

УДК 621.77.016:62178.061

DOI: 10.30987/1999-8775-2021-3-16-24

В.А. Логвин, Т.В. Карлова

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТОВ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОНИТОРИНГА

Рассматриваются вопросы повышения эффективности и качества управления, предлагаемые технологическими процессами обработки инструментов различной конфигурации в плазмодгенераторе тлеющего разряда. Используемый алгоритм моделирования при создании автоматизированной системы контроля и управления эффективностью и качеством работы плазмодгенератора тлеющего разряда позволил оптимизировать его работу по упрочнению инструментов различной конфигурации, требующих разнохарактерного воздей-

ствия плазмы в определённой последовательности и продолжительности. На основе непрерывного нейросетевого мониторинга за технологическими переходами, обеспечивается заданное качество физико-механических характеристик поверхностных слоёв рабочих частей широкой номенклатуры инструментов.

Ключевые слова: эффективность, качество, нейросетевой мониторинг, технологический процесс, управление, плазмодгенератор, тлеющий разряд, технологическая среда.

V.A. Logvin, T.V. Karlova

AUTOMATED SYSTEM FOR QUALITY CONTROL OF TOOL PROCESSING IN GLOW DISCHARGE BASED ON NEURAL NETWORK MONITORING

Work purpose: improving effectiveness and quality in the control of engineering processes of tool working in the plasma generator of a glow discharge based on neural network monitoring.

Investigation methods: use of nature and regularities of human thought at the development of the computer model of a neural network allowed realizing a cybernetic approach at real production object work modeling with the purpose of increasing effectiveness and quality of control at the management based on neural network monitoring. The essence of the modeling method consists in the development of such algorithms and programs which imitate the behavior of the plasma generator of a glow discharge, its characteristics in the structure, volume and field of technological parameter use essential for the research.

Investigation results: the system offered for the control of effectiveness and quality of realizable engineering processes during plasma generator work based on neural network monitoring allows ensuring good repeatability of the results on tool strengthening. The defined sequence of engineering process operations of product working in the plasma generator of a glow discharge ensures the formation of specified structure and micro-hardness on the surface of products under processing.

In the system offered control and management are formed on the basis of a neural network approach and imitate system behavior at all machining steps of processing. The results of continuous monitoring are shown with the essential discontinuity in on-line modes in the form of values and deviations of controlled technological parameters of the working process on the display of an electronic control unit. The generality and simultaneous uniqueness of the properties of continuous monitoring systems on applicability for real technological object control and range extension of problems solved with their help transforms them into compulsory means for complex automated device equipment. The modeling algorithm offered at the formation of an automated system to control effectiveness and quality in functioning plasma generator of a glow discharge for strengthening a wide range of tools with different profiles with machining steps differed in character of plasma impact, duration and their realization priority allowed optimizing the repeatability of results in ensuring specified properties in surface-bounded layers that satisfies conditions of the automated technological environment.

Key words: effectiveness, quality, neural network monitoring, engineering process, control, plasma generator, glow discharge, technological environment.

Введение

Одной из важнейших задач машиностроения является повышение эффектив-

ности производства и обеспечение заданного качества выпускаемых изделий, со-

храняемого в течение их жизненного цикла. На решение поставленной задачи в соответствии со стратегическим направлением развития предприятий оказывает существенное влияние выбор технологий, обеспечивающих высокий уровень качества изготовления изделий. При этом обеспечение высокой конкурентоспособности при равных качественных параметрах выпускаемых изделий достигается за счёт снижения себестоимости. Эффективность управленческих решений повышается при использовании технологий, обеспечивающих непрерывный мониторинг на протяжении всего производственного процесса. Изменчивость спроса является существенным внешним фактором, влияющими на производственный процесс. Повышение надёжности и качества выпускаемых изделий является существенным условием, обеспечивающим реализацию импортозамещения.

