

требуемыми в той или иной предметной области. Для качественного поиска информации пользователям необходимо освоить правила формирования правильного поискового запроса, а также навыки использования лингвистических инструментов, которые применяются для кодирования информации и соответственно, могут быть применены для поиска. Сюда относятся отраслевые тезаурусы и специализированные терминологические словари, авторитетные базы данных, содержащие специализированные термины (ключевые слова). Представленная в таких базах данных лексика является нормированной. Осуществляется анализ каждого термина, описание его с точки зрения корректности, частоте употребления в научной отрасли, а также приводятся связи с синонимичными понятиями. При поиске информации от синонимичных понятий приводятся отсылки к нормированному термину, а также к документам, содержащим это понятие. Такие термины, как правило, содержатся и в специализированных предметных словарях – тезаурусах.

Существует достаточное количество возможностей, предоставляемых ресурсами сети интернет и электронными каталогами библиотек, повышающих качество информационного поиска, однако каталоги библиотек остаются тем не менее, одним из самых значимых средств поиска научной информации. Поэтому ученому для работы с информационно-поисковыми системами рекомендуется овладеть навыками поиска и поисковым лингвистическим инструментарием, что является залогом успешной научно-исследовательской работы.

#### Список использованных источников

1. Гендина, Н. И. Лингвистические средства библиотечно-информационных технологий: учебник / Н. И. Гендина. – Санкт-Петербург: Профессия. 2015. – 440 с. – (Учебник для бакалавров).

2. Ванюшина, С. П. УДК в научно-технических библиотеках Беларуси / С. П. Ванюшина // Инструментарый індэксатар і яго прымяненне у бібліятэках Беларусі = Инструментарий индексатора и его применение в библиотеках Беларуси / Нацыянальная бібліятэка Беларусі; [склад. Пугачева С. А.; пад навук. рэд. Кузьмініч Т. В.]. – Мінск, 2016.

УДК 621.9.047.7

#### ИМПУЛЬСНАЯ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗМЕРНОЙ И ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

*Королёв А. Ю., Нисс В. С., Будницкий А. С., Паршута А. Э., Сорока Е. В.*

*Белорусский национальный технический университет*

*e-mail: budnitskiy@park.bntu.by*

**Summary.** *To reduce energy consumption and increase the efficiency of the process of electrolytic plasma treatment (EPT) for the purpose of modifying and polishing the surface of products made of metallic materials, their dimensional processing while maintaining high intensity, processing quality and environmental safety, a new pulse method has been developed that combines the advantages of both electrochemical and electrolytic-plasma process. The method is based on the use of a unipolar pulsed mode with a pulse duration of 0.5–10 ms and an amplitude of more than 200 V, in which the electrochemical stage, the transitional stage, and the stable EPO stage alternate sequentially within each pulse. An increase in the efficiency of the developed process is achieved due to the main intensive metal removal during the implementation of the electrochemical stage with low energy costs and optimization of the duration of the electrolytic-plasma stage, which ensures high surface quality.*

Для снижения энергоемкости и повышения эффективности процесса электролитно-плазменной обработки (ЭПО) с целью, модификации и полирования поверхности изделий из металлических материалов, их размерной обработки при сохранении высокой интенсивности, качества и экологической безопасности разработан принципиально новый импульсный метод (импульсная ЭПО), совмещающий преимущества как электрохимического, так и

электролитно-плазменного процесса. Разработанный метод импульсной ЭПО основан на применении униполярного импульсного режима с длительностью импульсов 0,5–10 мс и амплитудой более 200 В, при котором в пределах каждого импульса последовательно чередуются электрохимическая стадия, переходная стадия и устойчивая стадия ЭПО [1].

Повышение эффективности разработанного процесса импульсной ЭПО достигается за счет основного интенсивного съема металла при реализации электрохимической стадии с низкими энергетическими затратами и оптимизации продолжительности электролитно-плазменной стадии, при которой обеспечивается высокое качество поверхности. Повышение частоты следования импульсов при снижении их длительности позволяет увеличить электрохимическую составляющую процесса и обеспечить более интенсивный съем металла с поверхности, удалить значительные неровности поверхности и т.п. Снижение частоты следования импульсов при одновременном увеличении их длительности позволяет увеличить электролитно-плазменную составляющую процесса и достигнуть низкой шероховатости при общем снижении энергоемкости процесса.

Использование импульсного технологического напряжения сделало возможным независимо управлять каждой стадией процесса. Расчет энергетических затрат показал, что в процессе импульсной ЭПО съем металла в шесть раз больше, чем при традиционной ЭПО. При этом удельная мощность в импульсном процессе больше только в 2,9 раза. Таким образом производительность импульсного процесса ЭПО, оцениваемая по съему металла, в два раза выше по сравнению с традиционным процессом на постоянном токе.

