

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ СТАНКОВ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА ОБОРУДОВАНИЯ

Игнатьев А.А., Добряков В.А., Игнатьев С.А.

*Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А., г. Саратов*

Ключевые слова: восстановление высокоточных станков, экспертная система, мониторинг технологического процесса, база знаний, алгоритм поиска неисправности.

Аннотация. Рассматриваются вопросы повышения эффективности ремонтно-восстановительных мероприятий на основе применения экспертной системы, функционирующей в рамках системы мониторинга при производстве высокоточных деталей.

Задача восстановления автоматизированных станков в условиях эксплуатации является трудно формализуемой, поэтому в качестве альтернативного подхода, базирующегося на опыте и знаниях, разрабатываются экспертные системы (ЭС) [1-3]. В большинстве случаев такие экспертные системы являются специализированными, ориентированными на рассматриваемый объект и дают решение той конкретной задачи, для которой они разработаны. ЭС позволяет использовать для решения производственных задач возможности современной вычислительной техники для создания специализированного алгоритмического и программного обеспечения, моделирующего деятельность человека при экспертизе, представлении знаний и формировании выводов и вариантов решений рассматриваемой задачи. Примером такой задачи может служить организация эффективной работы станков с использованием системы мониторинга при производстве высокоточных деталей [3, 4].

Типичная структура ЭС представлена во многих работах и обычно включает базу знаний (БЗ) и ряд подсистем: общения, объяснения, принятия решения, накопления знаний. Через подсистему общения с ЭС связаны, по крайней мере, три специалиста:

- эксперт – высококвалифицированный специалист, который в процессе общения с системой передаёт ей свои знания по решаемой частной задаче, а также общепринятые факты и правила вывода;

- инженер по знаниям, знакомый с принципами построения ЭС и умеющий работать с экспертами в данной области, владеющий специальными языками описания знаний; в процессе общения с системой он выступает в качестве посредника между системой и экспертом, помогая ему закодировать знания и проверять работу ЭС;

- пользователь – представитель производственного персонала, обращающийся к ЭС за советом по своей конкретной задаче, сообщая системе имеющиеся в его распоряжении данные о её состоянии, и желающий получить рекомендации по решению возникшей задачи.

Формирование базы знаний и других элементов ЭС не является статическим процессом, при котором определенный круг экспертов передает свои знания в ЭС. На практике БЗ должна непрерывно пополняться за счет углубленного изучения станков и анализа процесса их функционирования другими экспертами, дополнения новыми производственными правилами, уточнения ранее заложенных правил и исправления ошибочных, то есть построение ЭС является динамическим процессом, развивающимся по мере обновления и накопления знаний и опыта пользователей. Реальная ЭС является инструментом для приобретения знаний, преобразования их в форму, доступную обслуживающему станки персоналу, поддерживающим принятие решения при их восстановлении или корректировке технологического процесса.

Наличие в ЭС производственной модели в виде комплекса производственных правил типа «если..., то...» значительно сокращает срок обучения персонала, так как правила можно рассматривать как инструкции для оператора или наладчика для принятия решения, например при управлении технологическим процессом и восстановлении технологического оборудования при функциональных или параметрических отказах.

С практической точки зрения достаточно актуальным является применение ЭС при ремонтно-восстановительных работах на станках. Снижение уровня квалификации обслуживающего персонала (операторов и наладчиков) в последние годы привело к снижению эффективности эксплуатации автоматизированных станков, обусловленному увеличением времени поиска и устранения отказов. ЭС в этом случае необходима обслуживающему персоналу для обучения, то есть повышения квалификации, и выдачи рекомендаций для корректировки режима обработки или подналадки станков. Следует отметить, что ЭС целесообразно использовать как для станков с большим сроком эксплуатации, так и для современного оборудования. В этом случае ЭС используется как автономная, но более перспективным является встраивание ЭС в программное обеспечение отечественных станков, как это реализовано в определенной степени для токарных модулей типа ТПАРМ и круглошлифовальных станков SWaAGL-50 [3, 4].

Одним из факторов, влияющих на качество обработки высокоточных деталей, является динамическое состояние станков [4]. При повышении уровня вибраций основных формообразующих узлов станков снижается качество обработки, что требует проведения работ по поиску и устранению неисправности. На рисунке представлен фрагмент алгоритма поиска неисправности на станке SWaAGL-50 [5].

