

Наблюдается рост повреждений во времени эксплуатации. Установлено, что снижение надежности АВМ обусловлено причинами, приводящими к чрезмерным перегревам статорных обмоток, роторов и подшипников (рис. 2).

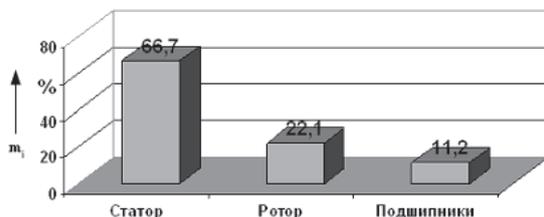


Рис. 2. Распределение отказов асинхронных вспомогательных машин на Красноярской железной дороге

Этими причинами в большинстве случаев являются уменьшение напряжения питания значительно меньше допустимых значений, повышенная нагрузка приводных двигателей вентиляторов и затрудненный пуск МК в зимний период эксплуатации [1].

Список литературы

1. Проектирование привода вспомогательных механизмов ЭПС с асинхронным двигателем: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / А.М. Худоногов, В.В. Макаров, В.П. Смирнов, А.И. Орленко, И.А. Худоногов. – М.: Маршрут, 2008. – 300 с.

РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Чернобай С.П., Саблина Н.С.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре
государственный технический университет»,
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: spch@knastu.ru

При изготовлении деталей и узлов самолетов из металлических материалов значительную трудоемкость (до 25...35% от общей трудоемкости изготовления изделий) составляют операции механической обработки на металлорежущих станках. Использование в конструкциях агрегатов самолета крупногабаритных монолитных деталей сложных форм из труднообрабатываемых

материалов вызывает рост объема работ по механической обработке.

Наиболее приемлемым путем повышения точности и производительности, снижения объема доводочных работ и себестоимости изготовления деталей летательных аппаратов (ЛА) является применение высокоскоростной обработки (ВСО) инструментом повышенной теплоустойчивости, износостойкости и пластичности.

Практика эксплуатации режущего инструмента (РИ) из быстрорежущих сталей показывает, что в большинстве случаев причиной неудовлетворительной стойкости инструмента является его хрупкое разрушение или смятие режущей кромки из-за низких пластических характеристик.

Исследованиями, выполненными в ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», установлено, что одним из перспективных путей повышения теплоустойчивости и износостойкости РИ является изотермическая закалка в интервале бейнитного «предпревращения», в качестве нагревающей и охлаждающей среды использование псевдооживленного слоя сыпучих материалов. Максимальной теплоустойчивостью обладают образцы из стали Р18 после изотермической закалки в интервале бейнитного «предпревращения», исключая промежуточные превращения и в том числе бейнитное. Изотермическая закалка быстрорежущих сталей в интервале бейнитного «предпревращения» способствует увеличению твердости и теплоустойчивости. Кроме того, особое состояние «предпревращения», вызванное ослаблением межатомных связей в кристаллической решетке, приводит к упорядочению структурной (кристаллической) неоднородности, и улучшению свойств РИ из быстрорежущих сталей. Сравнительная оценка износостойкости РИ при ВСО труднообрабатываемых материалов ЛА из титановых сплавов показала, что его стойкость увеличивается в 1,3...1,7 раза, использование нитроцементации такого инструмента увеличивает его стойкость в 3,1 раза, а обработка электроимпульсным воздействием – в 3,9 раза.

Результаты экспериментов свидетельствуют о перспективности предложенной комплексной технологии изготовления деталей ЛА при ВСО.

Химические науки

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР С ДЕФЕКТНЫМИ АТОМНЫМИ ПОЗИЦИЯМИ

Голубев А.М., Журавлев С.В., Горячева В.Н.,
Березина С.Л.

Московский государственный технический
университет им. Н.Э. Баумана, Москва,
e-mail: amgol@mail.ru

Нашедшие практическое применение кристаллы во многих случаях имеют дефектную кристаллическую структуру, характеризующуюся неполным заселением кристаллографиче-

ских позиций или статистическим заселением одной позиции атомами двух и более элементов. Расшифровка и уточнение таких структур, и их моделирование связано с определенными трудностями. В случае ионных кристаллов с известным атомным мотивом для анализа и моделирования дефектных кристаллических структур может быть использована концепция валентностей химических связей. Концепция валентностей химических связей базируется на представлении ионного кристалла как макромолекулы, составленной из катионов и анионов. Каждый контакт катион (i) –анион (j) в первой

координационной сфере рассматривается как химическая связь порядка (или с валентностью связи) s_{ij} . Сумма валентностей связей для каждого иона должна быть равна его абсолютному заряду (степени окисления). Для зависимостей валентности связи от межатомного расстояния был предложен ряд формул. В настоящее время наибольшее применение получила экспоненциальная зависимость, предложенная в [1]:

$$s_{ij} = \exp[(R_{ij} - d_{ij})/b], \quad (1)$$

где R_{ij} и b – эмпирические константы; d_{ij} – межатомное расстояние. Проведенные расчеты для большого количества кристаллических структур, не содержащих дефектных кристаллографических позиций подтвердили корректность и эффективность применения данной концепции.

