

УДК 621.77.016:62178.061

DOI: 10.30987/1999-8775-2021-1-19-27

В.А. Логвин, Т.В. Карлова

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ РАБОТЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО УЧАСТКА ПО УПРОЧНЕНИЮ ИНСТРУМЕНТОВ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ

Рассматриваются вопросы повышения эффективности и качества управления разработанными технологическими процессами на основе контроля и оценки параметров качества этапов обработки инструментов различной конфигурации в плазмогенераторе тлеющего разряда. Разработанный алгоритм моделирования при создании автоматизированной системы контроля и управления эффективностью и качеством работы инструментального участка по упрочнению широкой номенклатуры инстру-

ментов различной конфигурации в плазмогенераторах тлеющего разряда с этапами, отличающимися по характеру воздействия плазмы, продолжительности и очередности их реализации позволил оптимизировать оснащение инструментального участка.

Ключевые слова: эффективность, качество, технологический процесс, управление, плазмогенератор, тлеющий разряд, автоматизированная технологическая среда.

V.A. Logvin, T.V. Karlova

AUTOMATED EFFECTIVENESS CONTROL SYSTEM OF TOOL HOUSE FOR TOOL STRENGTHENING IN GLOW DISCHARGE

The work purpose consists in the increase of effectiveness and quality in the engineering process control of the tool house ensuring strengthening a wide range of different tools and tool materials in plasma-generators of a glow discharge.

Investigation methods. The application of computer systems is for the simulation of real production object operation with the purpose of quality and effectiveness increase in these objects control as a method of investigations consisting in operation computer imitation of a tool house equipped with plasma-generators of a glow discharge both at separate stages of processing and in the course of the whole industrial process.

It will allow developing an optimum system of quality control of engineering processes for processing a wide range of tools with different profiles and tool materials in plasma-generators of a glow discharge. The essence of a modeling method consists in the development of such algorithms and programs which imitate the behavior of the tool house equipped with plasma-generators of a glow discharge its properties necessary for investigations, amount and field of technological parameter changes

Investigation results. Plasma formed in consequence of explosive emission has in its structure the whole essential spectrum of ions for the formation of specified physical-mechanical properties on working surfaces of tools under strengthening. It contributes to the formation of the essential structure of bombarding ion flow with the wide range of frequencies and energy. The state and value of the layer strengthened located under an oxide film and formed at the stage of previous working operations at manufacturing tools and their working parts. This layer is characterized with the

increased density of dislocations in depth and microcrack presence not only within grains but between them. The uniformity of force impact depending upon current strength stability in a discharge and voltage upon electrodes in the plasma-generator is to be adjusted at constant pressure by the rate of technological environment pumping through a plasma-generator.

Conclusions. The application of some quickly reset plasma-generators in tool production ensures work effectiveness increase of the tool house at the expense of optimization of tool machining in different engineering processes and with different time duration carrying out pre-production operations in the course of the plasma-generators operation and carrying out their charging from the automated area of waiting. The simulation algorithm developed at the formation of the automated system for control and management of effectiveness and quality in tool house work in different tool strengthening in plasma-generators of a glow discharge with stages different in character of plasma impact, duration and sequence of their realization allowed optimizing tool house equipment.

The development of the automated system for control and management of effectiveness and quality of the working operation of plasma-generators of a glow discharge allowed optimizing the formation of the stage sequence with quick-acting processes during processing tools with different shape ensuring the formation of specified properties in neighboring layers which meets the requirements of automated technological environment.

Key words: effectiveness, quality, engineering process, control, plasma-generator, glowing discharge, automated technological environment.

Введение

Одной из основных задач отечественного машиностроения является непрерывное повышение качества выпускаемых изделий при оптимизации затрат на их изготовление с целью обеспечения им как внешней, так и внутренней конкурентоспособности. На выбор стратегического направления развития машиностроительных производств существенное влияние оказывает обладание технологиями, обеспечивающими высокий уровень качества изготовления изделий. Наиболее перспективными в этом плане являются технологии, допускающие эффективное непрерывное управление на всех этапах производственного процесса при неуклонном росте автоматизации производства. Необходимость удовлетворения постоянно меняющегося спроса как на внутренних, так и на внешних рынках без перепроизводства оказывает негативное влияние на ритмичность реализации производственного процесса. Выполнение в полном объёме импортозамещения надёжными и эффективными в течение всего жизненного цикла изделиями является одной из ключевых задач отечественного машиностроения.

