

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОПЕРАТИВНОГО ПРОСЛЕЖИВАНИЯ СОСТОЯНИЯ СЛОЖНО-ПРОФИЛЬНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ¹

Ю.И. Буряк (ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»)

Предложены новые подходы к организации процессов прослеживания технического состояния сложно-профильного режущего инструмента на основе широкого использования средств машиносчитываемого маркирования изделий штриховым кодом, наносимого методом лазерной гравировки, мобильных компьютерных устройств, работающих в управляемом режиме по полученным заданиям, и документооборота в электронной форме, объединенных соответствующими программными компонентами. Разработана автоматизированная технология для организации сбора данных и контроля параметров технического состояния в реальном времени. Сформирован программно-технический комплекс в составе стационарных и подвижных частей, обеспечивающий повышение достоверности и оперативности контроля параметров технического состояния сложно-профильного режущего инструмента в производственных процессах по изготовлению промышленной продукции.

Ключевые слова: прослеживание, параметры технического состояния, протяжной инструмент, автоматическая идентификация, мобильные компьютерные устройства.

Введение

Организация эффективного использования и своевременного воспроизводства сложно-профильного режущего инструмента (долбяки, протяжки, червячные фрезы и пр.) представляет одно из ключевых условий достижения плановых показателей (временные, ресурсные, качества и пр.) при изготовлении наиболее ответственных и дорогостоящих узлов и агрегатов (диски турбин, компрессоров и пр.) сложных изделий авиационной техники.

Протяжки различных конструкций являются одними из наиболее дорогих инструментов для выполнения металлообработки. Подчас каждая протяжка при своем изготовлении требует наивысшей точности и правильного расчета. Это обусловлено тем, что инструмент при протягивании работает в наиболее тяжелых и суровых условиях огромных нагрузок (растяжение, сжатие, изгиб, абразивное и адгезионное выкрашивание лезвий протяжки) [1].

В основу существующего порядка организации воспроизводства инструмента положены известные методы расчета его расхода, а именно: статистический, по нормам оснастки рабочих мест, по нормам расхода [2].

При использовании статистического метода расчет фактического расхода инструмента, приходящийся на единицу выпуска продукции в стоимостном выражении или на 1000 часов работы оборудования той группы, на которой используется соответствующий

инструмент, производится на основе отчетных данных за прошлый период (обычно год). Статистический метод расчета расхода инструмента может дать значительную погрешность, потому он находит применение лишь в единичном и мелкосерийном производстве и для расчета расхода инструмента, по которому трудно установить сроки службы (слесарно-сборочный, некоторые виды мерительного).

В основе метода расчета по нормам оснастки принимается количество инструмента, которое должно одновременно находиться на соответствующем рабочем месте в течение всего планового периода. По этому методу рассчитывается главным образом инструмент долговременного пользования, выдаваемый рабочему по инструментальным книжкам, находящийся у него до полного износа и применяемый во вспомогательных производствах.

Метод расчета по нормам расхода используется для определения количества инструмента данного типоразмера, расходуемого (изнашиваемого) при обработке одной детали или изделия. Для удобства расчета часто норму расхода инструмента определяют на 100 или 1000 ед. деталей (изделий).

При всех внешних различиях в способах оценки необходимого количества инструмента основная идея рассматриваемых методов предполагает гарантированное оснащение рабочих мест необходимым объемом средств без учета индивидуальных особенностей состояния его конкретного экземпляра, вызванного

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 18-08-00488а.

механическими характеристиками протягиваемого изделия, условиями использования инструмента, восстановления его ресурса и пр. В этом случае имеет место минимизация рисков срыва производственных планов при изготовлении изделий, однако такой подход сопровождается необоснованным превышением затрат и соответствующим снижением конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Поэтому современное машиностроительное производство, реализующее концептуальные положения «Бережливого производства» [3] развивается в направлении всестороннего устранения потерь, к которым относятся, в том числе: перепроизводство продукции, избыток запасов, производственные задержки и пр.

Полное использование остаточных ресурсов существующего состава протяжного инструмента (по номенклатуре и объему) на основе прослеживания его индивидуальных характеристик [4], при соответствующем сокращении числа вновь изготавливаемого инструмента рассматривается в качестве важного условия повышения экономической эффективности при изготовлении изделий.