Разработка самообучающихся систем с совершенствующейся и пополняющейся базой данных используемых для мониторинга процесса обработки инструментов в плазмогенераторе тлеющего разряда базируется на анализе и оценке качества упрочнённых инструментов. Система управления эффективностью и качеством реализации технологических процессов обладает высокой скоростью обработки данных, получаемых в результате мониторинга. При этом допускается аналитическое экспериментирование быстропротекающих процессов в плазмогенераторе тлеющего разряда. Высокая степень параллельности внешних информационных потоков при сборе информации позволяет проводить исследования и анализировать условия протекания этих процессов. Это расширяет возможности при выполнении оптимизации как по выбору последовательности этапов, так и по продолжительности переменного силового воздействия с изменением состава технологической среды и скорости её прокачки в плазмогенераторе тлеющего разряда.

Моделирование процессов управления с использованием самообучающихся систем обеспечивает повышение качества

и достоверности принимаемых решений. Непрерывный мониторинг внешних информационных потоков позволяет повысить эффективность реализуемых решений на основе полученной информации. Всё это сокращает время оценки предполагаемых вариантов решений и генерирование альтернативных предложений. Возможности нейронно-сетевых подходов с увеличением быстродействия и оперативной памяти компьютерных систем расширяются. При этом совершенствование математического обеспечения и накопление банков данных повышает эффективность моделирования.

Создание автоматизированных систем с целью повышения качества управления реальным объектом основывается на использовании непрерывного мониторинга процессов, протекающих в нём. В настоящей работе объектом исследования является алгоритм настройки архитектуры сети и значимости связей для эффективного выполнения задачи контроля и анализа. Это позволит расширить возможности нейросетевого управления при разработке этапов энергетического воздействия на упрочняемые инструменты в плазмогенераторе тлеющего разряда.

Совершенствование ионно-плазменных способов обработки, направленных на инженерию структуры и свойств поверхностных слоев материалов рабочих поверхностей деталей повышает их конкурентоспособность по отношению к традиционным [1-4]. Создание технологий, допускающих непрерывный мониторинг и адаптированных для использования в автоматизированной технологической среде, становится всё более актуальной проблемой современного производства [5-10]. Целью данной работы является повышение эффективности и качества управления технологическими процессами обработки инструментов в плазмогенераторе тлеющего разряда на основе нейросетевого мониторинга.

Задачей настоящей работы является создание эффективной системы управления качеством обработки изделий в плазмогенераторе тлеющего разряда на основе

непрерывного мониторинга на протяжении всех этапов силового, энергетического и химического воздействия плазмы на их

Методика исследования

Использование природы и закономерностей человеческого мышления при разработке компьютерной модели нейронной сети позволило реализовать кибернетический подход при моделировании работы реальных производственных объектов с целью повышения эффективности и качества контроля при управлении на основе нейросетевого мониторинга. Применение компьютерных систем как метода исследования и контроля качества, заключающегося в компьютерной имитации процесса функционирования плазмогенератора тлеющего разряда как на отдельных этапах обработки, так и всего производственного процесса позволило разработать оптимальную систему контроля и управления качеством реализуемых технологических процессов.

На основе естественных природных механизмов мыслительных процессов мозга, реализуется имитация когнитивных функций человека, включающая способность клетки (нейрона) к восприятию, накоплению и обмену информационными потоками в качестве электронных импульсов нейронного взаимодействия. Используя особенности строения клеточного материала, состоящего из нейронов, которые обладают возможностями восприятия, хранения и трансформирования энергетическими потоками информационных образов отображает нейронное взаимодействие, что наглядно отражает подобные процессы. При построении модели объединяющей совокупность упорядоченных нейронов основываются на кибернетическом представлении нейронной сети, действующей на принципах человеческого мышления.

Ядро любого клеточного материала выступает в роли элемента, удерживающего поступающие информационные образы. Оболочка клетки имеет с наружи ответвления, называемые аксоном и дендритами. Передача энергетических потоков от

рабочие поверхности, адаптированной для условий автоматизированной технологической среды.