Изучение поведения реальных объектов в плазмогенераторе тлеющего разряда при помощи компьютерных технологий для облегчения выполнения анализа и оценки очерёдности и продолжительности по смене этапов обработки инструментов необходимо для повышения эффективности его функционирования. Система управления эффективностью и качеством технологических процессов на инструментальном участке по упрочнению инструментов в плазмогенераторах тлеющего разряда позволяет проводить как аналитическое экспериментирование по быстропротекающим процессам в течение отдельных этапов обработки, так и осуществлять многоэтапную обработку с возможностью придания инструментам необходимых качеств. Исследования при помощи компьютерных систем позволяют оценивать условия при которых осуществляются процессы, связанные с обработкой широкой номенклатуры инструментов в

плазмогенераторе тлеющего разряда и провести оптимизацию по назначению последовательности этапов и их продолжительности для переменного силового воздействия плазмы. Создание модели системы управления как образа моделируемого объекта, оказывается предпочтительным для осуществления исследований, а также позволяет отражать интересующие исследователя физические свойства и характеристики реального объекта. Использование абстрактной модели облегчает проведения исследований и сокращает время на проведение натуральных экспериментов, что снижает материальные затраты и повышает их результативность.

Рациональное использование полученной информации при моделировании в области управления различными системами позволяет обеспечивать повышение достоверности и оптимальности принимаемых решений. Выполнение моделирования невозможно без объекта моделирования и модели на которой осуществляется исследование. Исследования реализуемые при помощи моделирования обеспечивают сокращение времени на ранжирование предполагаемых решений и расширение возможных альтернативных вариантов. Сфера решаемых задач при помощи компьютерного моделирования расширяется с ростом быстродействия и оперативной памяти компьютерных систем, с совершенствованием математического обеспечения и пополнением библиотек данных.

Технология разработки алгоритма моделирования при создании автоматизированной системы контроля и управления эффективностью и качеством работы производственной системы предполагает наличие реального объекта. В данной работе объектом моделирования является инструментальный участок по упрочнению широкой номенклатуры инструментов в плазмогенераторах тлеющего разряда с этапами, отличающимися как по характеру воздействия плазмы, так и по продолжительности и очерёдности их реализации.

Использование традиционных технологий не удовлетворяет в полной мере

требованиям по формированию необходимой структуры и физико-механических свойств в поверхностных слоях инструментальных материалов, что способствует разработке новых способов ионно-плазменной обработки, которые на практике оказываются более эффективным и экономически целесообразными [1-4]. Разработка оригинальных технологий, допускающих непрерывный мониторинг при формировании в поверхностном слое готовых к эксплуатации инструментов с необходимыми физико-механическими свойствами, при этом легко встраиваемых в автоматизированную технологическую среду, является злободневной проблемой отечественного инструментального производства. Таким образом, целью данной работы является повышение эффективности и качества управления технологическими про-

Методика исследования

Использование компьютерных систем для моделирования работы реальных производственных объектов с целью повышения эффективности и качества контроля при управлении ими как метода исследования, заключающегося в компьютерной имитации процесса функционирования инструментального участка, оснащённого плазмоденераторами тлеющего разряда как на отдельных этапах обработки, так и всего производственного процесса позволило разработать оптимальную систему контроля и управления качеством реализуемых технологических процессов. Особенность компьютерного моделирования, имитирующего работу инструментального участка по упрочнению инструментов с широкой номенклатурой, заключается в разработке программного обеспечения, при помощи которого реализуется эффективная загрузка плазмоденераторов, а также их технологические возможности и характеристики в достаточном для объективного исследования по составу параметров химического, энергетического и силового воздействия, и их областей изменения.

Имитационное моделирование уникально по своим возможностям, так как

цессами инструментального участка, обеспечивающими упрочнение широкой номенклатуры инструментов различной конфигурации и инструментальных материалов в плазмоденераторах тлеющего разряда.

