

М 86106

Московский ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени государственный
технический университет имени Н.Э.Баумана

На правах рукописи

Пухальский Владимир Альфредович

Разработка и исследование методов оценки качества
торцовых черновых фрез на стадии эксплуатации
на основе анализа их отказов

(05.03.01 - Процессы механической и физико-технической
обработки, станки и инструменты).

Автореферат
диссертации на соискание
ученой степени
кандидата технических наук



Москва - 1992

Работа выполнена на кафедре "Металлорежущие станки и инструмент интегрированного производства" Московского института приборостроения

Научные руководители:

- кандидат технических наук, доцент
Добронофич К.В.
- кандидат технических наук, профессор
Горбунов Б.И.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук, профессор
Юдин Д.Л.
- кандидат технических наук
Башков В.М.

Ведущая организация - Головное специальное производственное конструкторско-технологическое бюро по
тому применению режущего инстру-
мента (КТБ"Оргприминструмент")

Итого 1992г.

К 053.15.15 в Москов-
итете имени Н.Э.Баумана
нская ул., 5.

земляре, заверенный пе-
есу.

библиотеке МГТУ имени

сдв 1992г.

Р.К.Мешеряков

м 86106

Актуальность проблемы Принципиальное значение качества выпускаемой продукции особенно сильно возрастает в связи с переходом нашей страны к рыночным принципам ведения хозяйства.

Неудовлетворительное качество режущего инструмента приводит к авариям оборудования, браку деталей, перерасходу дефицитных инструментальных материалов, тормозит внедрение станков с ЧПУ и создание на их базе гибких производственных систем.

Одним из наиболее распространенных способов обработки резанием является торцовое фрезерование. Повышения производительности труда и минимизации расходуемых ресурсов на данной операции можно достигнуть путем применения более высококачественных конструкций режущего инструмента и рациональных условий их использования. В связи с этим необходима информация об объективных требованиях всех участников общественного производства: разработчиков, изготовителей, эксплуатационников-потребителей и утилизаторов продукции, т.е. нужны объективные критерии качества фрез, показатели их фактического уровня качества. Ключевое место здесь занимает оценка качества режущего инструмента на стадии эксплуатации.

Поэтому разработка методов оценки качества торцовых фрез на стадии эксплуатации с учетом особенностей получения исходных данных на различных ее этапах является актуальной задачей.

Цель работы Создание новых методов оценки качества торцовых черновых фрез на стадии их эксплуатации, учитывающих особенности существования инструмента на этой стадии и имеющейся исходной информации о нем, в частности, об отказах.

Методы исследования В работе при определении обобщенных структур конструкции и процесса использованы методы аналогий (межобъектной, внутриобъектной и исторической - временной).

Определение и анализ отказов торцовых фрез осуществляется согласно понятий, принятых в параметрической теории надежности. Торцовая фреза во всех экспериментах представлялась системой, состоящей из ряда последовательно соединенных элементов.

При обработке и анализе результатов экспериментов использовались методы математической статистики.

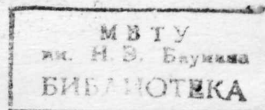
При разработке метода комбинированной оценки качества торцовых фрез при их внедрении в эксплуатацию использованы основные положения теории подобия и размерностей, а также метод базовой точки, предложенный А.Д.Арсеньевым.

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1086106

Пухальский В.А. Разработк



При разработке метода определения контрольного индекса при показателе качества массовой эксплуатации торцовых фрез использованы методики анализа состояния инструмента после работы, применяемые в ГСПКТЕ "Оргприминструмент".

Для определения конкретных зависимостей и распределений были использованы персональные компьютеры IBM XT с комплектом прикладных программ для обработки экспериментальных данных "Статтрафикс".

Научная новизна В диссертации разработана обобщенная структура процесса, с помощью которой был определен новый подход к оценке качества режущего инструмента на различных стадиях его жизненного цикла и осуществлена разработка новой концепции системы оценки качества.