нейрона к нейрону реализуется дендритами, являющимися каналами, по которым сгенерированная оболочкой клетки энергия трансформируется вдоль аксона по волонным ответвлениям заканчивающихся синапсами. Места и условия взаимовлияния дендритов и аксона принято считать синаптическим взаимодействием. Формирование и выделение химических соединений, называемых нейротрансмиттерами реализуется при достижении энергетического потока синаптического образования. Особенности и возможности нейрона, принимающего информационные образы генерировать энергетический поток зависит от функциональных действий и вида синапса, сформированного нейротрансмиттерами. Это позволяет, используя частотно-импульсную модуляцию осуществить трансформирование сообщений и создание базы данных в виде банка памяти. Организация непрерывного мониторинга информации осуществляется сетью нейронов, которая позволяет отслеживать все управляющие воздействия и ответную реакцию системы на них. Создание и апробацию модели для анализа мониторинговой деятельности нейрона представим совокупностью уравнений следующего вида:

$$V(t) = \sum_i^n y_j(t)x_j(t);$$

$$dP(t) / dt = -\alpha P(t) + \beta V(t);$$

$$Z(t) = F(P(t) - \Theta),$$

где x_j – скорость пропускания информационных образов на входе спайковой последовательности, поступающей на j -й вход нейрона с синаптической значимостью $V_j(t)x_j(t)$ клетки; $V(t)$ – входной потенциал, накапливаемый при пространственной суммации произведений $V_j(t)x_j(t)$, $j = 1, 2, \dots, N$; $P(t)$ – мембранный потенциал нейрона; N – объём синаптических взаимодействий нервной клетки; α – параметр, отражающий временные суммации; $Z(t)$ – скорость образования выходной

спайковой последовательности нейрона; β – параметр, отражающий пространственные суммации; F – функция, отражающая активность модели нервной клетки.

Предложенная система математических зависимостей в формализованном виде отражает динамическое функционирование нейрона. Отличие предложенной модели заключается в том, что она учитывает зависимость её состояний от времени. В любой момент времени выходной образ сформированный ядром клетки зависит как от настоящего состояния сформированного поступающими на вход энергетическими потоками, так и от предыдущих энергетических воздействий и соответствующих им состояний нейронов.

Работа над формированием информационного образа в нейроне функционально зависит от процессов, связанных с формированием выходных информационных образов и процессов необходимых для их подготовки. Общий вид модели нейрона представим в виде схемы отражающей структуру, последовательность и направление развития процессов в нём. При этом нейрон можно подразделить на входной блок, отвечающий за подготовку к формированию информационного образа и выходной блок, отвечающий за генерацию информационного образа. Структура, предложенной модели нейрона представлена на рис.1.

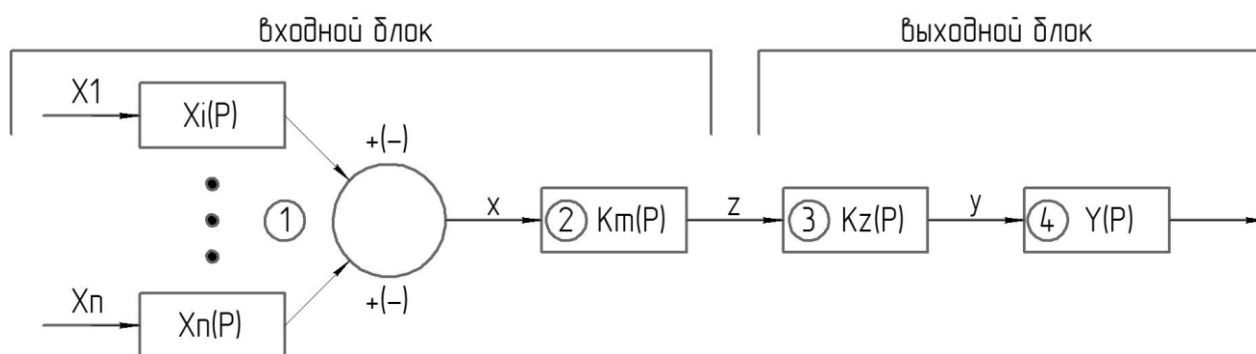


Рис. 1. Структура нейронной модели

Качество и эффективность контроля и анализа при использовании нейросетевого подхода зависит от адекватной настройки алгоритма и структуры сети взаимодействий в соответствии со значимостью связей.

Для качественного обучения нейронной сети, необходимо сформировать внешнюю среду и разработать соответствующую модель взаимодействий, чтобы обеспечить её эффективное функционирование.

Для эффективного моделирования нейрон следует представлять состоящим из двух блоков:

– входного блока, состоящего из синаптических образований, которые обеспечивают импульсно-аналоговое преобразование энергетических потоков в информационные образы;

– выходного блока, объединяющего тело нейрона и аксон, которые выполняют функцию преобразования информационных образов в энергетические выходные потоки.