В связи с вышеизложенными особенностями протяжного инструмента задача оперативного прослеживания состояния протяжного инструмента в производстве авиационных двигателей является актуальной.

Анализ предмета исследований

Под прослеживаемостью движения продукции [5] будем понимать организацию комплекса мероприятий, при которых информация о характеристиках и истории изделий в процессах разработки, производства, эксплуатации, капитального ремонта и утилизации последовательно документируется, хранится, предоставляется всем заинтересованным пользователям с необходимым уровнем полноты, актуальности и достоверности.

На этапе *разработки* продукции создаются условия по прослеживанию требований к продукции и связанных с ними полученных значений конструктивных характеристик и результатов предварительных испытаний, что обеспечивает соответствие продукции установленным обязательным и дополнительным требованиям.

На этапе *производства* реализация прослеживания характеристик материалов, заготовок, полуфабрикатов, бракованной и товарной продукции, а также средств технологического обеспечения (инструмент, средства измерений и пр.), документации, упаковки — важное условие управления качеством и сокращения издержек производства.

Материальные объекты-носители данных в процессах прослеживаемости — изделия, сопровождающая их документация и упаковка. Для выделения изделия из множества ему подобным формируется уникальный идентификатор, который наносится либо на изделие, либо на его идентификационную табличку (шильдик). Уникальный идентификатор

включает состав данных, которые практически не изменяются в производственных процессах.

Для выполнения необходимых операций с изделиями [6] оформляются соответствующие документы, например: сопроводительная карта заказа на подготовку и изготовление изделия, операционные карты, ведомость материалов, ведомость удельных норм расхода материалов и пр. Такие документы также содержат сведения и о достигнутых результатах — временных, ресурсных, качества и пр., характеризующих текущее состояние изделий. В конечном итоге, это составляет основу для реализации мероприятий по обеспечению целевых показателей, в том числе себестоимости, качества и сроков изготовления продукции, а также организации барьера по противодействию обороту фальсифицированных, контрафактных или сомнительных изделий.

В то же время рассмотренные документы представляют вторичный источник данных, процесс их формирования сопровождается слабо-контролируемыми человеческими ошибками. Поэтому задачу повышения актуальности, достоверности и полноты сведений о техническом состоянии изделий необходимо решать в рамках автоматизации сбора данных непосредственно в производственных процессах изделий.

Методические основы оперативной организации сбора данных об изделиях в производственных процессах

Для оперативного сбора данных в технологических процессах прослеживания состояний изделий, предлагается реализовать следующие основные принципы:

- однозначная идентификация изделия/инструмента машиночитываемыми метками;
- регламентация процедур сбора данных об изделиях/инструментах посредством применения электронных заданий с последующей регистрацией факта выполнения, заверенного подписью исполнителя и контролем по заданным показателям (временные, качественные, объемные и пр.);
- сбор данных полностью в «цифровой» модели за счет комплексного использования информационных технологий: мобильных устройств/терминалов, баз данных, беспроводных коммуникаций и пр.;
- организация сквозного процесса сбора данных в реальном времени и автоматизированном режиме на участках подготовки протяжного инструмента, протяжки пазов турбинных дисков и в бюро технического контроля;
- обработка собранных данных о текущем и прогнозном состоянии ресурсов протяжного инструмента, их визуализацию в интересах поддержки принятия решений по организации его воспроизводства.

Полноценное решение задачи сбора полных, достоверных и актуальных данных о состоянии изделий/инструмента предполагает построение автоматизированных процессов, ориентированных в своей информационно-программной реализации на связанное использование сущностей: «Регламент», «Ра-

бота» («Деятельность»), «Результат», «Ресурс» [7]. Единица учета — «регламентированная работа» — задание, которое формируется и выдается на терминал исполнителя, выполняющего заданную работу непосредственно с изделиями в определенном порядке и временном интервале с формированием отчета по результатам ее завершения. Только в таком случае гарантируется согласованность и в конечном итоге эффективность участников деятельности. Исполнитель не может не реагировать на задание, так как оно постоянно (пока исполнитель не отметит факт выполнения и достоверность отправленных данных) присутствует на его терминале и находится под контролем лица, выдавшего данное задание.