На основе разработанной структуры конструкции режущего инструмента и принятых понятий о стадиях отказов элементов конструкций различных уровней, полученных из анализа состояния торцовых фрез после эксплуатации, разработана классификация отказов торцовых фрез

Разработаны методы оценки качества торцовых фрез, предназначенные для использования на различных этапах стадии их эксплуатации:

- метод комбинированной оценки торцовых фрез для этапов их внедрения в эксплуатацию;
- метод комплексной оценки торцовых фрез, пригодный для использования на этапе их массовой эксплуатации.

Усовершенствован метод разбраковки торцовых фрез после эксплуатации, используемый в ГСПКТЕ "Оргприминструмент", путем внесения в него метрологического начала, что исключило субъективность при оценке состояния режущего инструмента. Разработан метод определения индекса при показателе качества эксплуатации фрез на этапе их массовой эксплуатации.

Предложено определенное сочетание методов оценки качества торцовых фрез с методами получения исходных данных.

Практическая ценность Проведенная на основе исследований разработка методов оценки качества торцовых фрез на стадии эксплуатации и применение их в определенном сочетании с методами получения исходных данных позволяет повысить достоверность оценки и сократить дополнительно расходуемые в связи с проводимой оценкой ресурсы.

Суммарный экономический эффект от проведенных работ составил тыс. рублей.

Апробация работы Основные положения работы докладывались на Всесоюзной конференции "Инструмент - 84" в 1984 году в городе Харь-

кове, в Ленинградском и Московском домах научно-технической пропаганды в 1981 и 1988 годах, на научных семинарах кафедры АМ-1 МИП.

Публикации По материалам исследований опубликовано 6 печатных работ.

Структура и объем работы Диссертация состоит из введения и пяти глав. Содержит ... страниц машинописного текста, ... страниц рисунков, ... таблиц, трех приложений на ... страницах и списка литературы.

Основное содержание работы

В первой главе проанализированы современные представления о качестве продукции, методах его оценки и источниках получения исходных данных для этой оценки.

Стандартные определения качества продукции, принятые у нас в стране и используемые в международных стандартах, не нацелены на конечный результат существования этой продукции и не отражают ее качество в полном объеме. Стандартное определение технического уровня продукции сформулировано нечетко и не нацеливает на конкретные параметры его оценки. Оба понятия не учитывают существования объекта оценки на различных стадиях его жизненного цикла (разработке, изготовлении, эксплуатации, утилизации). Слабо отражена в определениях необходимость учета затрат, осуществляемых на различных стадиях.

В связи с вышеизложенными недостатками существующих определений предложены их более совершенные формулировки.

Качество продукции – это совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением этой продукции и учетом затрат на протяжении всего ее жизненного цикла.

Технический уровень – это совокупность свойств, обуславливающих эффективность продукции на стадии эксплуатации (реализации) в соответствии с ее назначением и учетом затрат на ее эксплуатацию.

Рассмотрены методы, применяемые для оценки технического уровня и качества продукции. В связи с применением дифференциального метода оценки технического уровня и качества режущего инструмента (ТУКРИ) по нескольким показателям одновременно в большинстве случаев затруднена из-за получения противоречивых значений показателей. Поэтому оценка ТУКРИ часто проводится с учетом только показателей его стойкости, а это не всегда верно. То есть определенную проблему представляет содержательная сторона критериев оценки ТУКРИ.

Существующая в настоящее время стандартная номенклатура показателей оценки качества режущего инструмента (ГОСТ 4.442-86) является слабо обоснованной. Проведенный по литературным данным обзор критериев оценки, предлагаемых различными авторами, также не позволил сформулировать содержание критериев оценки. Но было определено общее направление, позволяющее решить этот вопрос. Необходимо формирование критерия оценки рассматривать с позиции системного анализа, который позволяет получить представление о структурах режущего инструмента и процессов, в которых он участвует, и на этой базе сформулировать требования к инструменту.