Задачами настоящей работы являются:

- разработка оптимального оснащения инструментального участка плазмоденераторами тлеющего разряда;
- формирование последовательности этапов обработки инструментов с эффективной системой управления быстропротекающими в них процессами;
- формирование заданных свойств в приповерхностных слоях упрочняемых инструментов, удовлетворяющих условиям автоматизированной технологической среды.

позволяет проводить исследование систем любой сложности как по количеству внутренних и внешних связей, а также назначения с любой глубиной конкретизации. Основным ограничивающим фактором является возможность и мощность используемой компьютерной системы, а также сложность и объём трудовых затрат на подготовку управляющих программ.

Использование аналитических зависимостей для математических моделей позволяет осуществлять исследование на основе различного математического аппарата, а имитационное моделирование на основе своих моделей позволяют осуществлять только однократное исследование, что равнозначно разовому эксперименту на производственном объекте. Выполнение широкого круга экспериментов для получения эмпирических зависимостей, устанавливающих связи между параметрами требуются многочисленные апробации модели, которые в значительной мере определяются возможностями используемой вычислительной техники, а также глубиной проработки самой модели.

Оснащение плазмоденераторов тлеющего разряда автоматизированной системой контроля и управления качеством

при проведении исследований по оценке эффективности работы инструментального участка с широкой номенклатурой упрочняемого инструмента оправдано потому, что изучение таких систем с помощью моделей построенных на аналитических зависимостях имеет определённые ограничения, а натурные эксперименты требуют значительных материальных, временных и энергетических затрат.

Возможна разработка аналитических моделей для описания и решения узких задач при исследовании отдельных этапов обработки в плазмогенераторе тлеющего разряда. Но при широкой номенклатуре упрочняемых инструментов, высокой сложности, разнообразии и частой смене этапов технологических процессов это не эффективно и не оправдано затратно, поэтому внедрение предлагаемого метода является наиболее предпочтительным с точки зрения трудовых и временных издержек на проведение исследований. Особенности использования моделирования для анализа и синтеза производств являются: учет всей совокупности процессов, отражающих деятельность структурных подразделений предприятия на всех этапах его жизненного цикла; использование, кроме моделей и систем моделирования, инструментальных программных средств и сред их создания; использование новейших направлений моделирования, связанных с интеллектуализацией систем моделирования.

Проведение исследований на натуральных объектах обладает существенными недостатками. Полученные при этом характеристики и зависимости относятся только к определенному моменту функционирования производства, к определенной структуре и узкой области изменения параметров. Расширение области исследований невозможно без нарушения планового протекания производственного процесса. Проектируемые производства, как правило, не имеют своих уже функционирующих аналогов. Наблюдения над реальной системой позволяют в лучшем случае получить материал для проверки гипотезы.

Компьютерное моделирование позволяет значительно расширить возможно-

сти исследователя. Однако ни одна модель не может отражать всех свойств моделируемого объекта, но, создавая модель, исследователь строит формальное описание объекта в соответствии с поставленными целями, задачами и возможностями. Анализируя через поведение модели поведение системы, исследователь может анализировать свойства объекта, его характеристики, условия функционирования в более широкой области, чем при анализе действующего производства. Возможность имитационного моделирования инструментального производства основана на том, что она являются объектом искусственного происхождения, образ которого создается исследователем до создания реального объекта и задача состоит в том, чтобы формализовать описание этого образа в зависимости от конечного назначения в виде: экспертной оценки качества функционирования полученного окончательного проектного решения; выбора наилучших решений структур, параметров систем, алгоритмов управления при проектировании производства и его систем; определения оптимальных маршрутов технологических процессов упрочнения одного вида инструментов или группы; определения работоспособности принимаемых решений и наличие критических ситуаций; определения и оценки показателей функционирования спроектированной системы; оценки динамики функционирования системы на определенном отрезке времени или при изменении параметров системы; проверки адекватности одной модели по результатам моделирования на другой; формирования рабочей модели по результатам моделирования исследовательской модели; экспериментального исследования взаимодействий и логики функционирования подсистем автоматизированной производственной системы; использования имитации для обучения персонала. Современное производство в своей деятельности связано с работой смежных структур и время согласования с ними производственных вопросов влияет на общее время выполнения заказа, а его уменьшение требует в первую очередь автоматизации общих информационных потоков.

