankin»*, 2010, no. 1, pp. 38–40.
2. Grishina T.G. Filosofskii analiz riskov kak kriteriev otsenki tekhnicheskoi sistemy [Philosophical analysis of risks as criteria of the assessment technical system]. *Vestnik MGTU «Stankin» – Vestnik MSTU «Stankin»*, 2014, no. 1 (28), pp. 164–166.
3. Gulyaev Yu.B., Lukina S.V. *Avtomatizirovannaya sistema proektirovaniya i vybora sbornyykh tortsevykh frez po chastnym kriteriyam otsenki napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya instrumenta* [Automated system design and selection of interlocking surface cutters on partial criteria of assessment stress-strain state of the instrument]. Moscow, 2006. 180 p. Available from in VINITI, no. 793-B2006.
4. ISO 9000–1:1994. Quality management and quality assurance standards. Pt. 1: Guidelines for selection and use. Moscow, VNIIS Publ., 1995. 50 p. (In Russian)
5. Kosov M.G. Sovremennye podkhody k osmysleniyu ponyatiya «tekhnicheskoe» [Modern philosophical approaches to understanding the concept of «technical»]. *Vestnik MGTU «Stankin» – Vestnik MSTU «Stankin»*, 2014, no. 1 (28), pp. 156–159.
6. Kutin A.A., Voronenko V.P. Tekhnologiya upravleniya kachestvom i proizvoditel'nost'yu mekhanosborochno-go proizvodstva [Technological quality management and productivity of field assembly]. *Vestnik MGTU «Stankin» – Vestnik MSTU «Stankin»*, 2010, no. 1, pp. 15–23.

7. Lukina S.V. Avtomatizatsiya protsedur formirovaniya i vybora strukturnykh komponovok sbornykh rezhushchikh instrumentov na etape tekhnicheskoi podgotovki proizvodstva [Automating procedures for formation and choice of structural component layout of modular cutting tools in step of technical preparation production]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Vestnik Saratov State Technical University*, 2011, vol. 3, no. 1, pp. 241–247.
8. Lukina S.V. Modelirovanie protsedur formirovaniya i vybora strukturnykh komponovok sbornykh rezhushchikh instrumentov na osnove setevykh graf-modelei [Modeling procedures for formation and choice of structural component layout of modular cutting tools using network graph-models]. *Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty) – Metal Working and Material Science*, 2009, no. 2, pp. 28–30.
9. Lukina S.V. Otsenka konkurentosposobnosti sbornykh metallorezhushchikh instrumentov na etape ikh proektirovaniya i vybora [Estimation of competitiveness of modular metal-cutting tools at a stage of their designing and a choice]. *Sborka v mashinostroenii, priborostroenii – Assembling in mechanical engineering and instrument-making*, 2011, no. 9, pp. 3–8.
10. Lukina S.V. *Povyshenie effektivnosti proektirovaniya sbornogo rezhushchego instrumenta na baze ustanovlennyykh vzaimosvyazei konstruktorsko-tekhnologicheskikh i ekonomicheskikh reshenii. Diss. dokt. tekhn. nauk* [Improving the efficiency of the design of the cutting tool on the basis of established relationships design and technological and economic decisions. Dr. eng. sci. diss.]. Moscow, 1999. 448 p.
11. Lukina S.V., Krutyakova M.V. *Sovremennye problemy organizatsii i upravleniya instrumental'nykh obespecheniem mashinostroitel'nykh proizvodstv* [Modern problems of organization and management of tool maintenance machine industry]. Moscow, MGTU «MAMI» Publ., 2013. 116 p.
12. Maslov A.R. *Konstruirovaniye instrumental'noi osnastki* [Construction tooling]. Moscow, Yanus-K Publ., 2012. 151 p. ISBN 978-5-8037-0557-4
13. Lukina S.V., Krutyakova M.V., Kupriyanova O.P., Vyalkova P.F. Proektirovanie protyazhek optimal'nykh konstruksii v srede Microsoft Excel [Optimal design broaching in Microsoft Excel]. *Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty) – Metal Working and Material Science*, 2010, no. 1 (46), pp. 24–26.
14. Sobolev A.N., Kosov M.G., Nekrasov A.Ya. Modelirovanie konstruksii korpusnykh detalei s ispol'zovaniem raschetnykh makroelementov [The modeling of constructions of gear housing details using calculating macrocells]. *Vestnik MGTU «Stankin» – Vestnik MSTU «Stankin»*, 2014, no. 3 (30), pp. 98–101.
15. Bernardo M., Casadesus M., Karapetrovic S., Heras I. Relationships between the integration of audits and management systems: an empirical study. *The TQM Journal*, 2011, vol. 23, iss. 6, pp. 659–672. doi: 10.1108/175427311111175266
16. Mani M., Lyons K., Sriram R. Developing a sustainability manufacturing maturity model. Proceedings from the IMS 2020 Summer School on Sustainable Manufacturing. Zurich, Swiss, 2010, pp. 311–321.
17. Mello C.H.P., Turrioni J.B., Xavier A.F., Campos D.F. Action research in industrial engineering: design organization proposal for its application. *Production Journal*, 2012, vol. 22, no. 1, pp. 1–13. doi: 10.1590/S0103-65132011005000056
18. Nowicki P., Kafel P., Sikora T. Selected requirements of integrated management systems based on PAS 99 specification. *International Journal for Quality Research*, 2013, vol. 7, no. 1, pp. 97–106.
19. PAS 99:2012. Specification of common management system requirements as a framework for integration. London, BSI, 2012. 35 p.
20. Lima E.P., Costa S.E.G., Angelis J.J. Framing operations and performance strategic management system design process. *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, 2010, vol. 5, no. 1, pp. 23–46.
21. Sakovic M. Quality management in development of hard coatings on cutting tools. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 2007, vol. 24, iss. 1, pp. 421–429.
22. Tari J.J., Molina-Azorin J.F. Integration of quality management and environmental management systems: Similarities and the role of the EFQM model. *The TQM Journal*, 2010, vol. 22, iss. 6, pp. 687–701. doi: 10.1108/17542731011085348
23. Zivkovic S., Takic L., Zivkovic N. The improvement of environmental performances by applying ISO 14001 standard – A case study. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 2013, vol. 19, no. 4, pp. 541–552. doi: 10.2298/CICEQ120513088Z

Article history:

Received 4 September 2015

Revised 5 October 2015

Accepted 10 November 2015