Основой для анализа эффективности и функционального построения конструкций режущего инструмента является рассмотрение их отказов. Обзор существующих методов анализа отказов режущих инструментов, в частности торцовых фрез, а также их классификаций, показал, что они имеют целый ряд недостатков. Наиболее существенным из них является отсутствие и, как следствие, слабое ориентирование на структуру конструкции режущего инструмента. Это не позволяет принять общий подход к анализу отказов, а также представить их в полном объеме. Это еще раз подтверждает необходимость разработки обобщенной структуры конструкции режущего инструмента.

Обзор методов получения исходной информации для оценки ТУКРИ позволил установить их перечень. Однако, порядок и последовательность применения этих методов на различных стадиях жизненного цикла инструмента не установлены.

При анализе существующей у нас в стране системы управления качеством режущего инструмента выявлено, что основной акцент в ней сделан на стадию изготовления режущего инструмента. На остальных стадиях качество режущего инструмента контролируется очень слабо. Работы, проводимые в этом направлении на различных стадиях жизненного цикла инструмента, слабо связаны между собой. Ключевое значение в оценке качества имеет стадия эксплуатации режущего инструмента.

На основании проведенного анализа определены следующие задачи исследования:

1. Разработать общую концепцию оценки качества режущего инструмента на всех стадиях его жизненного цикла и проанализировать в этой связи особенности оценки качества торцовых черновых фрез на стадии эксплуатации.
2. Разработать классификацию отказов торцовых фрез, отражающую все возможные варианты выхода из строя различных конструкций данного

инструмента на стадии эксплуатации.

3. Разработать и исследовать методы оценки качества торцовых черновых фрез на стадии эксплуатации с учетом особенностей получения на этой стадии исходной информации.

Вторая глава посвящена разработке концепции системы оценки качества режущего инструмента на всех стадиях его жизненного цикла. С этой целью необходимо было рассмотреть режущий инструмент как часть различных процессов, в которых он участвует на протяжении всего жизненного цикла. Это потребовало разработки обобщенной структуры данных процессов.

Для разработки обобщенной структуры процесса было рассмотрено большое число работ, посвященных анализу состава и классификации различных процессов. При анализе были использованы принципы междообъектной и исторической – временной аналогий, позволяющие у разнородных процессов находить общность одних свойств и прогнозировать частичное или полное совпадение их других свойств. Основными при разработке структурной модели процесса явились работы К.Маркса и А.П. Соколовского.

С помощью полученной обобщенной структуры процесса установлено, что единый подход к оценке качества режущего инструмента на различных стадиях его жизненного цикла невозможен. Здесь же, на основе общих представлений о формах существования материальных объектов рассмотрен и определен необходимый и достаточный перечень параметров оценки технического уровня режущего инструмента. В него входят: время наработки на отказ – T ; объем обрабатываемого материала, снимаемый за это время – Q ; расход режущего материала за это время – q ; работа, совершаемая за это время – A . Кроме того, производству необходимо иметь данные по времени восстановления режущих свойств инструмента ($T_{\text{восст}}$) и ресурсу работы инструмента (T_{Σ}). В связи с этим шкала времени при постановке опытов может быть: либо T , либо $T + T_{\text{восст}}$ либо T_{Σ} .

Все параметры оценки технического уровня делятся на целевой – Q и затратные – T, q, A .

При разработке структуры новой системы оценки качества режущего инструмента стадии его жизненного цикла были разбиты на более мелкие промежутки – этапы, на протяжении которых возможно использование единых методов оценки и получения исходных данных.

В новой системе оценки качества использованы методы получения исходных данных из перечня, полученного при их обзоре и анализе.

На стадии эксплуатации получено три этапа.

Этап внедрения опытной партии режущего инструмента на отдельном рабочем месте с использованием метода производственных испытаний для получения исходных данных.

Этап внедрения установочной серии режущего инструмента на всей операции, то есть всех рабочих местах занятых данной операцией, с использованием метода производственных наблюдений при получении исходных данных для оценки.