Широкий спектр задач решается с использованием автоматизированных си-

стем управления, которые с успехом можно применить и для выполнения комплексных исследований работы инструментального участка. Это способствует проявлению интереса к системам контроля и управления за технологическими процессами, а расширение спектра проблем, которые можно разрешить с их помощью повышает их универсальность и сферу использования [5-7].

При построении моделирующего алгоритма будем пользоваться принципом особых состояний. В этом случае всевозможные состояния системы $Z(t) = \{z_i(t)\}$ разделим на две группы – обычные и особые. В условиях обычных состояний характеристики $z_i(t)$ эволюционируют равномерно и монотонно. При особых условиях задаются наличием входных сигналов или выходом хотя бы одной из характеристик $z_i(t)$ к пределу области существования. При этом состояние процессов на инструментальном участке вследствие быстротечности отдельных процессов в плазмодгенераторе меняется скачкообразно.

В алгоритме предусмотрим процедуры выявления периодов времени, отвечающих особым состояниям, по давлению, напряжению и силе тока в разряде, что соответствует работе плазмодгенераторов в эти интервалы. Исходя из принятого распределения вероятностей для начальных условий зададимся одним из возможных состояний и по установленным закономерностям изменений характеристик $z_i(t)$ проведём установление их величины перед первым особым состоянием. Благодаря

Результаты исследований и их обсуждение

Структурная схема работы инструментального участка по упрочнению инструментов в плазмодгенераторах тлеющего разряда представлена на рисунке. При этом отражена последовательность этапов выполнения технологического процесса обработки инструментов при функционировании плазмодгенератора тлеющего разряда. После поступления инструментов в зону ежедневного осмотра и диагностирования они подвергаются предварительной очистке от грубых загрязнений в виде абразивной пыли, оставшейся после заточки, слоёв смазки или консервации на ранее не

этому выполним переход к остальным особым состояниям. По результатам выполнения одной из возможных реализаций вероятностного многокритериального процесса пользуясь подобными процедурными процессами выполним нахождение остальных. Машинное время на проведение моделирующего алгоритма по принципу особых состояний значительно меньше.

Элементы модели, отражающие определенные компоненты моделируемой системы, описываются наборами характеристик как количественного, так и логического типа. По длительности существования проведём градацию компонент на условно-постоянные и временные. Во время протекания эксперимента на модели условно-постоянные компоненты существуют в течение всего этого времени, а временные – воспроизводятся и исчезают по ходу выполнения эксперимента.

При моделировании производственных и организационных систем управления основной целью исследований модели является реализация стохастических экспериментов. Такие модели имеют случайные переменные, которые описывают как работу этих систем, так и возможные воздействия внешней среды при этом иллюстрируя свойства моделируемых объектов производства. В связи с этим широкое использование имеет статистическое моделирование.

использованных инструментах. Инструменты, на которых выявлены различного рода дефекты отправляются на текущий ремонт, а остальные для обработки в зону ожидания.

В зависимости от вида инструментального материала режущей части инструмента используется соответствующий способ их выкладки на катоде в вакуумной камере под основанием концентратора плазмы в виде усечённой пирамиды из диэлектрического материала. Для этого на поверхности катода устанавливаются изделия из соответствующих материалов испа-

рителей для формирования комплексной плазмы на этапе обработки. Затем проводится вакуумирование и напуск паровой или газовой технологической среды для создания условий для горения тлеющего разряда в плазмогенераторе. В результате воздействия газовых ионов на поверхность упрочняемых инструментов осуществляется окончательная очистка упрочняемых

поверхностей от остатков молекул воды и масел, а также оксидов, образованных в результате хемосорбции молекул с материалом поверхностных слоёв за счёт химического действия технологической среды и ионной бомбардировки. При этом проводится интенсивная откачка продуктов испарения из рабочего объёма вакуумной камеры.