Проведенные исследования показали, что при импульсной ЭПО происходит более интенсивный съем материала с обрабатываемой поверхности, чем при традиционных методах электрохимического и электролитно-плазменного полирования. Причем основной вклад в съем материала вносит электрохимическое воздействие токового импульса, возникающего в начальной стадии импульса, а электролитно-плазменная стадия обеспечивает полирование поверхности детали, но обеспечивает в несколько раз меньший удельный съем. Удельный съем металла при электрохимической стадии может быть больше, чем при электролитно-плазменной стадии в шесть раз (по результатам эксперимента съем для цилиндрического образца в 20%-ном электролите равен  $16,2 \cdot 10^{-5}$  г/мм<sup>2</sup>·мин). Причем величину съема можно изменять в меньшую сторону путем уменьшения паузы между импульсами. Это приводит к уменьшению амплитуды токового импульса и его длительности.

Большой удельный съем позволяет быстрее удалять мелкие дефекты металлообработки, например заусенцы. С целью проверки параметров снятия заусенцев были подготовлены детали в виде цилиндров диаметром 2 мм со шлифовкой торцов, и детали, вырезанные лазером из стали AISI 316. Для более быстрого удаления заусенцев подходит режим с большей амплитудой электрохимического импульса, когда длина импульса и паузы по 2 мс, амплитуда напряжения импульса 200 В. Электролит с большей концентрацией сульфата аммония способствует увеличению амплитуды электрохимического импульса и ускорению снятия заусенцев за счет увеличения проводимости электролита.

В процессе экспериментов определено, что специальная предварительная очистка поверхности деталей перед обработкой не требуется. Обезжиривание поверхности, очистка от загрязнений и окалина осуществляется непосредственно в процессе обработки. Разработанный процесс не требует точного поддержания определенной температуры электролита. Наиболее стабильное протекание процесса, как и в случае с традиционным электролитно-плазменным полированием, наблюдается при достаточно высокой температуре электролита – около 90 °С. При этом в процессе обработки происходит мощный локальный разогрев электролита в прилегающей к поверхности анода области и даже при меньшей средней температуре электролита, в этой области самопроизвольно устанавливается близкая к оптимальной температура. Далее в результате теплообмена температура остального объема электролита также повышается и поддерживается на необходимом уровне.

### Список использованных источников

1. Технология полирования с применением комплексного электрохимического и электролитно-плазменного воздействия в управляемых импульсных режимах / А. Ю. Королёв, В. С. Нисс, А. Э. Паршутто // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: мат. Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 25–26 апреля 2019 г. – Могилев: БРУ, 2019. – С. 51–52.

УДК 625.074

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В КАЧЕСТВЕ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЯХ

Корончик А. В., Жуковский Е. М.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: alexkoron@yandex.by

**Summary.** *The main purpose of the article is an indication of the problem of the emergence and accumulation of large-tonnage waste from the production of the pulp industry, which is quite large-scale within the state. The conditions and technical possibilities of using cellulose fiber waste in mixtures containing a large amount of bitumen – stone-mastic asphalt (SMA) concrete.*

При производстве бумаги и картона на фильтрах водоочистных сооружений целлюлозно-бумажных комбинатов оседает и накапливается так называемый «скоп» – масса, состоящая из целлюлозных волокон, глины, различных органических и неорганических примесей.

Согласно общегосударственному классификатору Республики Беларусь (ОКРБ) утвержденным постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 9 сентября 2019 г. № 3-Т «Об утверждении, введении в действие общегосударственного классификатора Республики Беларусь», отход относится к Блоку 1 «Отходы растительного и животного происхождения», при этом скоп имеет 4 класс опасности и код 1841000, относясь к разделу 8 Отходы целлюлозы, бумаги, картона, находясь в группе 4 Отходы производства бумаги и картона [1].

На картонно-бумажных производствах Республики Беларусь ежегодно образуется более 1000 тыс. т отходов производства изделий из дерева и бумаги, основной источник отходов как правило приходится на полиграфическую деятельность и тиражирование информации записанных носителей согласно официальной статистической информации Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Таблица 1 – Временной ряд данных за 2016–2020 г. образования отходов производства по показателям

Вид экономической деятельности	Единица	2016	2017	2018	2019	2020
Производство изделий из дерева и бумаги; полиграфическая деятельность и тиражирование информации записанных носителей	1000 т/год	756,7	1,244.1	1,301.8	1,511.5	1,409.6

Скоп представляет собой осадок сточных вод после первичной очистки, органическая часть которого составляет около 50 % и представлена в основном целлюлозными волокнами. Минеральная часть содержит до 90 % каолина. Гранулометрический состав представлен преобладанием фракций <0,025 мм (около 50 %). При проведении исследования использовали скоп, образующийся на ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин» с влажностью 39–40 % и плотностью 0,35 кг/м<sup>3</sup> [2].