И третий этап - массовой эксплуатации серийно выпускаемого режущего инструмента, когда данным инструментом пользуются на всех рабочих местах производства, где используется режущий инструмент данного назначения, с использованием учетной документации и разбраковки для получения исходных данных.

Тогда, согласно структуре предложенной системы оценки качества, на стадии эксплуатации остаются неопределенными лишь методы оценки качества режущего инструмента, которые необходимо использовать на каждом из этапов данной стадии жизненного цикла.

При оценке качества эксплуатации инструмента большое значение имеет оценка ущерба, причиняемого его отказами. Для такого анализа необходима специальная классификация отказов.

Третья глава посвящена разработке классификации отказов торцовых фрез.

С целью определения параметров, на основании которых можно было бы построить классификацию отказов фрез, рассмотрены результаты эксплуатации нескольких конструкций данного инструмента. Фрезы выбраны таким образом, чтобы их конструкции были как можно более существенно различны. Фрезы эксплуатировались в условиях цеха корпусных деталей Савеловского производственного объединения "Прогресс" при обработке чугунных крупногабаритных деталей станков. Суммарная наработка каждой из конструкций составила более 3,5 тысяч минут машинного времени. Суммарное календарное время испытаний фрез составило более полугода. Испытания проводили 4-е человека. Одним из главных условий использования фрез в цехе было получение более высокой, чем у применяемого инструмента производительности при той же или более высокой стойкости (времени наработки на отказ). Режимы же резания фрезами изменялись в зависимости от обрабатываемых деталей, оборудования и других условий.

Для оценки ущерба, причиняемого отказами фрез, был осуществлен их анализ по различным параметрам:

- параметрам оценки технического уровня торцовых черновых фрез;
- количественным соотношениям различных вариантов выхода из строя

фрез;

- прослежены причинно-следственные связи между видом отказавшего инструмента и причиной отказа.

В процессе анализа отказов был обнаружен совершенно новый параметр сравнительной оценки фрез с механическим креплением СМП. Это количество одновременно восстанавливаемых на фрезе зубьев. Чем большее количество зубьев на фрезе одновременно восстанавливается, тем данная фреза лучше.

Однако рассмотрение параметров отказов по отдельности не дает возможности однозначного сравнения фрез. Это связано прежде всего с противоречиями, возникающими как при сравнении ряда параметров фрез, так и при сравнении свойств отдельных параметров их отказов. Поэтому классификация должна позволять комплексно подходить к сравнению инструментов. Кроме того, как было установлено в обзоре существующих классификаций отказов их основным недостатком является неучет структуры режущего инструмента в связи с отсутствием ее обобщенного варианта.

Для создания более совершенной классификации отказов фрез была проведена работа по созданию обобщенной структурной модели конструкции инструмента. Наиболее полные представления о структуре конструкции были найдены в работах К.Маркса, М.И.Юликова, С.С.Тамбовцева. На основании этих работ была создана обобщенная структура конструкции инструмента. При разработке структурной модели конструкции были использованы те же методы аналогий, что и при разработке структуры процесса. В результате разработки данных структур получен ряд важных выводов. Наиболее интересным является выявление внутриобъектной аналогии строения процессов и конструкций на различных уровнях.

Далее, возвращаясь к анализу отдельных параметров отказов фрез, мы наблюдаем полную аналогию потери инструментом работоспособности на различных его уровнях. По степени потери работоспособности инструментом на всех уровнях было выделено три стадии.

На основании понятий об уровнях и стадиях отказов конструкций инструмента разработана новая классификация отказов, позволяющая рассматривать любые варианты конструкций режущего инструмента и осуществлять их сравнение по ущербу причиняемому отказами. Классификация представляет собой двухмерную матрицу, по одной оси которой откладываются стадии отказа, по другой уровни конструкции, на которых происходят отказы фрез.

При наличии представлений об общих принципах оценки качества торцовых черновых фрез и ущерба, причиняемого различными вариантами

их отказов, появляются все необходимые предпосылки для разработки методов оценки качества фрез на стадии эксплуатации.

