

дования рекомендованы износостойкие покрытия из композиций порошков марки ПП-СРЗ, ПГ-10К-01 и ПР-Х4Г2Р4С2Ф. У этих покрытий высокая твердость и коррозионная стойкость. Рекомендуемая последующая обработка – шлифование. Структура покрытия близка к монолитной (однородной).

ЛИТЕРАТУРА

1. Куприянов И.Л., Геллер М.А. Газотермические покрытия с повышенной прочностью сцепления.- Мн. Навука і техника, 1990.-176 с. 2. Кудинов В.В. Бобров Г.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование. - М.: Металлургия, 1992. – 432 с. 3. Газотермические покрытия из порошковых материалов. Справочник / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.А. Сидоренко, Е.Н. Ардатовская. – Киев.: Наукова думка, 1987. – 544 с. 4. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь, В.С. Ивашко, А.Ф. Ильющенко и др. - Мн.: Беларуская навука, 1998. - 583 с. 5. Исследование и изобретательство в машиностроении. Практикум / Под общ. Ред. М.М. Канне. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 237 с.

УДК 621.923.7

Киселева Н.А., Синькевич Ю.В, Моисеенко С.И.

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ– ВКЛАД В ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Эпоха индустриализации в Европе постепенно сменяется эрой инновационной, когда решающее развитие приобретают наукоемкие технологии и разработки. В конце XX столетия Организация экономического сотрудничества и развития начала реализовывать концепцию создания национальных инновационных систем. Задача построения конкурентоспособной и динамичной экономики, основанной на знаниях, стоит сегодня и перед Беларусью. Решением правительства Республики Беларусь разработана и одобрена Концепция национальной инновационной системы. Главной целью разрабатываемой программы является перевод национальной экономики в режим интенсивного инновационного развития в рамках белорусской экономической модели. Она предусматривает взаимную увязку всех звеньев инновационной цепочки: научная идея – научная разработка – освоение в производстве – серийное производство. Главой государства утверждены приоритетные направления научно-технической деятельности, фундаментальных и прикладных научных исследований в Республике Беларусь на 2006–2010 годы. Ускорение социально-экономического развития страны предусматривает всемерную интенсификацию производства на основе научно-технического прогресса. В разрезе отраслей доминирующее положение на рынке инновационной продукции занимают предприятия машиностроения и металлообработки, топливной, химической и нефтехимической промышленности [1]. Поэтому особенно важно уделять пристальное внимание развитию и продвижению технологий именно в этих отраслях. А достижения в машино- и приборостроении зависят, в свою очередь, от процессов обработки металлов.

В машиностроении с каждым годом все шире используются труднообрабатываемые стали и сплавы, применение которых позволяет уменьшить массу конструируемых машин, повысить их мощность и улучшить эксплуатационные характеристики. Нетрадиционные методы обработки, позволяющие получать требуемую точность и качество, находят все боль-

шее применение не только в исследовательских лабораториях, но и в реальных производствах. Поэтому разработка технологических решений для эффективной обработки труднообрабатываемых материалов является актуальной задачей [2].

Под точностью в машиностроении принято понимать степень приближения истинного параметра процесса, вещества, предмета к его номинальному значению. Это одна из основных характеристик деталей машин и приборов. Точность детали, полученная в результате обработки, зависит от многих факторов и определяется отклонениями от геометрической формы детали или ее отдельных элементов, отклонениями действительных размеров детали от номинальных и отклонениями поверхностей и осей детали от точного взаимного расположения. Точность обработки непосредственно связана с проблемой повышения эксплуатационных качеств машин [3]. Во многих случаях получение необходимых характеристик машин может быть достигнуто применением более точной обработки деталей. В то же время вопросы точности оказывают непосредственное влияние на построение технологического процесса изготовления детали. Повышение точности обработки обеспечивает экономию материала за счет уменьшения межоперационных припусков, снижения трудоемкости технологического процесса изготовления данной детали, а также сокращает трудоемкость сборки машины [3]. Особое значение приобретают вопросы обеспечения заданной точности при автоматизации производства. Ведь автоматизация является двигателем интенсификации внедрения инновационных технологий в производство, а значит вопрос установления необходимой точности и способов ее достижения особенно актуален.