Задание (связка «Регламент» — «Работа») информационно связано с объектом, над которым выполняется работа, значит с ее «Результатом». Объект имеет машиносчитываемую маркировку и исполнитель должен распознать его средствами автоматической идентификации, поэтому невозможно зарегистрировать факт выполнения задания, не имея перед собой именно тот объект, который указан в задании. Задание (как связка «Регламент» — «Работа» — «Результат») включает атрибутику, отображающую ресурсообеспеченность выполненной работы. Данная атрибутика задания обязательна для заполнения, поэтому исполнитель не может выполнить задание, не зарегистрировав в системе данные о ресурсообеспеченности работы (кадровой, материальной, финансовой). Предлагаемый подход обеспечивает однозначную связь между указанными сущностями, что снижает влияние «человеческого фактора» и повышает качество собираемой информации о состоянии изделий, ассоциированных с ними процессах и внешней среде.

Таким образом, получение и передача актуальных, достоверных и полных данных о техническом состоянии изделий предполагает создание информационных систем нового поколения, включающих согласованно функционирующие стационарную и мобильную части и поддерживающих деятельность персонала непосредственно в производственных процессах с изделиями и реальном времени.

Автоматизированная технология для оперативного прослеживания состояния сложно-профильного режущего инструмента и управления его воспроизводством

Элементы разработанной технологии [8] предполагают использование двух типов автоматизированных рабочих мест (АРМ) — «Диспетчер» и «Исполнитель», объединенных единым информационным пространством, установленных на соответствующих участках производственного цикла и реализующих заданные функции (рис. 1).

Автоматизированный процесс начинается в плановом отделе инструментального производства (АРМ ИНО), где на основе сведений о текущем состоянии существующего фонда протяжного инструмента и плана производства новых авиационных двигателей принимаются решения об открытии заказов на его воспроизводство. По мере изготовления инструмента (АРМ 20) готовые экземпляры описываются в необходимом объеме, регистрируются в базе данных и направляются на маркирование штрих-кодом (ШК). При поступлении задания на мобильный терминал (РМ «Маркировщик») исполнитель последовательно выполняет следующие операции: передача на лазерный станок образа ШК, маркирование инструмента, контрольное считывание ШК встроенной камерой терминала и передача результатов на АРМ 20. Маркированная ШК протяжка направляется в инструментально-раздаточную кладовую (ИРК). Для организации последующего производственного процесса исполнители (АРМ ИРКХХ) формируют ведомости протягивания дисков, задания по учету используемого протяжного инструмента и их передачу на мобильные терминалы. По завершении процесса протягивания дисков используемые протяжки передаются на участок переточки, где организуется учет хранимых протяжек, а также операций их переточки с фиксированием результатов на мобильном терминале.