В четвертой главе рассмотрен вопрос оценки качества торцовых черновых фрез на этапах внедрения их в эксплуатацию.

При встрече с конкретным потребителем обычно возникает ряд специальных требований, связанных с особенностями условий эксплуатации инструмента. Поэтому метод оценки качества инструмента при его внедрении в эксплуатацию должен позволять использовать различный набор параметров оценки. Обязательным здесь остается лишь разделение параметров на целевой и затратные.

Обычно целевые параметры и параметры затрат имеют различную физическую природу. Поэтому мы вынуждены их нормировать, приводя к одной размерности — обычно выражая их в денежных единицах. Однако в связи с несовершенством системы ценообразования такое нормирование может привести к ошибочным выводам при оценке. Для исключения данной погрешности при оценке использованы методы теории подобия. С целью нормирования параметров использован метод базовой точки, предложенный Ю.Д. Арсеньевым и широко применяемый в экономике. В качестве базовой точки могут быть взяты как результаты отдельного опыта или средние значения результатов эксплуатации некоторой конструкции режущего инструмента, так и требования к производительности и ограничения по ресурсам на конкретном производстве. Далее определяются уровни изменения этих параметров относительно их значений в базовой точке — так называемые параметрические критерии подобия. Например:

$$y_T = \frac{T_i}{T_{\text{баз}}} ; \quad y_Q = \frac{Q_i}{Q_{\text{баз}}} ,$$

где

$T_i, T_{\text{баз}}$ — время наработки фрезы на отказ, соответственно в конкретном i -ом случае и его базовое значение;

$Q_i, Q_{\text{баз}}$ — объем обрабатываемого материала, снимаемый фрезой соответственно за время T_i и $T_{\text{баз}}$.

Так как после такой операции получаются безразмерные величины, то это позволяет производить между ними различные математические операции. Определяя разность между уровнями изменения целевого параметра и одного из затратных, получаем значение частного эффекта по отдельному параметру затрат. Например: $\Xi_T = y_Q - y_T$.

Так как частные эффекты определяются вычитанием уровня изменения затратного параметра из уровня целевого, то выгодно, чтобы все эти частные эффекты были наибольшими. Поэтому для определения суммарного эффекта достаточно просто сложить частные эффекты: $\Xi_{\Sigma} = \sum \Xi_i$.

Этот метод оценки режущего инструмента позволяет использовать любую комбинацию показателей – частных эффектов. В связи с этим он назван комбинированным методом оценки качества режущего инструмента.

Следует отметить, что большим преимуществом данного метода является то, что при определении комплексного показателя (комбинированного эффекта – Σ_1) не требуется определять весомости при единичных показателях (частных эффектах), т.к. сама их величина является характеристикой, показывающей относительное изменение целевого и затратного параметров, и при определении всех частных эффектов используется одна и та же база отсчета.

Получение комбинированной оценки только по средним значениям выходных параметров может дать необъективную картину. Наиболее полно конструкции фрез можно оценить лишь с учетом вероятности получаемых результатов. Сравнение инструментов в этом случае осуществляют по величине вероятности получения положительного эффекта. Т.к. анализ распределений эффектов для целого ряда конструкций фрез показал, что они либо соответствуют, либо близки к нормальному виду, то вероятность получения положительного эффекта определялась по формуле:

$$P_s^+ = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(z-\bar{z})^2}{2\sigma^2}} dz,$$

где.

σ – среднее квадратическое отклонение величины эффекта.

Следовательно, тот вариант инструмента и условий его применения, для которых вероятность появления положительного эффекта больше, будут наилучшими и рекомендуются для внедрения в производство.

Комбинированная оценка по средним значениям эффектов осуществляется при испытаниях в производственных условиях опытной партии режущего инструмента с его последующим внедрением на отдельном рабочем месте. Для более широкого внедрения инструмента объем получаемой в данном случае информации является недостаточным.