Для того чтобы достаточно эффективно использовать информацию в задаче контроля динамического качества станков, необходимо состыковать её с БЗ и представить в форме, удобной для использования в программе компьютера. Рассмотрим фрагмент формирования производственных правил (рис. 1) при анализе работоспособности круглошлифовального станка SWaAGL-50:

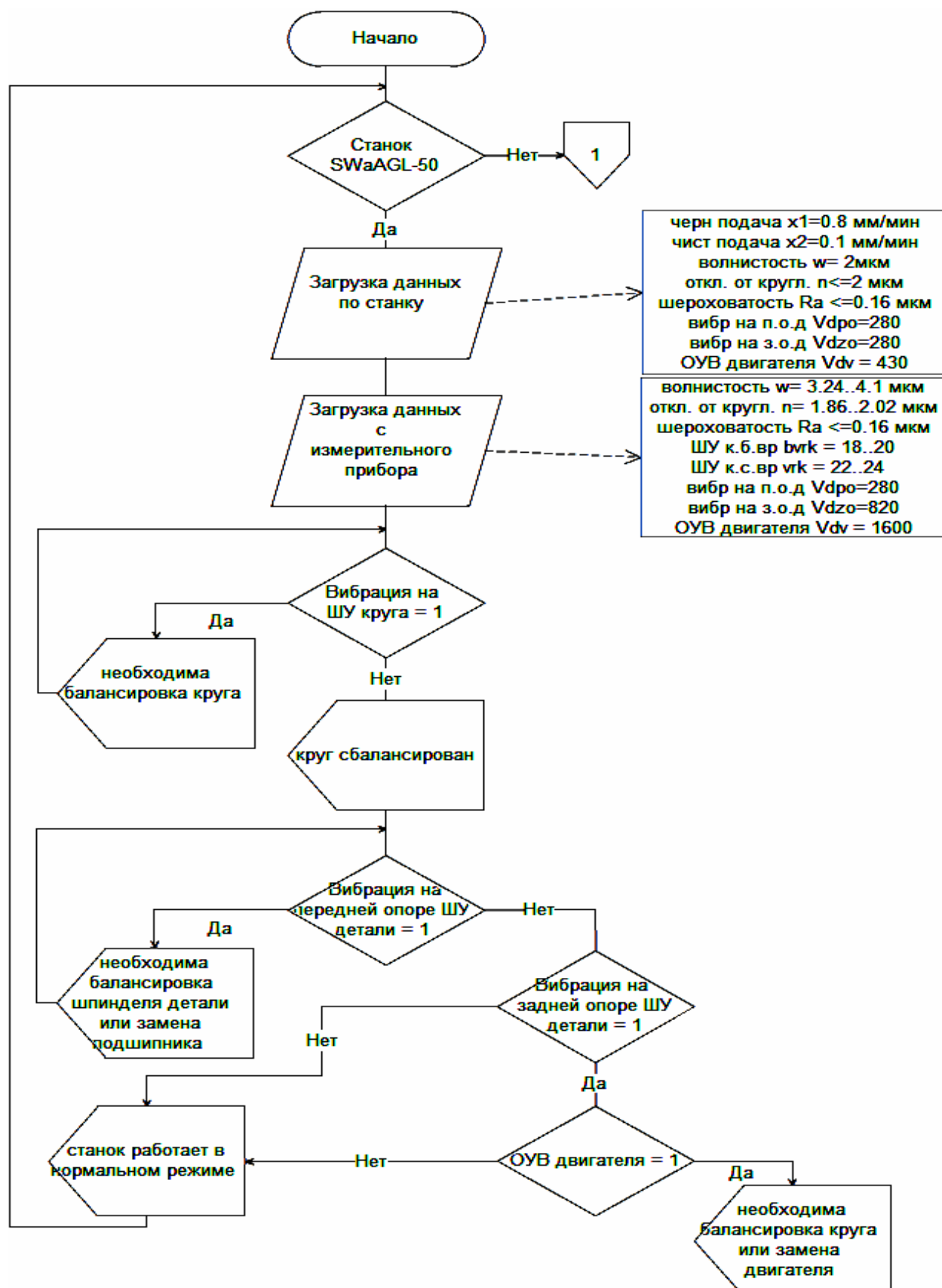


Рис. 1. Фрагмент алгоритма поиска неисправности при контроле динамического состояния станка (ШУ – шпиндельный узел, ОУВ – общий уровень вибраций, отн. ед.)

Правило 1: Если «Измеряемый параметр – Вибрация на ШУ круга – недопустимое», то «Заключение= Необходима балансировка круга».