Компоненты модели согласно блок-схемы имеют следующие передаточные функции:

1. синапс: $X_i(p) = W_i/(p + b)$, $i = 1, 2 \dots n$;
2. клеточная мембрана: $k_m(p) = 1/(p + c)$;
3. функция передачи информации вдоль цепи обратной связи: $k_z(p)$;
4. аксон: $y_p = e^{-p(t)}$,

где W_i – объём входного информационного потока с соответствующей значимостью.

Клеточная мембрана, представляется передаточной функцией $k_m(p)$, которая

отражает возможность нейрона генерировать информационные образы и выполнять функцию аналогово-импульсного преобразователя информационных образов в энергетические потоки. Вследствие нелинейности данной цепи передаточная функция $k_m(p)$, отражающая работу генератора вводится формально.

Результаты исследований и их обсуждение

Структурная схема реализации технологических процессов обработки ин-

Функционирование разработанной модели как программно, так и аппаратно реализуется просто. Нейронная сеть позволяет строить прямую функцию и получать обратную зависимость к ней, что облегчает поиск адаптивного оптимума. Это позволяет использовать предложенный подход при решении практических задач.

струментов в плазмогенераторе тлеющего разряда представлена на рис. 2.

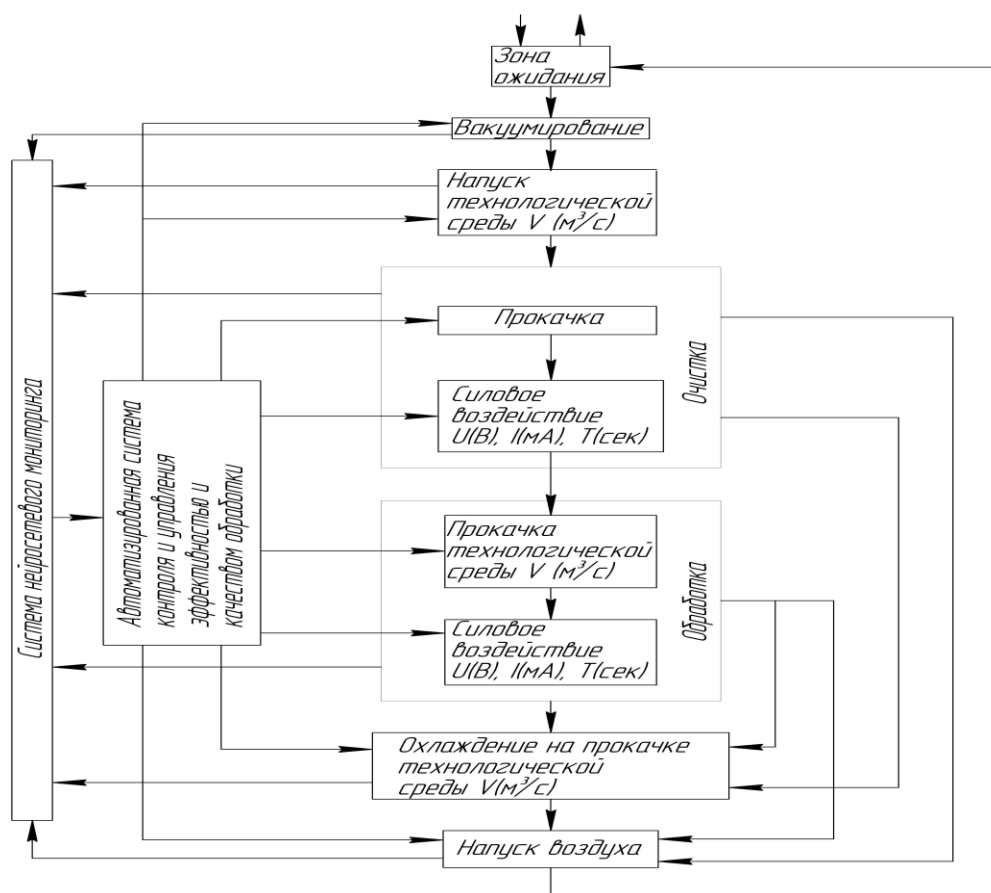


Рис. 2. Алгоритм функционирования плазмогенератора тлеющего разряда

Последовательность технологических переходов, направление развития и возможные изменения выполнения технологического процесса при обработке инструментов из различных инструментальных материалов и формы рабочих частей при функционировании плазмогенератора тлеющего разряда указаны стрелками. В инструментальной раздаточной кладовой после осмотра инструменты сортируют по группам инструментальных материалов их рабочих частей. Затем инструменты под-