Не менее важной характеристикой получаемой детали является качество ее поверхности, которое можно охарактеризовать двумя основными признаками: физико-механическими свойствами поверхностного слоя металла и шероховатостью поверхности. Качество обработанной поверхности металла обуславливается свойствами металла и методами ее обработки. В настоящее время внедрению принципиально новых высокоэффективных технологических процессов, обеспечивающих не только снижение трудоемкости изготовления, но и повышение качества и эксплуатационных характеристик современных машин, уделяется большое внимание и ставится вопрос о развитии специальных отраслей машиностроения, изменении структуры процессов обработки материалов. Особенно остро этот вопрос стоит в связи с широким использованием таких материалов, для которых традиционные способы резания металлов не дают положительных результатов. Именно поэтому появились и интенсивно развиваются различные электрофизические и электрохимические методы обработки материалов – электроэрозионный, электрохимический, ультразвуковой, светолучевые методы и др. Эти методы можно объединить в два основных направления – термические и химические, для которых характерна независимость скорости съема металла от его твердости. Электрохимические и электрофизические методы обработки материалов за последние годы все больше применяются как наиболее эффективные и экономичные, а нередко и как единственно возможные. Расширяется внедрение в промышленность так называемой совмещенной (комбинированной) электрохимической и электрофизической обработки в тех случаях, когда традиционные методы формообразования (обработка резанием, штамповка и др.) дополняются электрохимическим и (или) электрофизическим воздействием на обрабатываемый материал в целях интенсификации операций [4].

По технологическому назначению [5] все разновидности электро-физико-химической обработки (ЭФХМО) можно условно подразделить на две группы: формообразующие и отделочные. К первой относят и заготовительные операции, выполняемые как электрохимической, так и комбинированной обработкой; вторая группа операций включает, в частности, галтование, травление, полирование и др. ЭФХМО и комбинированные методы обработки характеризуются приведенными ниже основными технологическими особенностями, отличающими их от традиционных технологий, которые основаны преимущественно на силовом (контактном) воздействии инструмента на заготовку [6]:

1. Обработка различных материалов практически с любыми физико-механическими свойствами осуществляется без приложения значительных механических усилий или без

непосредственного механического контакта инструмента с обрабатываемой поверхностью заготовки;

2. Широкие технологические возможности изменения формы, размеров, шероховатости и свойств обрабатываемых поверхностей заготовок;

3. Получение сложных по форме поверхностей заготовок при сравнительно простой кинематике процессов;

4. Незначительная зависимость (а зачастую и полная независимость) основных технологических режимов от физико-механических свойств обрабатываемого материала и сравнительно простое их изменение, при котором, как правило, не требуется замены оборудования, оснастки и инструмента;

5. Минимальное влияние технологических особенностей процессов на механические свойства и эксплуатационные характеристики деталей;

6. Относительная простота, низкая себестоимость и высокая стойкость применяемого инструмента, а иногда и отсутствие его износа. Во многих процессах ЭФХМО инструмент в классическом его понимании вообще отсутствует, а его функции выполняет сформированный соответствующим образом поток электронов, ионов и т.д.;

7. Большие возможности интенсификации многих технологических процессов механической обработки, нанесения покрытий, сварки, пайки и др., выполняемых традиционными методами с большой трудоемкостью и низким качеством обработки;

8. Возможность механизации и автоматизации основных технологических и вспомогательных переходов вплоть до применения робототехнических средств и комплексной автоматизации операций и процессов;

9. Возможность сокращения, а во многих случаях и исключения применения остродефицитных и дорогих инструментальных сталей и сплавов, а также потерь обрабатываемых материалов.

Однако наряду с положительными особенностями ЭФХМО им присущи и некоторые недостатки или ограничения, которые обусловлены их физической сущностью. К ним относятся: повышенная энергоемкость процессов при равнозначных с механической обработкой производительности и качественных показателях, относительная громоздкость применяемого технологического оборудования и оснастки, а также необходимость применения во многих случаях специальных источников питания электрическим током, устройств для подачи, сбора, хранения и очистки рабочей жидкости, необходимость размещения технологического оборудования в отдельных помещениях, связанная с повышенной пожарной опасностью и специфическими требованиями по охране труда.

Термические методы обработки основаны на том, что путем концентрации энергии на маленьком участке детали материал можно расплавить или испарить. Энергия может подаваться в форме теплоты (газопламенная или плазменная обработка), света (лазеры) или путем электронной бомбардировки (электронный луч и электрическая эрозия).