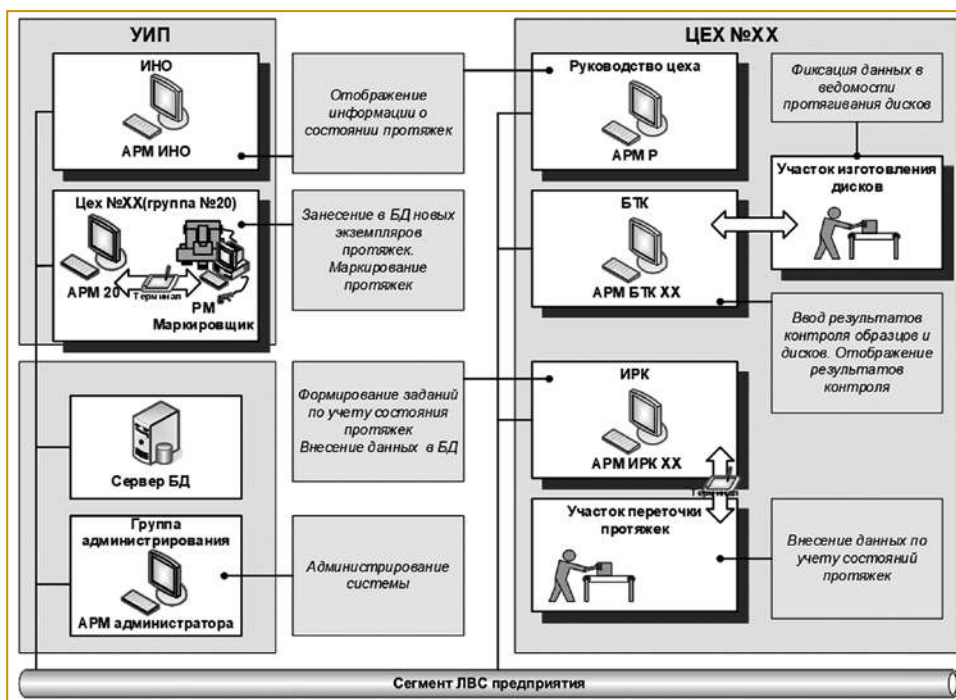


Рис. 1. Структурно-функциональная схема производственного процесса

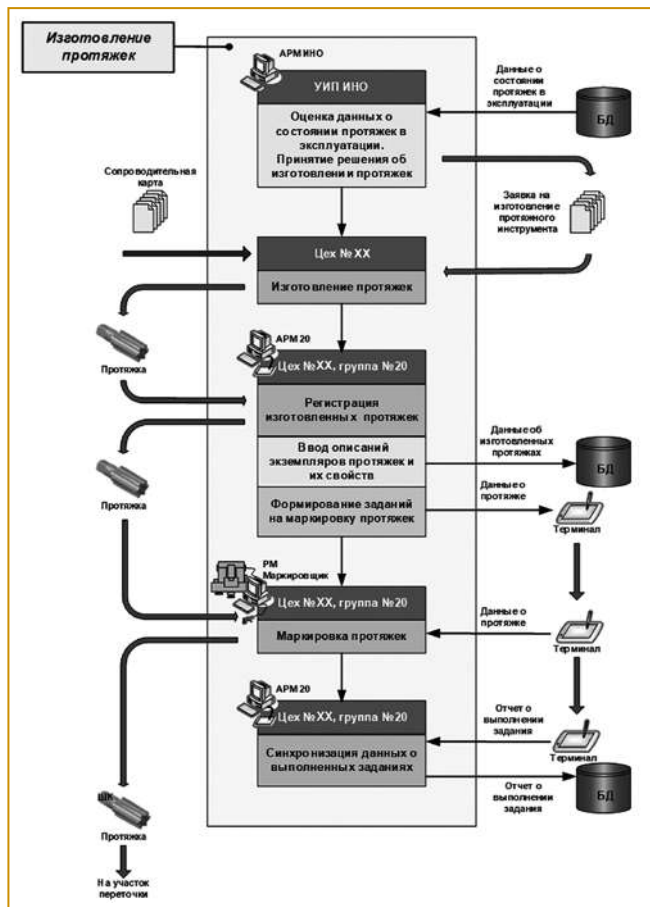


Рис. 2. Автоматизированная технология. Изготовление и маркирование протяжек

Регистрация операций протягивания дисков, выполняемых на участке протяжки дисков, производится на АРМ БТКХХ в процессе ввода результатов контроля диска

Полученные сведения по организации эксплуатации протяжного инструмента отображаются руководству (АРМ Р) для поддержки принятия решений по материально-техническому обеспечению производства.

Группа администрирования (АРМ А) выполняет необходимые функции для поддержания работоспособного состояния рассмотренной системы.

Фрагменты автоматизированной технологии сбора данных о состоянии протяжного инструмента на производственных участках с использованием ШК представлены на рис. 2, 3.

Высокая эффективность разработанной автоматизированной технологии определяется широким использованием новых программно-технических решений, прежде всего:

- нанесение индивидуального ШК непосредственно на поверхность протяжного инструмента;
- использование мобильных терминалов для идентификации ШК в производственных процессах на рабочих местах исполнителей
- организация работы терминальных устройств в управляемом режиме по полученным заданиям.