вергаются предварительной очистке от грубых загрязнений в виде абразивной пыли, оставшейся после заточки, слоёв смазки или консервации на ранее не использованных инструментах. Инструменты, на которых выявлены различного рода дефекты отправляются на текущий ремонт, а остальные группируют по лоткам для равномерного распределения на площади катода плазмогенератора и направляются в зону ожидания.

Габаритные размеры и форма посадочных мест лотков выполнены в соответствии с выкладываемыми инструментами, размерами катода и основания концентратора плазмы в виде усечённой пирамиды из диэлектрического материала. На поверхности катода предусмотрены места для расположения изделий испарителей из соответствующих материалов для формирования комплексной плазмы на соответствующем технологическом переходе. На этапе вакуумирования осуществляется интенсивное удаление из рабочего объёма вакуумной камеры различных загрязнений с поверхности упрочняемых инструментов, которые с повышением разряда активно переходят в состояние пара и уносятся вакуумным насосом. Затем постепенно осуществляется напуск паровой или газовой технологической среды для активации дальнейшей очистки рабочих поверхностей инструментов на интенсивной прокачке через рабочий объём вакуумной камеры. После создания необходимых условий для горения тлеющего разряда в плазмогенераторе и ускорения дальнейшей очистки на данном технологическом переходе возбуждается тлеющий разряд путем подачи соответствующего напряжения на электроды. При воздействии газовых ионов напускаемой технологической среды на поверхность упрочняемых инструментов осуществляется их окончательная очистка от остатков молекул воды и масел, а также оксидов. В результате химического действия технологической среды и ионной бомбардировки с поверхности упрочняемых инструментов происходит удаление основной массы загрязнений и начинается формирование комплексной плазмы при интенсивной откачке продуктов испарения из рабочего объёма вакуумной камеры. В результате интенсивной взрывной эмиссии и ионизации газов технологической среды формируется плазма, которая имеет в своём составе широкий спектр ионов для формирования заданных физико-механических свойств на рабочих поверхностях упрочняемых инструментов. Технологический переход связанный с очисткой наиболее трудоёмок и энергоза-

тратен, что существенно влияет на общую продолжительность обработки. От качества выполнения данного перехода зависит формирование условий для реализации основного энергетического воздействия комплексной плазмы на рабочие поверхности инструментов. Технологический переход связанный с энергетическим воздействием комплексной плазмы проводится для формирования заданной структуры в приповерхностном слое и соответствующей глубины её залегания от поверхности. На данном технологическом переходе при стабильном давлении проводится прокачка через рабочий объём вакуумной камеры необходимой по химическому составу технологической среды. Стабильность давления поддерживается соответствующей скоростью прокачки технологической среды, что способствует формированию необходимого состава потока бомбардирующих ионов с широким диапазоном частот и энергий. Желательно обладать информацией о величине дефектного слоя, расположенного на поверхности и сформированного на этапе предшествующих обработок при изготовлении, ремонте и переточке рабочих частей инструментов. Данный слой отличается повышенной плотностью дислокаций по глубине и наличием микротрещин не только внутри зёрен, но и между ними. Эффективность силового воздействия зависит не только от стабильности силы тока в разряде и напряжения на электродах в плазмогенераторе, но и от стабильности давления и скорости прокачки технологической среды через рабочий объём плазмогенератора.

Технологический переход, связанный с охлаждением упрочнённых инструментов в плазмогенераторе при определённом составе технологической среды необходим для выхода изделий на комнатную температуру и для формирования на рабочих поверхностях химических соединений, препятствующих окислению поверхностных слоёв при контакте с окружающим воздухом при его напуске в вакуумную камеру. Реализация различных технологических переходов при выполнении технологического процесса упрочнения инстру-

ментов, имеющих разный химический состав и форму на рабочих частях инструментов в плазмогенераторах тлеющего разряда удалось оптимизировать при использовании разработанной автоматизированной системы контроля и управления при непрерывном мониторинге на основе нейросетевого мониторинга, а также алгоритмов и программ, которые имитируют поведение системы на всех этапах обработки.