Комбинированная оценка с учетом вероятности получаемых результатов осуществляется по данным наблюдений за эксплуатацией в производственных условиях установочной серии инструмента. В результате этой оценки принимается решение о внедрении инструмента на всех рабочих местах производства, занятых данной операцией.

Пятая глава посвящена разработке метода оценки качества торцовых черновых фрез на этапе их массовой эксплуатации.

Основным источником информации для оценки качества инструмента на этом этапе является учетная документация производства. Поэтому при сборе исходных появились сложности, связанные с определением параметров оценки по косвенным данным, с долевым участием оцениваемо-

го инструмента в величине некоторых параметров и т.д.

Следовательно, главным при разработке этого метода было: во-первых определение перечня параметров оценки качества, который может быть получен из учетной документации и во-вторых количественных значений этих параметров.

За основу при разработке перечня параметров оценки качества были взяты параметры оценки технического уровня, т.к. они отражают наиболее существенные потребительские свойства инструмента. В связи с новыми условиями получения исходных данных и расширением требований к показателю, параметры оценки были видоизменены и дополнены. Дополнительно были взяты такие параметры как площадь занимаемая производством, количество используемого оборудования и количество занятых людей.

При создании комплексного показателя оценки качества режущего инструмента на этапе его массовой эксплуатации в основу положен дробный показатель, получаемый делением целевого параметра на произведение затратных. После осуществления необходимых преобразований, с целью получения возможности пользоваться параметрами, получаемыми непосредственно из учетной документации, формула показателя приобретает вид:

$$K_{ki} = \frac{Q_i}{N_i \cdot N_l \cdot \varphi_i \cdot Z_i \cdot T_i}; \quad Q_i = Q \cdot \frac{T_i}{T_m}; \quad \varphi_i = \varphi \cdot \frac{T_i}{T_{\Sigma n}}; \quad Z_i = Z \cdot \frac{T_i}{T_{\Sigma n}},$$

где

$T_{\Sigma n}$ — суммарная трудоемкость выпускаемой производством продукции;

N_i — количество подконтрольного i -го инструмента, используемого производством;

N_l — суммарная мощность оборудования, используемого на операциях, в которых участвует подконтрольный i -ый инструмент;

φ — количество работающих на производстве;

Z — площадь занимаемая производством;

T_m — суммарная трудоемкость операций механообработки, исключая шлифование, рубку и обработку давлением;

T_i — трудоемкость операций, в которых используется подконтрольный i -ый инструмент;

k_i — контрольный индекс при показателе качества эксплуатации i -го режущего инструмента, величина которого определяется по данным получаемым непосредственно при эксплуатации этого инструмента.

Необходимость контроля получаемых значений комплексного показателя

теля оценки качества эксплуатации режущего инструмента обусловлена рядом причин. Например неточностью параметров получаемых из учетной документации, в связи с определением их по различным методикам, в различных подразделениях производства и т.д.

Тогда, исходные данные для контрольного индекса необходимо получать непосредственно при эксплуатации инструмента. Наиболее доступным методом получения такой информации является анализ состояния инструмента после его работы, более распространенным названием этого метода является разбраковка.

С целью разработки метода определения контрольного индекса качества эксплуатации торцовых фрез был проведен анализ большого объема данных разбраровок торцовых фрез после их работы.

В результате анализа были определены параметры, отражающие время эксплуатации инструмента: для фрез с напайными пластинами твердого сплава - размер пластины по главной режущей кромке (l_n), для фрез с механическим креплением СМП - количество использованных на пластине вершин (n_B).

При сравнительном анализе состояния фрез в сборе после работы и данных разбраковки списанных ножей и СМП с торцовых фрез, установлено, что последние не могут быть использованы непосредственно для оценки фактического состояния торцовых фрез после работы. Для увязки состояния торцовых фрез после работы с данными получаемыми путем разбраковки списанных деталей и узлов фрез разработана методика обработки этих данных.

