тельными свойствами, затрудняющими их применение: высокий коэффициент трения (f = 0,5 – 0,7), низкая теплопроводность, налипание и образование задиров при работе в узлах трения.

В работе исследована возможность электрохимической обработки титанового сплава марки ВТ3 в режиме микродугового оксидирования с целью получения деталей с высокой износостойкостью поверхности. Для получения износостойкого МДО–покрытия экспериментально подобран оптимальный состав электролита и режимы оксидирования, обеспечивающие протекание режима МДО и формирование оксидного покрытия толщиной 100–200 мкм и микротвердостью HV 10000 – 12000 МПа.

Методами рентгеноструктурного и металлографического анализов, измерение микротвердости и испытаниями на износ изучена структура и свойства оксидных покрытий, сформированных при разных режимах МДО. Показано, что основными фазами упрочненного слоя являются модификации TiO_2: рутил и анатаз, а также титанат алюминия – Al_2TiO_5, которые имеют кристаллическое строение.

Определены триботехнические характеристики МДО–покрытия, которые указывают на низкий коэффициент трения покрытия в условиях смазки. Так, коэффициент трения оксидного покрытия в паре с чугуном равен f = 0,006, что значительно ниже по сравнению с хромовым покрытием – f = 0,06.

Таким образом, показана возможность обоснованного выбора условий электролиза для сплава ВТ3, обеспечивающего заданный фазовый состав, структуру и свойства МДО–покрытий. Это позволит повысить эксплуатационные характеристики реальных пар трения при различных условиях их работы.

УДК 621.771.26.011

ТИХОМИРОВ Ю.С., ***КУЗЬМЕНКО В.И.,*** канд. техн. наук, проф.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА И ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОВЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КАМЕРНЫХ ПЕЧЕЙ

Нами была составлена методика расчета камерных печей, включающая в себя: расчет горения топлива, расчет времени нагрева заготовок, определение

размеров рабочего пространства печи, выбор кладки и определение наружных размеров печи, расчет теплового баланса и определение расхода топлива, расчет основных технико-экономических показателей работы печи. Данная методика позволяет по заданному составу топлива, необходимой производительности, материалу и размерам заготовки рассчитать тепловые и конструктивные элементы камерной печи необходимые для ее строительства. Также данная методика служит основой для самостоятельной работы и практических занятий по курсу «Технология нагрева и нагревательные устройства кузнечно-штамповочных цехов». По этой методике была разработана программа для расчета камерной печи под названием Heat v2 Professional.

Основные возможности и достоинства программы:

- ***Простота использования***. От пользователя требуется только ввести состав топлива, диаметр заготовки, длину заготовки, выбрать марку стали, задать необходимую производительность и нажать кнопку «Расчет». Программа за считанные секунды рассчитает все необходимые параметры, при вычислении формул выберет необходимые коэффициенты. Также в ней присутствует встроенная база данных сталей, из которой программа сама возьмет все необходимые параметры: время конца и начала ковки, теплоемкость, плотность и теплопроводность выбранной стали.

- ***Автоматический режим расчета***. Встроенная система АРОП (Автоматический расчет оптимальных параметров) - эта система автоматически выбирает температурные режимы нагрева (температуру печи и температуру конца нагрева), сама выбирает число рядов и число заготовок в ряду так, чтобы обеспечивалась необходимая величина садки и оптимальное отношение длины печи к ее ширине. Также АРОП следит за тем, чтобы обеспечивался оптимальный коэффициент загрузки пода, производительность пода и температура горения топлива. Если коэффициент загрузки пода слишком мал, то заготовки будут разложены плотнее и будет выполнен полный перерасчет. Если производительность пода слишком велика, то расстояние между заготовками будет увеличено, но увеличение расстояния между заготовками, особенно если заготовки массивные, может привести к тому, что получится слишком большая печь, что недопустимо, тогда АРОП предложит вам разбить печь на 2 одинаковых и будет проводить дальнейший расчет для 1 печи. Также может возникнуть ситуация, когда ваше топливо не может обеспечить нужную температуру печи, в этом случае АРОП предложит повысить КПД горелки, или же температуру воздуха, подаваемого вместе с топливом.