Визуальный контроль за изменением всех параметров технологического процесса обработки осуществляется системой управления с отображением их значений на экране электронного блока управления. Это позволяет реализовывать любые управленческие решения на любом этапе разработанного технологического процесса как в ручном, так и в автоматизированном режиме. Использование непрерывного нейросетевого мониторинга расширяет возможности контроля за ходом реализации технологического процесса, а также способствует увеличению объёма и детализации оперативной информации для

Заключение

Имитация процесса обработки инструментов в плазмогенераторе тлеющего разряда на модели при использовании искусственной нейронно-сетевой системы для непрерывного мониторинга позволяет проводить исследование, равнозначное эксперименту на реальном объекте. Способность предлагаемой системы к самообучению благодаря наращиванию внешних баз данных вследствие многократных реализаций модели, во многом определяется конфигурацией используемой компьютерной системы и функциональными возможностями самой модели.

Использование автоматизированной системы, основанной на непрерывном нейросетевом мониторинге и управлении качеством на всех технологических переходах обработки инструментов в плазмогенераторе тлеющего разряда расширяет возможности методов исследования. Изучение функционирования этой системы только на основе аналитических моделей

анализа и эффективного использования всех возможностей технологического процесса в допустимых пределах изменения входных параметров.

Предлагаемая системы управления за эффективностью и качеством реализуемых технологических процессов при работе плазмогенераторов на основе нейросетевого мониторинга позволяет обеспечивать хорошую воспроизводимость результатов по упрочнению инструментов. При отработке и испытании новых технологических процессов особенно при упрочнении сложных по конструкции инструментов, а также имеющих разнородность в структуре и химическом составе материала отдельных элементов, позволяет в начале выполнить исследование выполняя обработку при ручном режиме управления и после анализа провести разработку соответствующего алгоритма обработки. При этом имеется возможность отработки режимов химического и энергетического воздействия, меняя состав и скорость прокачки технологической среды.

ограничены, а проведение полномасштабных натуральных экспериментов требует существенных материальных, временных и энергетических затрат.

Построение подробной аналитической модели для изучения очерёдности в последовательности технологических переходов при обработке инструментов в плазмогенераторе тлеющего разряда не оправданно сложно и трудоёмко. Поэтому использование возможностей нейронно-сетевого подхода при разработке системы непрерывного мониторинга и управления за эффективностью и качеством реализуемых технологических переходов при работе плазмогенератора позволяет обеспечивать оптимальную воспроизводимость необходимых результатов при обработке изделий. В предлагаемой системе контроль и управление строятся на нейронно-сетевом подходе и имитируют поведение системы на всех технологических переходах обработки. Результаты непрерывного монито-

ринга отображаются с необходимой дискретностью в режиме реального времени в виде величин и отклонений контролируемых технологических параметров процесса обработки на экране электронного блока управления. Универсальность и одновременная уникальность свойств систем непрерывного мониторинга по применимости для контроля за реальными технологическими объектами и расширение сферы задач, решаемых с их помощью превращает их в обязательные средства для оснащения сложных автоматизированных устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Терешко, И.В.** Модификация материалов в тлеющем разряде / И. В. Терешко, В. А. Логвин, В. М. Терешко, С. А. Шептунов // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2016. – № 3. – С. 171–176.
2. **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.
3. **Логвин, В. А.** Изменение дислокационной структуры металлов после воздействия тлеющего разряда / В. А. Логвин, И. В. Терешко, С. А. Шептунов // Металлообработка. – 2018. – № 6. – С. 45–51.
4. **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.
5. **Карлова, Т. В.** Системные принципы объекта управления: социологический анализ: монография / Т. В. Карлова. – Москва: Янус-К, 2004. – 220 с. - ISBN 5-8037-0249-8.
6. **Соломенцев, Ю. М.** Моделирование производственных систем в машиностроении / Ю. М. Соломенцев, В. В. Павлов. – Москва: Янус-К, 2010. – 228 с. - ISBN 978-58037-0489-8.
7. **Фомина, А. Э.** Система мониторинга как основа совершенствования качества производственных