Рис. Алгоритм функционирования инструментального участка по упрочнению инструментов в плазмогенераторах тлеющего разряда

В результате выполнения доводочной очистки поверхностей упрочняемых инструментов и изделий испарителей за счёт интенсивного испарения с их поверхностей происходит формирование комплексной плазмы. Сформировавшаяся за счёт взрывной эмиссии плазма имеет в своём составе весь необходимый спектр ионов для формирования заданных физико-механических свойств на рабочих поверхностях упрочняемых инструментов. Этап очистки очень важен и от его продолжительности зависит общее время обработки и формирование условий для этапа обработки по энергетическому воздействию на рабочие поверхности инструментов. Этап основной обработки осуществляется для

формирования заданной структуры в приповерхностном слое и его глубины залегания от поверхности. Существенную роль на этапе основной обработки выполняет состав технологической среды и скорость её прокачки при постоянстве давления в вакуумной камере. Это способствует формированию необходимого состава потока бомбардирующих ионов с широким диапазоном частот и энергий. Необходимо принимать во внимание состояние и величину упрочнённого слоя, расположенного под оксидной плёнкой сформированного на этапе предшествующих обработок при изготовлении инструментов и их рабочих частей. Этот слой характеризуется повышенной плотностью дислокаций по глубине

и наличием микротрещин не только внутри зёрен, но и между ними. Равномерность силового воздействия, зависящего от стабильности силы тока в разряде и напряжения на электродах в плазмогенераторе необходимо регулировать при постоянном давлении скоростью прокачки технологической среды через плазмогенератор. Охлаждение упрочнённых инструментов необходимое для выхода изделий на комнатную температуру при определённом химическом составе технологической среды способствует формированию непосредственно на рабочих поверхностях химических соединений, препятствующих окислению поверхностных слоёв металла возникающих при контакте с окружающим воздухом при его напуске в вакуумную камеру. Многообразие и многоуровневость внутренних связей при реализации технологических процессов в плазмогенераторах тлеющего разряда удалось оптимизировать при использовании разработанной автоматизированной системы контроля и управления на основе алгоритмов и программ, которые имитируют поведение системы на всех этапах обработки. Контроль за изменением технологических параметров процесса обработки осуществляется системой управления с отображением их значений на экране электронного блока управления, который позволяет управлять разработанным технологическим процессом на всех этапах как в ручном, так и в автоматизированном режиме. Всё это расширяет возможности не только по контролю за ходом выполнения технологического процесса, но и за накоплением и пополнением необходимой информации для анализа исходя из возможных пределов изменения входных параметров процесса.

При использовании на инструментальном участке нескольких быстропереключаемых плазмогенераторов появляется возможность проводить одновременно обработку инструментов по разным

технологическим процессам и с разной продолжительностью по времени. Это позволяет повысить производительность за счет проведения подготовительных операций во время работы плазмогенераторов и осуществлять их загрузку по мере освобождения из зоны ожидания, которую данная система управления позволяет также автоматизировать.

При использовании на инструментальном участке нескольких быстропереключаемых плазмогенераторов появляется возможность проводить одновременно обработку инструментов по разным технологическим процессам и с разной продолжительностью по времени. Это позволяет повысить производительность за счет проведения подготовительных операций во время работы плазмогенераторов и осуществлять их загрузку по мере освобождения из зоны ожидания, которую данная система управления позволяет также автоматизировать.

Разработанная и используемая система управления за эффективностью и качеством реализуемых технологических процессов при работе плазмогенераторов инструментального участка позволяет обеспечивать хорошую воспроизводимость необходимых результатов по упрочнению инструментов. Эта система при отработке и испытании новых технологических процессов особенно при упрочнении сложных по конструкции инструментов, имеющих особенности формы и размеров рабочих поверхностей, а также разнородность в структуре и химическом составе материала отдельных элементов, позволяет в начале выполнить исследование в ручном режиме управления и после анализа провести разработку алгоритма обработки. Замет осуществляется отработка режимов химического и энергетического воздействия и можно проводить обработку с управлением в автоматизированном режиме.

Заключение

Разработка математических моделей для проведения исследований на основе аналитических зависимостей, обладающих необходимыми математическими возможностями, позволяет осуществить лишь однократное исследование, равнозначное од-

нократному эксперименту на реальном объекте. Для установления функциональных зависимостей между параметрами процесса упрочнения требуется многократная апробация модели, что во многом определяется возможностями используе-

мой компьютерной техники, а также свойствами модели.