- ***Ручной режим расчета.*** Если вас не устраивает результат работы АРОП, вы можете выключить его, выбрав режим «Лабораторный расчет». В этом режиме пользователь сам может выбрать температурный режим, число рядов и количество заготовок в ряду и прочие параметры. Вы сами подбираете необходимые значения, чтобы обеспечить оптимальные размеры печи, величину садки, коэффициент загрузки пода, температуру горения топлива и т.д. Но даже в этом случае АРОП работает в пассивном режиме, он будет оповещать вас, если какой-либо из параметров не является оптимальным.

-***Точность расчета***. Впервые был реализован расчет коэффициента $C_{Г.К.М.}$ $[Вт/м^2 \cdot К]$ - приведенный коэффициент лучеиспускания между продуктами горения внутренней поверхностью стены и поверхностью металла. Данный коэффициент зависит от размещения и размеров заготовок, состава продуктов горения, а значит от состава топлива и от размеров рабочего пространства печи. Расчет данного коэффициента позволяет значительно повысить точность расчета времени нагрева заготовки.

- ***Полное решение поставленной задачи.*** Кроме того, программа строит эскиз пода, эскиз печи и график нагрева заготовки.

- ***Отчеты и сохранение результатов***. В программе можно просмотреть только основные параметры печи и краткий отчет. Но также имеется возможность создать полный отчет, в который входят результаты всех расчетов, эскизы печи и пода. Для создания полного отчета в формате *.doc необходимо, что бы на компьютере присутствовала программа Microsoft Office Word, для автоматизации работы с этим офисным пакетом была использована технология **OLE** (*Object Linking and Embedding*). Основное преимущество использования OLE (кроме уменьшения размера файла) в том, что она позволяет создать главный файл, картотеку функций, к которой обращается программа. Этот файл может оперировать данными из исходной программы, которые после обработки возвращаются в исходный документ. В дальнейшем планируется реализовать создание отчетов в формате HTML, что сделает программу более гибкой и независимой от Microsoft Office Word.

Помимо создания полного отчета, эскиз пода и эскиз печи можно сохранить отдельно в формате *.bmp (BitMap). Сохраненные эскизы имеют высокое разрешение, что позволяет им безупречно выглядеть на печати.

- ***Помощь.*** Несмотря на то, что программа очень проста в использовании, в ней присутствует справочная система. В справочной система описано

как работать с программой, ее возможности. Также присутствует описание методики расчета, что позволяет дать ответы на все возникшие вопросы.

Программы **Heat v2 Professional:**

- поможет студентам изучающим курс «Технология нагрева и нагревательные устройства кузнечно-штамповочных цехов» лучше усвоить материал, сделать проверочный расчет задания по данному курсу

- позволит студентам-дипломникам быстро выполнить расчет печи по горячей штамповке, что сэкономит им немало времени

- сделает инженерный расчет печи необходимый для ее строительства

Список литературы: 1. *Телегин А.С., Авдеева В.Г.* Теплотехника и нагревательные устройства: Учеб. Пособие для машиностроительных техникумов по специальности “Ковочно-штамповочное производство”. – М.: Машиностроение, 1985, - 249 с. **2.** *Скворцов А.А., Акименко А.Д., Кузелев М.А.* Нагревательные устройства. – М.: Высшая школа, 1965, - 443 с. **3.** *Ковка* и штамповка: Справочник. В 4-ч т./Ред. совет: Е.И. Семенов и др. – М.: Машиностроение, 1985, - Т.1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка/Под ред. Е.И. Семенова. 1985. 568 с., ил. **4.** *Казанцев Е.И.* Промышленные печи: Справочное руководство для расчета и проектирования. М.: Металлургия, 1975, - 367 с.