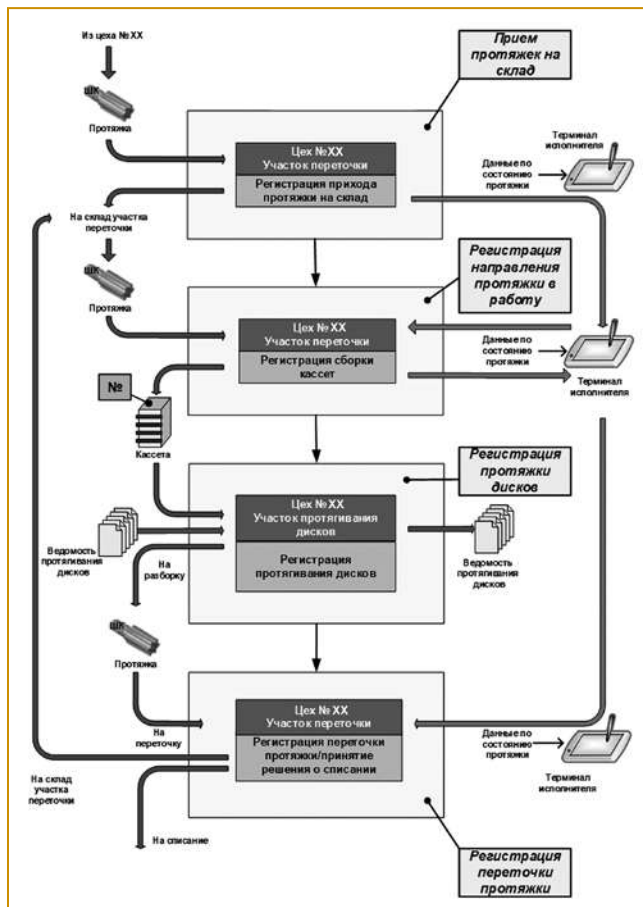


Рис. 3. Автоматизированная технология. Протягивание дисков, учет состояния протяжного инструмента

Автоматизированная технология нанесения ШК маркировки на поверхность протяжного инструмента методом лазерной гравировки

Производимый в инструментальном производстве протяжной инструмент имеет ряд специфических особенностей, к которым следует отнести высокую твердость применяемых материалов, переменный состав комбинаций элементов профиля, включающий плоские, конические, цилиндрические поверхности различного размера, проточки, пазы и т.д. Внешние условия, в которых функционирует инструмент, диктуются технологическими особенностями производственных процессов, к которым относятся: применение смазочно-охлаждающих средств, переменность освещения рабочих мест, сложность визуального доступа к ШК и пр. В таких условиях наиболее предпочтительным методом прямого нанесения ШК на поверхность металлических изделий является технология лазерной гравировки. Лазерная технология гравировки использует излучение, у которого регулируется диаметр сфокусированного луча и его мощность. Установкой этих параметров можно воздействовать лишь на поверхностный слой обрабатываемого предмета. Нанесение изображения происходит двумя способами:

- за счет нагрева верхней части поверхности до состояния плавления; в процессе последующего охлаж-



Рис. 4. Фрагмент технологического процесса нанесения ШК и его внешний вид: а) фрагмент процесса маркирования, в) внешний вид ШК на изделии

дения происходит изменение ее цвета. Контрастом внешнего вида обработанной и необработанной лазерным лучом поверхности создается изображение на предмете;

- посредством выжигания поверхностного слоя в процессе испарения материала с последующим изменением рельефа поверхности. Мощностью луча можно регулировать глубину снимаемой части поверхности, тем самым изменяя рельефность изображения.

Важными преимуществами лазерной технологии применительно к рассматриваемой задаче являются:

- высокая разрешающая способность получаемого изображения, позволяющая выполнить ШК в небольших (порядка 5*5 мм) габаритных размерах, что уменьшает влияние кривизны маркируемых поверхностей и форм — фактора изделий на надежность их идентификации;

- легкая адаптация к работе в автоматизируемом режиме, что позволяет создавать профили типов инструмента, учитывающие важные факторы: вид материала, форм фактор, методы обработки поверхностей и пр. для последующего управления режимами работы станка без его перенастройки при смене маркируемых изделий;

- возможность повторного маркирования изделий в случае технологических сбоев или ошибок персонала с удалением ошибочного изображения.

- повышение контраста изображения ШК за счет предварительной подготовки поверхности.

Фрагмент типового процесса маркирования изделий и вид изделия с ШК приведен на рис. 4 а, б. Типовой состав комплекса (рис. 5) включает АРМ «Диспетчер» и АРМ «Терминал» (исполнитель). По мере изготовления новых протяжек диспетчер формирует соответствующие задания на нанесение ШК и отправляет исполнителю, который их транслирует на лазерный комплекс, далее считывает полученный ШК и отчитывается перед диспетчером. Высокая степень автоматизации реализованного алгоритма практически исключает вероятность субъективных ошибок.