Использование в инструментальном производстве нескольких быстропереналаживаемых плазмогенераторов позволяет проводить одновременно обработку инструментов по разным технологическим процессам и с разной продолжительностью по времени, обеспечивая повышение производительности выполняя подготовительные операции во время работы плазмогенераторов и осуществляя их загрузку по мере освобождения из зоны ожидания, которую данная система управления позволяет также автоматизировать. Разработанный алгоритм моделирования при создании автоматизированной системы контроля и управления эффективностью и качеством работы инструментального участка по упрочнению широкой номенклатуры

инструментов различной конфигурации в плазмогенераторах тлеющего разряда с этапами, отличающимися по характеру воздействия плазмы, продолжительности и очередности их реализации позволил оптимизировать оснащение инструментального участка.

Разработка автоматизированной системы контроля и управления эффективностью и качеством работы плазмогенераторов тлеющего разряда позволила оптимизировать формирование последовательности этапов с быстропотекающими процессами при обработке инструментов различной конфигурации обеспечивая формирование заданных свойств в приповерхностных слоях, что удовлетворяет условиям автоматизированной технологической среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Логвин, В. А.** Использование тлеющего разряда для изменения дислокационной структуры быстрорежущей стали / В. А. Логвин, И. В. Терешко, С. А. Шептунов // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2018. – № 12. – С. 21–27.
2. **Логвин, В. А.** Формирование спектра энергетического воздействия плазмы тлеющего разряда в автоматизированной технологической среде / В. А. Логвин // Перспективные направления развития технологий машиностроения и металлообработки: тезисы докл. 34-ой Междунауч.-техн. конф. (Минск, 28 марта 2019) / В.К. Шелег (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Бизнесофсет, 2019, – С. 115-116.
3. **Шептунов, С. А.** Возможности и условия использования тлеющего разряда для создания автоматизированной технологической среды по упрочнению инструментов / С. А. Шептунов, В. А. Логвин // Вестник Кабардино-Балкарского университета. – 2015. – Т. V. – № 5. – С. 5–11.
4. **Шептунов, С. А.** Повышение производственного ресурса инструментов для автоматизированной технологической среды / С. А. Шептунов, В. А. Логвин // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2016. – № 3. – С. 157–164.
5. **Карлова, Т.В.** Системные принципы объекта управления: социологический анализ: монография / Т.В. Карлова. - Москва: Янус-К, 2004. - 220 с.
6. **Соломенцев, Ю. М.** Моделирование производственных систем в машиностроении / Ю. М. Соломенцев, В. В. Павлов. - Москва: Янус-К, 2010. - 227 с.
7. **Фомина, А. Э.** Система мониторинга как основа совершенствования качества производственных процессов / А. Э. Фомина, Т. В. Карлова // Инфокоммуникационные технологии. – 2018. - Том 16. - № 4. – С. 339-343.
8. Methods Dedicated to Fight Against Complex Information Security Threats on Automated Factories Systems / T. V. Karlova, A. Y. Bekmeshov, S. A. Sheptunov, N. M. Kuznetsova // 2016 IEEE Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&MQ&IS). Proceedings. – Москва: Фонд «Качество», 2016. - С. 23-27.
9. Automation of Data Defence Processes in the Corporation Information Systems / T. V. Karlova, S. A. Sheptunov, N. M. Kuznetsova // Proceedings of the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS) September, 24-30, 2017. – St. Petersburg: Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", 2018. - pp. 199-202. ISBN 978-1-5386-0703-9
10. Module of the Automated Quality Control System of Production of Railway Wheels / T. V. Karlova, E. A. Kirillova, A. Y. Bekmeshov, A. V. Volkov, I. A. Mikhailov // Proceedings of the 2019 IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS), Sochy, Russia. - St. Petersburg: Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", 2019. - pp.249-251. ISBN 978-1-7281-2594-7.