Концепция валентностей связей была использована нами для моделирования кристаллических структур ионных кристаллов сложных оксидов, галогенидов, оксогалогенидов [2], не содержащих дефектных кристаллографических позиций. В качестве минимизируемого функционала использовалась сумма квадратичных отклонений рассчитанных зарядов ионов от табличных с учетом расстояний анион-анион, для исключения недопустимо коротких расстояний такого типа. Было получено удовлетворительное совпадение теоретических и экспериментальных значений параметров элементарных ячеек

и межатомных расстояний, а также рассчитанных и табличных значений степеней окисления атомов.

В настоящей работе приведены примеры моделирования кристаллических структур со смешанными кристаллографическими позициями, заселенными двумя или тремя катионами разных элементов. Учет статистического заселения одной кристаллографической позиции разными катионами осуществлялся следующим образом: параметр R_{ij} для смешанной позиции рассчитывался как сумма индивидуальных параметров, умноженных на атомную долю соответствующего катиона. В случае неполной заселенности позиции вклад данного иона в сумму валентностей связей соседних ионов умножался на долю заселенности соответствующей позиции. В качестве модельных структур были использованы структуры семейства лангасита – перспективного материала для пьезо- и акустоэлектроники. В данных структурах (тригональная сингония, пр. гр. $P32, Z = 1$) имеются четыре кристаллографические позиции, заселенные катионами и три – заселенные анионами кислорода. Первоначально расчеты были проведены для структуры $Sr_3TaGa_3Si_2O_{14}$, в которой отсутствуют смешанные катионные позиции. Полученные результаты свидетельствовали об удовлетворительном совпадении экспериментальных [3] и теоретических структурных параметров (таблица).

Экспериментальные и рассчитанные параметры модельных структур

Структура	Тип данных	Параметры элементарной ячейки		Формальные заряды ионов в кристаллографических позициях						
		a	c	катионы			анионы			
				1a	2d	3e	3f	2d	6g	6g
$Sr_3TaGa_3Si_2O_{14}$	экспер.	8,294	5,080	5	4	2	3	-2	-2	-2
	расчет	8,239	5,046	5,0	3,9	1,9	2,98	-1,8	-2,0	-2,0
$La_3Ta_{0,5}Ga_{5,5}O_{14}$	экспер.	8,229	5,122	4	3	3	3	-2	-2	-2
	расчет	8,150	5,114	4,0	3,0	2,9	3,0	-1,8	-2,0	-2,0
$La_3Ta_{0,25}Zr_{0,5}Ga_{5,25}O_{14}$	экспер.	8,257	5,147	4	3	3	3	-2	-2	-2
	расчет	8,267	5,065	4,0	3,0	2,8	3,0	-1,7	-2,1	-1,9

В кристаллической структуре $La_3Ta_{0,5}Ga_{5,5}O_{14}$ позиция 1a статистически заселена катионами Ta^{5+} и Ga^{3+} в соотношении 1:1 что приводит к среднему катионному заряду, равному четырем. Проведенные нами расчеты по описанному выше алгоритму привели к совпадению структурных параметров и формальных зарядов ионов (табл.1). В структуре $La_3Ta_{0,25}Zr_{0,5}Ga_{5,25}O_{14}$ [4] позиция 1a заселена статистически тремя катионами с зарядами +3, +5 и +4 в соотношении, приводящем к среднему значению +4. Расчеты с использованием смешанного параметра R_{ij} для условного катиона с зарядом +4, находящегося в данной позиции также как и в преды-

дущих случаях привели к удовлетворительным результатам (см. таблицу).

Использование формализма валентностей химических связей позволяет моделировать кристаллические структуры ионных соединений и в случае наличия в структуре кристаллографических позиций, статистически заселенных атомами разных химических элементов.