Автоматизированная технология идентификации ШК в производственных процессах на рабочих местах исполнителей за счет использования мобильных терминалов

Для автоматизации процесса оперативного учета остаточного ресурса протяжного инструмента на производственных участках переточки протяжек и протягивания дисков (рис. 3) были использованы мобильные устройства типа планшет. К важным особенностям разработанного программного обеспечения относятся:

- уникальные библиотеки распознавания ШК инструмента в условиях слабого контраста с его поверхностью, а также минимальных размеров;

- высокая степень автоматизации процессов сбора данных за счет использования задание циклического типа на проведение определенного вида работ (учет протягивания диска, учет переточки протяжки) с некоторым перечнем изделий, автоматического увеличения числа протянутых протяжкой дисков/числа переточек данной протяжки по факту считывания ШК, информационного обмена с соответствующим АРМ, что



Рис. 5. Состав комплекса маркировки изделий



Рис. 6. Использование терминала для регистрации состояния протяжки

позволяет минимизировать влияние “человеческого” фактора.

Полученные данные позволяют оперативно учитывать остаточный ресурс протяжного инструмента и увязывать с протянутыми дисками.

В настоящее время система цифровой идентификации применяется в ПК “Салют” АО “ОДК” только на протяжном инструменте. Однако, планируется расширение сферы ее применения. Так, в рамках создания на базе “Салюта” центра компетенции по производству шестерен она будет применяться для работы с широкой номенклатурой зуборезного инструмента. Еще одна перспективная задача, стоящая на повестке дня, — внедрение системы в филиале АО “ОДК” “ОМО им. П. И. Баранова”.

На рис. 6 показано использование терминала для регистрации состояния протяжки, на рис. 7 — пример экранной формы.

Автоматизированная технология создания программных приложений для сбора данных об изделиях

Для продуцирования пользовательских приложений для оперативного прослеживания состояния сложно-профильного режущего инструмента была использована программно-технологическая платформа (ПТП) «Цифровой двойник» [9]. Технологический процесс формирования программных пользовательских приложений осуществляется путем настройки компонентов ПТП «Цифровой двойник» на предметную область без прикладного программирования, что позволяет существенно сократить сроки их создания и включает следующие этапы:

1) проектирование прикладного приложения заказчика на основе данных предметной области;

2) реализацию прикладного приложения заказчика в соответствии с типовым алгоритмом настройки модулей системы (рис. 8) и использованием предлагаемых инструментов.

ПТП «Цифровой двойник» позволяет создавать как отдельные пользовательские модули, так и совокупность программно-аппаратных модулей, функционирующих на базе локальных сетей персональных компьютеров, средств машиночитываемой ШК или радиочастотной маркировки изделий, документации и упаковки, мобильных устройств, автоматизированных средств измерений и беспроводных коммуникаций.

Заключение

Проведен анализ существующей системы прослеживания параметров технического состояния сложно-профильного режущего инструмента в производственных процессах и определены пути повышения их актуальности, полноты и достоверности за счет организации сбора данных непосредственно при проведении соответствующих работ.

Предложены новые подходы к построению автоматизированных процессов сбора полных, достоверных и актуальных данных о состоянии сложно-профильного режущего инструмента за счет их ориентации в своей информационно-программной реализации на связанное использование сущностей «Регламент», «Работа», «Результат», «Ресурс». В конечном итоге это обеспечит реализацию следующих положений: расширение состава собираемых данных

Чертёжный номер	Наименование типа...	Изделие	В эксплуатации	Норматив	Атрибуты	Ставок	Место эксплуатации
6177-1859	Протяжка	99	8		2. Износ > 85 %	горизонтально-про...	АО НПП Газтурбостр...
6177-1860	Протяжка	99	5		2. Износ > 85 %	горизонтально-про...	АО НПП Газтурбостр...
6177-1861	Протяжка	99	6		2. Износ > 85 %	горизонтально-про...	АО НПП Газтурбостр...
6177-1864	Протяжка	99	4		2. Износ > 85 %	горизонтально-про...	АО НПП Газтурбостр...
6177-3172	Протяжка	99	10		3. Износ > 85 %	горизонтально-про...	АО НПП Газтурбостр...
6177-3309	Протяжка		0	10			АО НПП Газтурбостр...
6177-3313	Протяжка		0	3			АО НПП Газтурбостр...
6177-3317	Протяжка		0	3			АО НПП Газтурбостр...
6177-3713	Протяжка		0	10			АО НПП Газтурбостр...
6177-3757	Протяжка		0	3			АО НПП Газтурбостр...
6177-3758	Протяжка		0	3			АО НПП Газтурбостр...
6177-3774	Протяжка		0	4	hoffman		АО НПП Газтурбостр...
6177-3983	Протяжка	99	16		3. Износ > 85 %	горизонтально-про...	АО НПП Газтурбостр...
6177-3984	Протяжка	99	10		4. Δ критический	горизонтально-про...	АО НПП Газтурбостр...
6177-4119	Протяжка	99	13		6. Δ критический	hoffman	АО НПП Газтурбостр...