1. **Logvin, V. A.** Glow discharge use for dislocation structure change of quick-cutting steel / V.A. Logvin, I.V. Tereshko, S.A. Sheptunov // *Science Intensive Technologies in Mechanical Engineering*. – 2018. – No.12. – pp. 21-27.
2. **Logvin, V. A.** Spectrum formation of glow discharge plasma power impact in automated technological environment / V.A. Logvin // *Promising Directions in Development of Engineering Technique and Metal-working: Proceedings of the XXXIV-th Inter. Scientific-Tech. Conf.* (March 28, 2019, Minsk) / V.K. Sheleg (Executive Editor) [et al.]. – Minsk: Businessoffset, 2019, - pp. 115-116.
3. **Sheptunov, S. A.** Potentialities and conditions for glow discharge use for creation of automated technological environment for tool strengthening / S.A. Sheptunov, V.A. Logvin // *Bulletin of Kabardino-Balkar University*. – 2015. – Vol. V. – No.5. – pp. 5-11.
4. **Sheptunov, S. A.** Tool production life increase for automated technological environment / S.A. Sheptunov, V.A. Logvin // *Bulletin of Bryansk State Technical University*. – 2016. – No.3. – pp. 157-164.
5. **Karlova, T. V.** *System Principles of Object Control: Sociological Analysis*: monograph / T.V. Karlova. – Moscow: Janus-K, 2004. – pp. 220.
6. **Solomentsev, Yu. M.** *Modeling of Production Systems in Mechanical Engineering* / Yu.M. Solomentsev, V.V. Pavlov. – Moscow: Janus-K, 2010. – pp. 227.
7. **Fomina, A. E.** Monitoring system as a basis for industrial process quality improvement / A.E. Fomina, T.V. Karlova // *Info-communication Technologies*. – 2018. – Vol.16. – No.4. – pp. 339-343.
8. **Karlova, T. V.** Methods Dedicated to Fight Against Complex Information Security Threats on Automated Factories Systems / T. V. Karlova, A. Y. Bekmeshov, S. A. Sheptunov, N. M. Kuznetsova // 2016 IEEE Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&MQ&IS). Proceedings. – Москва: Фонд «Качество», 2016. - С. 23-27.
9. **Karlova, T. V.** Automation of Data Defence Processes in the Corporation Information Systems / T. V. Karlova, S. A. Sheptunov, N. M. Kuznetsova // Proceedings of the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS) September, 24-30, 2017. – St. Petersburg: Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", 2018. - pp. 199-202. ISBN 978-1-5386-0703-9.
10. **Karlova, T. V.** Module of the Automated Quality Control System of Production of Railway Wheels / T. V. Karlova, E. A. Kirillova, A. Y. Bekmeshov, A. V. Volkov, I. A. Mikhailov // Proceedings of the 2019 IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS), Sochy, Russia. - St. Petersburg: Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", 2019. - pp.249-251. ISBN 978-1-7281-2594-7.

Ссылка цитирования:

Логвин, В.А. Автоматизированная система управления эффективностью работы инструментального участка по упрочнению инструментов в тлеющем разряде / В.А. Логвин, Т.В. Карлова // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2021. - № 1. – С.19 - 27. DOI: 10.30987/1999-8775-2021-1-19-27.

Статья поступила в редакцию 18.11.20.

Рецензент: д.т.н., профессор Брянского государственного технического университета

Петрешин В.И.,

член редсовета журнала «Вестник БГТУ».

Статья принята к публикации 23.12.20.

Сведения об авторах:

Логвин Владимир Александрович, к.т.н, доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Белорусско-Российского университета, e-mail: logvinvladim@yandex.ru.

Logvin Vladimir Alexandrovich, Can. Sc. Tech., Assistant Prof. of the Dep. "Machine-tools and Tools", Belorussian-Russian University, e-mail: logvinvladim@yandex.ru.

Карлова Татьяна Владимировна д.т.н., кандидат технических наук, профессор, вед. науч. сотрудник Института конструкторско-технологической информатики Российской академии наук, e-mail: karlova-t@yandex.ru.

Karlova Tatiana Vladimirovna, Dr. Sc. Tech., Can. Sc. Tech., Prof., Leading Research assistant, Institute of Design-Technological Informatics of the Russian Academy of Sciences, e-mail: karlova-t@yandex.ru.