При анализе данных разбраровок выявлена определенная последовательность появления в числе списанных ножей фрез по ГОСТ 9473-80 с различными видами отказов: в начале эксплуатации (при больших l_n) наиболее часто появляются ножи со сколами твердосплавных пластин, затем становится значительной частотой появления ножей с раскреплением (отпаем) и лишь потом (при малых l_n) частотой появления ножей с износом на режущих пластинах. Для списанных СМП с фрез с механическим креплением выявлены подобные закономерности: вначале эксплуатации (при малом n_B) наиболее часто появляются поломанные СМП, затем пластины со сколами и при больших n_B пластины с изношенными кромками.

Исходя из проведенного анализа взаимосвязей характера получаемых распределений l_n и n_B и причинами (видами) выхода из строя режущего инструмента, получен показатель отражающий качество его эксплуатации:

для напайных (перетачиваемых) торцовых фрез:

$$k_{\text{нож}} = \int_0^{l_{\text{пл}}} \left(1 - \frac{l_n}{l_{\text{пл}}}\right) f_{\text{изн}}(l_n) dl_n - \int_0^{l_{\text{пл}}} \frac{l_n}{l_{\text{пл}}} [f_{\text{отп}}(l_n) + f_{\text{скол}}(l_n)] dl_n$$

где $l_{\text{пл}}$ - размер пластины по главной режущей кромке на новом ноже;
 $l_{\text{п}}$ - текущее значение размера пластины по главной режущей кромке на списанных ножах;

$f_{\text{изн}}(l_{\text{п}}), f_{\text{отп}}(l_{\text{п}}), f_{\text{скол}}(l_{\text{п}})$ - функции плотности распределения соответственно для ножей с износом, отпаем и сколом режущих пластин,

для фрез с механическим креплением СМП:

$$k_{\text{СМП}} = \int_0^{\frac{N_{\text{в}}}{N_{\text{б}}}} f_{\text{изн}}(n_{\text{в}}) dn_{\text{в}} - \int_0^{\frac{N_{\text{в}}}{N_{\text{б}}}} \left(1 - \frac{n_{\text{в}}}{N_{\text{б}}}\right) [f_{\text{отп}}(n_{\text{в}}) + f_{\text{скол}}(n_{\text{в}})] dn_{\text{в}}$$

где $n_{\text{в1}}$ - количество вершин на новой СМП, пригодных для использования в качестве режущих;

$n_{\text{в}}$ - текущее значение количества использованных вершин на списанных СМП;

$f_{\text{изн}}(n_{\text{в}}), f_{\text{скол}}(n_{\text{в}}), f_{\text{пол}}(n_{\text{в}})$ - функции плотности распределения соответственно для СМП изношенных, сколотых и полуманых.

Данный показатель используется как контрольный индекс при комплексном показателе качества эксплуатации торцовых фрез.

Индекс качества эксплуатации фрез в паре с методом получения исходных данных - разбраковкой списанного инструмента может использоваться самостоятельно при работах, связанных с совершенствованием условий эксплуатации режущего инструмента.

По результатам анализа данных разбраковок, проведенных на двух предприятиях получен ряд важных выводов.

Установлено, что общепринятый критерий выхода из строя режущего инструмента - величина фаски износа по задней поверхности, слабо влияет на частоту появления в числе отказавших торцовых фрез в целом и не влияет на появление в числе списанных ножей торцовых фрез с напаянными пластинами твердого сплава и СМП с фрез с механическим креплением пластин. Основным критерием съема торцовых фрез со станка на данных предприятиях является величина скола.

Установлено также, что индекс качества эксплуатации фрез на одном и том же предприятии в течение года и даже месяца может значительно изменяться. То есть о качестве инструмента и его эксплуатации по отдельной выборке судить нельзя.

По данным разбраковок определено, что показатели отражающие весовой расход твердого сплава являются характеристиками конструкции режущего инструмента, а показатели отражающие размерный расход - характеристиками конкретных производственных условий.