Серийный номер	Чертёжный номер	Состояние	Кол-во протянуты...	Кол-во переточек	Кол-во дисков, нак...	Износ	Место эксплуатации
NR10, 06.18	6177-4119	Переточка	4	5		4 0,047, Δ норма	АО НПП Газтурбостр...
NR12, 06.18	6177-4119	Переточка	3	3		4 0,065, Δ норма	АО НПП Газтурбостр...
NR14, 06.18	6177-4119	Переточка	4	5		4	АО НПП Газтурбостр...
NR15, 06.18	6177-4119	Переточка	18	21		4 0,015, Δ критический	АО НПП Газтурбостр...
NR17, 06.18	6177-4119	Проточен диск	3	3		4 0,026, Δ критический	АО НПП Газтурбостр...
NR18, 06.18	6177-4119	Переточка	4	4		4 0,049, Δ норма	АО НПП Газтурбостр...
NR21, 06.18	6177-4119	Переточка	4	3		4 0,049, Δ норма	АО НПП Газтурбостр...
NR22, 06.18	6177-4119	Проточен диск	4	3		4	АО НПП Газтурбостр...
NR23, 06.18	6177-4119	Переточка	2	2		4 0,049, Δ норма	АО НПП Газтурбостр...
NR24, 09.18	6177-4119	Переточка	3	3		4	АО НПП Газтурбостр...
NR25, 06.18	6177-4119	Переточка	3	2		4 0,049, Δ норма	АО НПП Газтурбостр...
NR28, 06.18	6177-4119	Проточен диск	1	0		4 0,000, Δ критический	АО НПП Газтурбостр...
NR9, 06.18	6177-4119	Переточка	3	4		4 0,030, Δ допустимо	АО НПП Газтурбостр...
6177-4158	Протяжка	99	4			4. Δ критический	горизонтально-про...

Рис. 7. Отображение текущего состояния протяжного инструмента

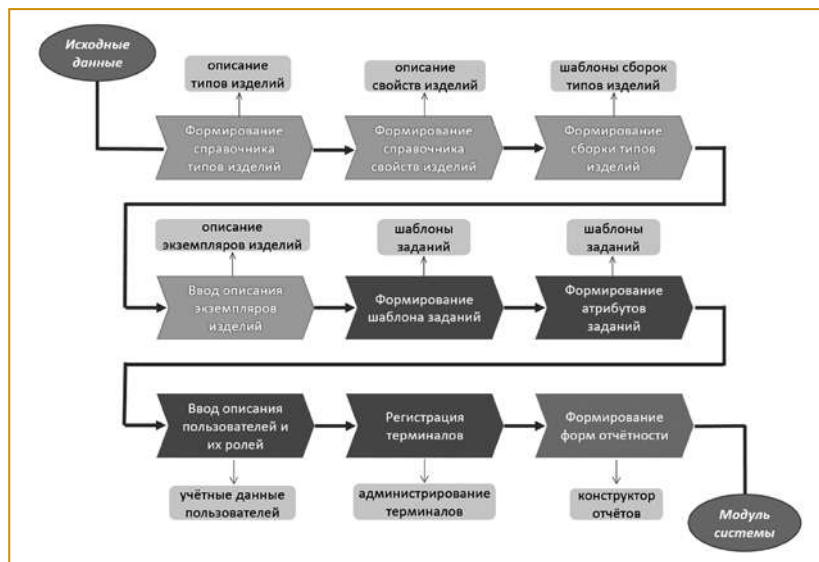


Рис. 8. Типовой алгоритм настройки модулей системы

за счет интеграции характеристик изделий, ассоциированных с ними процессов и внешней среды, совмещение процесса сбора данных с проводимыми производственными операциями и объединение в едином цикле процессов сбора данных и расчета необходимых показателей.