Химические методы кроме способов травления включают различные методы электрохимической обработки (ЭХО). ЭХО металлов занимает важное место в современном машиностроении. Она основана на принципе локального анодного растворения металла при высокой плотности тока в проточном электролите. ЭХО металлов и сплавов на импульсных режимах обработки в настоящее время является одним из эффективных методов, в частности, для электрохимического формообразования. Среди методов импульсной обработки часто используются различные варианты импульсной анодно-катодной обработки [7]. Появившиеся и апробированные новые технологические схемы ЭХО позволяют значительно увеличить точность обработки. Однако наибольшей точности и наименьшей шероховатости поверхности можно достичь на отделочных операциях ЭХО. Поэтому в комплексе ЭХО заметное место занимает группа методов, основной целью которых является выполнение отделочных операций для изменения свойств и состояния поверхности деталей (электрохимическое полирование, шлифование, глянецование и т.п.). Одним из перспективных методов отделочной ЭХО является электроимпульсное полирование (ЭИП), технология которого разработана в Белорусском национальном техническом университете [8].

ЭИП предназначено для высококачественной финишной обработки сложнопрофильных, преимущественно наружных поверхностей изделий из коррозионно-стойких и углеродистых сталей, цветных металлов и сплавов, удаления заусенцев и притупления острых кромок, высокоэффективной подготовки поверхности перед нанесением гальванических и ионно-вакуумных покрытий, очистки поверхности деталей от минеральных и органических загрязнений и удаления окалины небольшой толщины. Минимально достижимая шероховатость поверхности при ЭИП предопределяется микроструктурой металла и составляет $Ra = 0,03...0,02$ мкм, при этом снижение шероховатости поверхности определяется уровнем исходной шероховатости и продолжительностью обработки. В настоящее время ЭИП имеет широкое промышленное применение для обработки деталей, в том числе прецизионных из различных металлов и сплавов, а иногда является единственно возможным методом [9]. В свете последних тенденций развития интереса к ЭИП можно отметить, что этот метод обработки по сравнению с наиболее близкими аналогами (электрохимическим полированием, глянецванием, доводкой) обладает рядом существенных преимуществ, в числе которых наиболее важными является равномерность съема металла на различных участках заготовки, а также возможность обработки деталей различной формы и размеров с высокой производительностью и стабильным качеством.

Однако одно лишь новое не дает гарантии успеха. И если новый процесс не обеспечивает значительных преимуществ и реальной экономии, он не будет существовать. Во многих случаях ясно, что ЭИП имеет условия для существования; вопрос заключается в том, как велика роль, которую будет играть этот процесс в металлообработке в будущем. ЭИП должно привлечь внимание инженеров-технологов, так как предлагает высокую производительность процесса в совокупности с высокими показателями качества и точности обработанной поверхности. Но подобно всем методам ЭИП имеет преимущества и недостатки. К недостаткам этого процесса в настоящее время можно отнести: отсутствие или недостаточность знаний инженеров-технологов в вопросах механизма ЭИП, гидродинамики жидкостей, фильтровании, утилизации отработанного электролита, а также относительно большие электрические мощности и стоимость оборудования. Большинство этих недостатков можно преодолеть только путем накопления опыта. Поэтому исследования, направленные на изучение физико-электрохимических процессов, протекающих на поверхности электродов и в приэлектродных слоях, актуальны и практически важны. Понимание их роли и закономерностей протекания позволит значительно расширить область практического применения ЭИП. В настоящее время существует реальная возможность ознакомления инженеров-технологов прежде всего с возможностями ЭИП, его преимуществами и недостатками. Безусловно, дальнейшее изучение этого процесса необходимо для его успешного применения, однако даже то, что уже известно, позволяет его широко использовать, а возрастающая потребность в высококачественных, точных деталях делает технологию ЭИП все более востребованной. Ведь оптимизация обработки деталей в первую очередь возможна с применением новых технологий, разработка которых должна стать главным приоритетом развития машиностроения на современном этапе.

Положительной тенденцией последних лет стало увеличение научных кадров. Возросшее число ученых и исследователей имеет все шансы превратить идею внедрения собственных новых разработок и технологий в реальное производство. Наряду с реализацией государственных научно-технических программ все шире развивается взаимодействие науки и производства посредством заключения и исполнения двусторонних договоров. Создаются и успешно работают совместные научные лаборатории, кафедры при предприятиях, опытно-экспериментальные производства. Это актуально и важно особенно сейчас, когда многие предприятия республики вновь начинают работать в полную силу и стремятся производить инновационную продукцию, способную конкурировать с лучшими зарубежными образцами и быть востребованной как на внутреннем, так и на зарубежном рынках [1].