Правило 2: Если «Измеряемый параметр – Вибрация на ШУ круга – допустимое» и «Вибрация на передней опоре ШУ детали – недопустимое», то «Заключение = Необходима балансировка шпинделя детали или замена подшипника».

Правило 3: Если «Измеряемый параметр – Вибрация на ШУ круга – допустимое» и «Вибрация на передней опоре ШУ детали – допустимое» и «Измеряемый параметр – Вибрация на задней опоре ШУ детали – недопустимое» и «Измеряемый параметр – ОУВ двигателя – недопустимое», то «Заключение=Необходима замена двигателя».

В БЗ входят порядка 100 продукционных правил. Применение ЭС в производственных условиях позволяет обслуживающему персоналу оперативно выявить неисправность шлифовальных станков, что существенно снижает время поиска неисправностей (в 2...5 раз) и повышает коэффициент готовности станков.

Таким образом, эффективность применения ЭС в автоматизированных станках обусловлена следующим:

во-первых, реализуется возможность решения плохо формализуемых задач диагностирования и назначения режима резания с привлечением специально разработанного математического аппарата;

во-вторых, ориентация ЭС на их использование широким кругом специалистов производства (конечных пользователей) различного уровня, общение с которыми происходит в диалоговом режиме с использованием понятной им терминологии конкретной предметной области;

в-третьих, применение ЭС позволяет повысить эффективность решений, принимаемых конечными пользователями, за счёт аккумуляции в системе знаний экспертов и, следовательно, повысить эффективность функционирования технологического оборудования.

Список литературы

1. Искусственный интеллект: применение в интегрированных производственных системах / под ред. Э. Кьюсак; пер. с англ. А.П. Фомина. М.: Машиностроение, 1991. 544 с.
2. Игнатьев А.А., Самойлова Е.М., Игнатьев С.А. Интеллектуализация мониторинга технологического процесса производства деталей точного машиностроения. Саратов: СГТУ, 2013. 119 с.
3. Игнатьев А.А., Козлова Т.Д., Самойлова Е.М. Экспертная система поддержки процесса диагностирования автоматических станочных модулей. Саратов: СГТУ, 2015. 104 с.
4. Игнатьев С.А., Горбунов В.В., Игнатьев А.А. Мониторинг технологического процесса как элемент системы управления качеством продукции. Саратов: СГТУ, 2009. 160 с.
5. Каракозова А.В., Игнатьев А.А. Формирование продукционных правил базы знаний экспертной системы при контроле динамического состояния шлифовальных станков // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении: сб. научн. тр. Саратов: СГТУ, 2015. С. 47-50.

Сведения об авторах:

Игнатьев Александр Анатольевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры "Технология и системы управления в машиностроении" (ТСУ), СГТУ, г.Саратов;
Добряков Владимир Анатольевич – к.т.н., доцент кафедры ТСУ, СГТУ, г.Саратов;
Игнатьев Станислав Александрович – д.т.н., профессор кафедры ТСУ, СГТУ, г.Саратов.

INCREASE IN EFFICIENCY OF RESTORATION OF HIGH-PRECISION MACHINES ON THE BASIS OF THE EXPERT SYSTEM BY RESULTS OF MONITORING OF THE EQUIPMENT

Ignatyev A.A., Dobryakov V.A., Ignatyev S.A.

Keywords: restoration of high-precision machines, expert system, monitoring of technological process, knowledge base, troubleshooting algorithm.

Abstract. Questions of increase in efficiency of repair recovery actions on the basis of application of the expert system functioning within the system of monitoring by production of high-precision details are considered

References

1. Artificial intelligence: application in the integrated production systems / under the editorship of E. Cusack; the lane from English A.P. Fomin. M.: Mechanical engineering, 1991. 544 p.
2. Ignatyev A.A., Samoylova E.M., Ignatieff S.A. Intellectualization of monitoring of technological process of production of details of exact mechanical engineering. Saratov: SGTU, 2013. 119 p.
3. Ignatyev A.A., Kozlova T. D., Samoylova E.M. Expert system of support of process of diagnosing of automatic machine modules. Saratov: SGTU, 2015. 104 p.
4. Ignatyev S.A., Gorbunov V.V., Ignatyev A.A. Monitoring of technological process as element of a control system of quality of products. Saratov: SGTU, 2009. 160 p.
5. Karakozova A.V., Ignatyev A.A. Formation of productional rules of the knowledge base of an expert system at control dynamic from standing of grinders // Automation and management in machine and instrument making: collection of proceedings. Saratov: SGTU, 2015. Page 47-50.