С использованием инструментов ПТФ «Цифровой двойник» разработан программно-технический комплекс прослеживания параметров технического состояния сложно-профильного режущего инструмента в производственных процессах.

Разработанные программно-алгоритмические решения обеспечивают повышение эффективности производственных процессов за счет более полного использования остаточного ресурса сложно-профильного режущего инструмента, в частности, улучшения следующих частных показателей:

- по среднему сроку службы — до 18%;
- по коэффициенту использования располагаемого ресурса — в среднем до 26%.

Буряк Юрий Иванович — д-р техн. наук, начальник подразделения ФГУП «Гос НИИ Авиационных систем». Контактный телефон 8(499) 157-93-25. E-mail: buryak@gosniias.ru

Список литературы

1. Братухин А.Г., Язов Г.К., Карасев Б.Е., Елисеев Ю.С., Крымов В.В., Нежурич И.П. Современные технологии в производстве газотурбинных двигателей. Под ред. А.Г. Братухина, Г.К. Язова, Б.Е. Карасева. М.: «Машиностроение». 1997. 408 с.
2. Организация и планирование машиностроительного производства. Под ред. Ю. В. Скворцова, Л. А. Некрасова. М. 2003.
3. ГОСТ Р 56020-2014 «Бережливое производство. Основные положения и словарь» М.: Стандартинформ, 2014.
4. Буряк Ю. И., Скрынников А.А. Алгоритмы оптимального распределения ресурсов в задаче планирования и изготовления протяжного инструмента для производства авиационных двигателей // Мехатроника, автоматизация, управление. 2016. Т17. №12. С.853 - 858.
5. ГОСТ Р 58636-2019. Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Прослеживаемость оборота продукции. Общие требования. Введение. 2020-03-01. М.: Стандартинформ. 2019. 20 с.
6. ГОСТ 3.1102-2011. Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. Общие положения. Введение. 2012-01-01. М.: Стандартинформ. 2011.
7. Буряк Ю.И. Обеспечение безопасности поставок и эксплуатации промышленной продукции за счет организации непрерывного мониторинга их технических характеристик // Автоматизация в промышленности. 2009. № 12. С. 7 - 11.
8. Программный комплекс «Континуум» Система идентификации и прослеживания состояния сложнопрофильной продукции машиностроительного предприятия [Электронный ресурс]. ФГУП «ГосНИИАС». URL: <http://www.gosniias.ru/pages/27/pres-niias-saliut.pdf> (дата обращения: 20.05.2020).
9. Программно-технологическая платформа «Цифровой двойник» [Электронный ресурс]. ФГУП «ГосНИИАС». URL: <http://www.gosniias.ru/pages/27/cd.pdf> (дата обращения: 20.05.2020).

Новый мобильный компьютер PDA Memog™ К

Компьютер Memog К сочетает тонкий дизайн и чрезвычайно прочную сборку, выдерживает падение с высоты 1,2 м на бетонную поверхность и соответствует классу защиты IP54 от попадания влаги и пыли. Предварительно заряженный с использованием док-станции аккумулятор ёмкостью 3800 мА·ч готов к быстрой установке и 12 ч непрерывной работы.

Memog К имеет быстрый и надежный сканирующий модуль, который читает 1D и 2D-коды с любых поверхностей. Процессор с частотой 2,2 ГГц и 3 ГБ памяти обеспечивают высокую вычислительную мощность, что позволяет одновременно запускать несколько приложений. Устройство

имеет эргономичный дизайн, большой 4-дюймовый сенсорный дисплей и мягкую резиновую клавиатуру с подсветкой.

Мобильный компьютер Memog К работает под управлением ОС Android™ 9 и имеет последнюю сертификацию GMS, что обеспечивает пользователю удобство работы на современном уровне при сохранении безопасности и стабильности устройства. Мощные Wi-Fi коммуникации (включаясь АС стандарт) позволяют пользователю осуществлять быструю загрузку и выгрузку данных, а подключение USB-C гарантирует быструю передачу данных и высокую скорость зарядки.

[Http:// www.datalogic.com](http://www.datalogic.com)