Список литературы

1. Brown I.D., Altermatt D. Bond-valence parameters obtained from a systematic analysis of the Inorganic Crystal Structure Database // Acta Cryst. B. – 1985. – Vol. 41, №4. – P. 244–247.
2. Моделирование структур ионных кристаллов с использованием концепции валентностей связей / А.М. Голу-

бев, И.В. Татьяна, В.Н. Горячева и др. // Необратимые процессы в природе и технике: Труды Третьей Всерос. конф. (Москва, 26-28 янв. 2011 г.) – М., 2005. – С. 106-108.

3. Уточнение структуры кристаллов и семейства лангасита / В.В. Юнин, Т.И. Овсечина, Е.В. Чупрунов и др. // Вестник ННГУ. Серия «Физика». – 2004. – №1. – С. 75-80.

4. Прецизионное уточнение кристаллической структуры $\text{La}_2\text{Ta}_{0,25}\text{Zr}_{0,5}\text{Ga}_{3,25}\text{O}_{14}$ / А.П. Дудка, Р. Читра, Р.Р. Чоудхури и др. // Кристаллография. – 2010, – Т. 55, №6. – С. 1119–1125.

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Двадненко М.В., Привалова Н.М.,
Беленькова Ю.И.

Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, e-mail: amra@ok.kz

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, физико-химические и биологические. Совместное использование метод очистки и обезвреживания сточных вод называется комбинированным.

Сущность механического метода состоит в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками и ситами различных конструкций, а поверхностные загрязнения – нефтеловушками, маслоуловителями, смолоуловителями и др. Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 2/3 нерастворимых примесей, а из промышленных – более 9/10.

При физико-химическом методе обработки из сточных вод удаляются тонкодисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические неокисляемые и плохо окисляемые вещества. Широкое применение находит электролиз. Он заключается в разрушении органических веществ в сточных водах и извлечении металлов, кислот и других неорганических веществ. Электролитическая очистка осуществляется в особых сооружениях – электролизерах. Очистка сточных вод с помощью электролиза эффективна на свинцовых и медных предприятиях, в лакокрасочной и некоторых других областях промышленности. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворенных – до 25%.

Загрязненные сточные воды очищают также с помощью ультразвука, озона, ионообменных смол и высокого давления. Хорошие результаты показал биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов. Есть несколько типов биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды и аэротенки. В биофильтрах сточные воды пропускаются через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной пленкой. Благодаря этой пленке интенсивно протекают процессы биохимического окисления. В биологических

прудах в очистке сточных вод принимают участие все организмы, населяющие водоем.

Биологический метод применяют при очистке коммунально-бытовых стоков, а также при очистке отходов предприятий нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, производстве искусственного волокна.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СОРБЦИИ МЕТАЛЛОВ НА БРУСИТЕ

Привалова Н.М., Двадненко М.В.,
Привалов Д.М.

Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, e-mail: amra@ok.kz

Работа адсорбционных аппаратов, в которых сточные воды перемешиваются с адсорбентом, так же, как и работа адсорбционных колонн, в значительной степени определяется закономерностью протекания процесса во времени в отдельной грануле адсорбента, т. е. кинетикой адсорбции. Общая скорость процесса определяется либо скоростью переноса молекул из раствора к внешней поверхности зерна адсорбента (т. е. скоростью внешнедиффузионного массообмена), либо скоростью переноса молекул внутри зерна по его порам (т. е. скоростью внутридиффузионного массопереноса).

Возможно использование брусита в качестве щелочного реагента, так как за счёт естественного растворения минерала происходит повышение рН среды, которое способствует образованию и выпадению в осадок оксигидратов металлов. В этом случае необходимо время лишь для растворения минерала. При использовании брусита как ионообменника необходимо время для диффузии ионов металла из внешней среды к поверхности частицы адсорбента, а также диффузии молекул от внешней поверхности этой частицы к её центру по каналам пор различного сечения и обмен их на ион магния. В каждом случае минимальное время для достижения максимальной величины адсорбции различно.

Наиболее простым и удобным является статический метод определения кинетических свойств сорбента. Для определения скорости обмена ионов этим методом семь навесок брусита по 100 мг крупностью менее 30 мкм помещали в колбы с объемом раствора 200 мл. Концентрация металла составляла около 100 мг/л. Перемешивание осуществлялось в помещении при температуре воздуха 18–25 °С, рН растворов менялось от 6,5 до 8,0 в зависимости от извлекаемого металла и времени контакта.

Полученные экспериментальные данные показали, что в среднем сорбционное равновесие устанавливается через 30–60 мин (при градиенте скорости перемешивания раствора $G = 6600 \text{ с}^{-1}$). Эти значения больше, чем при использовании цеолитов (15–30 мин), но значительно меньше, чем у многих природных сорбентов.