Основные результаты работы

1. Анализ существующей в стране системы оценки качества режущего инструмента показал:
 - основной акцент в системе сделан на стадии изготовления режущего инструмента, в меньшей степени режущие инструменты контролируются на стадии разработки и утилизации. Очень слабо организован контроль качества на стадии эксплуатации;
 - при оценке качества режущего инструмента потребитель принимает минимальное участие;
 - номенклатура показателей качества режущего инструмента по ГОСТ 4.442-86 недостаточно отражает его свойства на стадии эксплуатации и совсем не учитывает стадий разработки и утилизации.
2. Установлено, что режущий инструмент на отдельных стадиях жизненного цикла выполняет разные функции, что свидетельствует о невозможности единого подхода к оценке его качества на различных стадиях жизненного цикла.
3. Сформулирована новая концепция системы оценки качества режущего инструмента, охватывающая весь его жизненный цикл и учитывающая особенности существования инструмента на каждой из стадий.
4. Разработана классификация отказов торцовых фрез, представляющая собой двумерную матрицу, связывающую уровни отказа со стадиями отказа инструмента.
5. Для этапов внедрения режущего инструмента в эксплуатацию разработан специальный метод оценки его качества — метод комбинированной оценки. Оценку качества этим методом следует осуществлять:
 - по средним значениям параметров, получаемых путем производственных испытаний фрез, при внедрении опытной партии этого режущего инструмента на отдельном рабочем месте;
 - с учетом вероятности получаемых путем производственных наблюдений значений параметров оценки, при внедрении установочной серии инструмента на всех рабочих местах занятых данной операцией.
6. Для этапа массовой эксплуатации режущего инструмента предложен комплексный метод оценки его качества с использованием исходных данных, получаемых из учетной документации производства. Получаемый данным методом показатель качества сопровождается контрольным индексом, значение которого получают на основе данных разбраковки списанного инструмента.
7. Метод разбраковки списанного режущего инструмента при наличии опыта эксплуатации и изготовления инструмента позволяет контролировать качество процессов его эксплуатации и изготовления. Причем

анализ результатов разбраковки позволяет провести контроль пооперационно и определить наиболее узкие места этих процессов.

8. Предлагаемые методы оценки качества эксплуатации торцовых фрез в сочетании с методами получения исходных данных позволяют повысить достоверность оценки за счет использования комплексных показателей и увеличения контролируемых выборок, а также сократить расходы на это ресурсы путем максимального использования данных получаемых непосредственно в производственных условиях.

Основные результаты исследований

опубликованы в работах:

1. Добронович К.В., Пухальский В.А., Кононов В.И. Выбор рациональной конструкции многолезвийного инструмента // Металлорежущие и контрольно-измерительные инструменты. 1980. №10. С. 7-11.
2. Пухальский В.А. Выбор режущего инструмента для условий плазменно-механической обработки // Обработка резанием. 1983. №11. С. 13-19.
3. Горбунов Б.И., Добронович К.В., Пухальский В.А. Комбинированный метод оценки эффективности режущего инструмента // Новые конструкции и прогрессивная технология производства. Инструмент - 84. М.: ВНИИ. 1984. С. 371-374.
4. Горбунов Б.И., Пухальский В.А. Анализ эффективности использования торцовых фрез по результатам разбраковки ножей после эксплуатации // Высокопроизводительный режущий инструмент и прогрессивные технологические процессы его изготовления. М.: ВНИИ. 1987. С. 154-158.
5. Горбунов Б.И., Пухальский В.А. Методы оценки качества и технического уровня режущих инструментов // Повышение качества изготовления деталей и изделий в машиностроении. МДНТП им. Ф.Э.Дзержинского. 1988. С. 105-110.
6. Панайоти Р.А., Пухальский В.А., Градников Б.В. Оценка качества торцовых фрез на этапе внедрения в эксплуатацию // Передовой производственный опыт и научно-технические достижения, рекомендуемые для внедрения. 1990. Вып.11. С. 18-21.

Подп. к печати "21" 05 1992 г. Заказ № 310
Объем 1 п.л. Тир.100 экз. Ротапринт МТУ