Предлагаемый алгоритм моделирования при создании автоматизированной системы контроля и управления эффективностью и качеством работы плазмогенератора тлеющего разряда по упрочнению широкой номенклатуры инструментов различной конфигурации с технологическими переходами, отличающимися по характеру воздействия плазмы, продолжительности и очередности их реализации позволил оптимизировать воспроизводимость результатов обеспечения заданных свойств в приповерхностных слоях, что удовлетворяет условиям автоматизированной технологической среды.

- процессов / А. Э. Фомина, Т. В. Карлова // Информационные технологии. – 2018. - Том 16. - № 4. - С. 339–343.- DOI: 10.18469/ikt.2018.16.4.11
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. – 2016. – P. 23–27. - ISBN 978-5-94768-071-3.
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 – Proceedings Edited by S. Shaposhnikov 2017 St. Petersburg, Russia: Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI". – 2017. - P. 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 [et al.] // Proceedings of the 2019 IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS), Sochy, Russia // Proceedings Edited by S. Shaposhnikov, St. Petersburg, Russia: Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI". - 2019. – P.249–251. - ISBN 978-1-7281-2594-7.

1. **Tereshko, I.V.** Modification of materials in glow discharge / I.V. Tereshko, V.A. Logvin, V.M. Tereshko, S.A. Sheptunov // *Bulletin of Bryansk State Technical University*. – 2016. – No.3. – pp. 171-176.
2. **Sheptunov, S.A.** Tool life increase for automated technological environment / S.A. Sheptunov, V.A.

- Logvin // *Bulletin of Bryansk State Technical University*. – 2016. – No.3. – pp. 157-164.
3. **Logvin, V.A.** Changes in metal dislocation structure after impact of glow discharge / V.A. Logvin, I.V. Tereshko, S.A. Sheptunov // *Metal Working*. – 2018. – No.6. – pp. 45-51.
4. **Logvin, V.A.** Glow discharge use for dislocation

- structure changes in high-speed steel / V.A. Logvin, I.V. Tereshko, S.A. Sheptunov // *Science Intensive Technologies in Mechanical Engineering*. – 2018. – No.12. – pp. 21-27.
5. **Karlova, T.V.** *System Principles in Object Control: sociological analysis: monograph* / T.V. Karlova. – Moscow: Janus-K, 2004. – pp. 220. - ISBN 5-8037-0249-8.
6. **Solomentsev, Yu.M.** *Modeling of Production Systems in Mechanical Engineering* / Yu.M. Solomentsev, V.V. Pavlov. – Moscow: Janus-K, 2010. – pp. 228. - ISBN 978-58037-0489-8.
7. **Fomina, A.E.** Monitoring system as basis for improvement of industrial process quality / A.E. Fomina, T.V. Karlova // *Info-Communication Technologies*. – 2018. – Vol.16. – No.4. – pp. 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. – 2016. – P. 23–27. - ISBN 978-5-94768-071-3.
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 – Proceedings Edited by S. Shaposhnikov 2017 St. Petersburg, Russia: Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI". – 2017. - P. 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 [et al.] // Proceedings of the 2019 IEEE International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies" (IT&QM&IS), Sochy, Russia // Proceedings Edited by S. Shaposhnikov, St. Petersburg, Russia: Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI". - 2019. – P.249–251. - ISBN 978-1-7281-2594-7.

Ссылка цитирования:

Логвин В.А. Автоматизированная система управления качеством обработки инструментов в тлеющем разряде на основе нейросетевого мониторинга / В.А. Логвин, Т.В. Карлова // *Вестник Брянского государственного технического университета*. – 2021. - № 3. – С.16 -24. DOI: 10.30987/1999-8775-2021-3-16-24.

Статья поступила в редакцию 12.11.20.

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

Петрешин Д.И.,

член редсовета журнала «Вестник БГТУ».

Статья принята к публикации 24.02.21.

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. соц. н., к.т.н., профессор, вед. научный сотрудник Института конструкторско-технологической информатики Российской академии наук, e-mail: karlova-t@yandex.ru.

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