Республика Беларусь является полноправным членом Международного сообщества государств, избравших стратегию инновационного развития. Инновации становятся не только главным фактором развития национальной экономики, но и важнейшим условием социального прогресса. Высокий интеллектуальный потенциал белорусского общества, всестороннее развитие

личности, разумная инновационная политика белорусского государства выступают в качестве гаранта решения актуальных проблем страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семашко В. Стратегия инновационного развития / В. Семашко // Республика – Экономическая среда. – 2006. – 4 октября – с. 2.
2. Асцатуров Ю.Г. Электрохимические основы и разработка технологических решений эффективной обработки коррозионной стали: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.17.03 / Ю.Г. Асцатуров; Южно-Российский гос. технич. ун-т (Новочеркасский политехнический ин-т). – Новочеркасск, 2005. – 18 с.
3. Корсаков В.С. Точность механической обработки. – М.: Машиностроение, 1961. – 377 с.
4. Артамонов Б.А. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Учеб. пособие (в 2-х томах) Т. II. Обработка материалов с использованием высококонцентрированных источников энергии / Б.А. Артамонов, Ю.С. Волков, В.И. Дрожалова и др.; под ред. В.П. Смоленцева. – М.: Высш. шк., 1983. – 208 с.
5. Де Барр А.Е. Электрохимическая обработка (перевод с англ.) / А.Е. Де Барр, Д.А. Оливер. – М.: Машиностроение, 1973. – 184 с.
6. Байсунов И.А. Электрохимическая обработка металлов: Учеб. пособие для СПТУ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988. – 184 с.
7. Яхова Е.А. Анодное растворение железа и малоуглеродистой стали в растворах нитратов и хлоратов при импульсной анодно-катодной обработке: автореф. дис. канд. хим. наук: 05.17.03 / Е.А. Яхова; Приднестр. гос. ун-т им. Т.Г. Шевченко. – М., 2002. – 15 с.
8. Головкина Е.Я. Метод электроимпульсного полирования металлов / Е.Я. Головкина, С.Н. Терехов, Ю.В. Синькевич, О.И. Авсеевич // Машиностроение. – Минск, 1988. – Вып. 13. – С. 40 – 43.
9. Синькевич Ю.В. Электроимпульсное полирование прецизионных отверстий / Ю.В. Синькевич, Г.Я. Беляев, И.Н. Янковский, Н.А. Киселева // Машиностроение: сб. научн. трудов. Вып. 22. – Мн.: БНТУ, 2006. – С. 44 – 48.

УДК 621.79

Беляева Г.И., Беляев Г.Я., Крушевский А.Е., Присевок А.Ф.

РАСЧЕТ ФОРМЫ ПИТАТЕЛЯ ПЛАЗМОТРОНА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

При газопламенном и плазменном напылении порошковых материалов, особенно с малыми значениями удельного веса (порошки на основе пластических материалов и др.), часто наблюдаются случаи прекращения подачи порошка из питателя. Это объясняется тем, что в питателе образуется, несмотря на наличие избыточного давления, купол из порошка, который и держит на себе всю массу порошковой смеси. В связи с этим представляется важным найти математические зависимости, связывающие размерные характеристики формы питателя, физико-механические свойства порошков и параметры процесса напыления.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О СВОДООБРАЗОВАНИИ

Запишем дифференциальные уравнения сыпучей среды для плоского элемента (плоская задача) в полярных координатах:

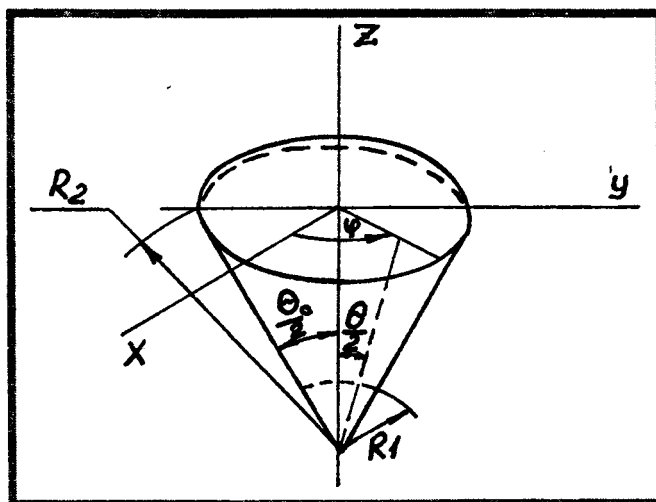


Рисунок 1 – К решению задачи о сводообразовании