

Наибольшей униполярностью характеризовались образцы неоднородных кристаллов ТГС:Сг, полученные из пирамид с высокой скоростью роста (например, {110}) и квазирегулярной ростовой слоистой структурой. Петли гистерезиса в этом случае имели перегибы, соответствующие разным компонентам доменной структуры, причем достаточно жестко закрепленной на доменных стенках. Об этом свидетельствовало снижение значений переключаемой части спонтанной поляризации.

Для кристаллов с периодом ростовой примесной структуры около 100 мкм наблюдалось почти полное исчезновение вторичной компоненты P_s и резкое снижение реориентируемой спонтанной поляризации. Таким образом, можно утверждать, что для отдельных пирамид роста кристаллов ТГС:Сг путем периодического распределения примеси возможно формировать регулярную доменную структуру, коррелирующую с периодом примесной ростовой структуры. Стенки доменов такой структуры достаточно сильно закрепляются на границах и процессы переполяризации требуют приложения более высоких полей, т.е. такой кристалл становится сегнетожестким материалом.

Проведенные исследования процессов поляризации для кристаллов с различной конфигурацией доменной структуры показали, что существует определенная корреляция доменной и дефектной структур для сегнетоэлектрических кристаллов, выращиваемых из растворов. Управление распределением примеси в процессе выращивания, может являться эффективным методом получения кристаллов с заданными характеристиками.

Литература

1. Голенищев–Кутузов, А.В. Индуцированные домены и периодические доменные структуры в электро-и магнитоупорядоченных веществах/ А.В.Голенищев –Кутузов, В.А. Голенищев –Кутузов, Р.И. Каллимулин// Успехи физических наук. 2000.-Т. 170, №7.- С.697-712.
2. Aleksandrovski, A. L. Periodic Ferroelectric Domain Structures for Nonlinear Optics/ A. L. Aleksandrovski // Laser Physics. 1996. - V. 6. - P. 1003-1012.

ВЫБОР КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ ПОТОКИ ЭНЕРГИИ

Акулович Л.М., Зевелева Е.З., Крутько В.С., Позылова Н.М.
Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск.
Полоцкий государственный университет, Новополоцк,
ГНПО «Центр» НАН Беларуси, Минск

Перспективным направлением в машиностроении, приборостроении и электронике является создание и внедрение в производство методов обработки (МО), основанных на сочетании в одном процессе различных видов энергии или различных способов воздействия на обрабатываемый материал.

В общем виде системная модель технологии представляется в виде трех входных потоков: материи, энергии, информации. Поэтому метод обработки материала целесообразно рассматривать в виде подсистем – энергетической и информационной. Энер-

гетическая подсистема доставляет и преобразует энергию, необходимую для электрофизического, электрохимического, термомеханического и др. воздействий на заготовку с целью изменения ее физико-механических свойств, отделения или нанесения материала. Эта подсистема определяется видом процесса обработки (ПО). Информационная подсистема управляет потоками энергии и материалов, обеспечивая их доставку в необходимом виде и количестве в заданное место рабочего пространства с целью создания определенной формы, размеров и качества поверхности детали.

Под методом обработки понимается совокупность энергетических и информационных процессов, направленных на изменение формы, размеров, качества поверхности изделия и физико-механических свойств материала. Процесс обработки рационально представить в виде цепочки преобразования энергии:

$$ПО = \{ \mathcal{E}_{\text{раб}} \Rightarrow \mathcal{E}_{\text{возд}} \Rightarrow M_{\text{ф.х.}} \},$$

где $\mathcal{E}_{\text{раб}}$ – рабочая энергия; $\mathcal{E}_{\text{возд}}$ – энергия воздействия; $M_{\text{ф.х.}}$ – вид физико-химического механизма (электрофизический, электрохимический, термомеханический и др.).

Процесс целесообразно рассматривать как некоторую энергетическую систему, доставляющую энергию, необходимую для формирования поверхности или обрабатываемого объекта в целом, и преобразующую ее из одного состояния заготовки в другое, соответствующее новому качеству.

Преобразование энергии происходит в несколько этапов:

- первый этап – преобразование первичного вида энергии в рабочую ($\mathcal{E}_{\text{раб}}$), происходит с помощью устройства преобразователя энергии, т.е. с помощью технологического оборудования;

- второй этап – при воздействии на обрабатываемый объект рабочая энергия превращается в энергию воздействия ($\mathcal{E}_{\text{возд}}$);

- третий этап – энергия воздействия приводит к образованию физико-химических механизмов обработки заготовки. Вид физико-химического механизма является главным элементом, преобразующим основные показатели МО, такие как характер обработки, производительность, энергозатраты и т.п.

Для формализации условий целенаправленного формирования новых МО каждая совокупность одноименных компонентов r_i описывается как некоторое множество технологических решений R_i . Такой подход позволяет любой метод обработки $r_{\text{м.о}}$ представить в виде кортежа:

$$r_{\text{м.о.}} = (r_{\text{нов.}}, r_{\text{м.}}, r_{\text{обл.}}, r_{\text{в.м.}}, r_{\text{э.п.}}, r_{\text{н.м.о.}}, r_{\text{с.п.э.}}, r_{\text{и.э.}}, r_{\text{р.э.}}, r_{\text{т.}}, r_{\text{k.}}, r_{\text{s}}).$$

Каждый элемент кортежа является элементом соответствующего множества конструкторско-технологических решений, т.е. $\{r_i\} = R_i$ или $r_i \in R_i$, где множества R_i и их элементы имеют следующие обозначения: $R_{\text{нов.}} = \{r_{\text{нов.}}\}$ – обрабатываемые поверхности детали; $R_{\text{м.}} = \{r_{\text{м.}}\}$ – обрабатываемые материалы; $R_{\text{обл.}} = \{r_{\text{обл.}}\}$ – области применения МО; $R_{\text{в.м.}} = \{r_{\text{в.м.}}\}$ – способы воздействия на материал заготовки; $R_{\text{э.п.}} = \{r_{\text{э.п.}}\}$ – виды энергии, подводимой в зону обработки; $R_{\text{н.м.о.}} = \{r_{\text{н.м.о.}}\}$ – наименования МО; $R_{\text{с.п.э.}} = \{r_{\text{с.п.э.}}\}$ – способы подвода энергии в зону обработки; $R_{\text{и.э.}} = \{r_{\text{и.э.}}\}$ – источники энергии; $R_{\text{р.э.}} = \{r_{\text{р.э.}}\}$ – энергетические режимы обработки; $R_{\text{т.}} = \{r_{\text{т.}}\}$ – обрабатывающие инструменты; $R_{\text{k.}} = \{r_{\text{k.}}\}$ и $R_{\text{s.}} = \{r_{\text{s.}}\}$ – соответственно кинематические и статические схемы обработки.

Анализ взаимосвязей между конструкторско-технологическими решениями МО позволяет определить на множестве $R_{\text{м.о.}}$ ряд отношений H_i : $(r_{\text{нов.}}, r_{\text{м.}})H_1 r_{\text{обл.}}$;

$r_{обл.}H_2r_{в.м.}; (r_{нов.}, r_{м.})H_3r_{в.м.}; r_{в.м.}H_4r_{э.п.}; (r_{в.м.}, r_{э.п.})H_5r_{н.м.о.}; (r_{с.п.э.}, r_{э.п.})H_6r_{и.э.}; r_{с.п.э.}H_7r_{р.э.}; (r_{нов.}, r_{в.м.}, r_{э.п.}, r_{с.п.э.})H_8r_{и.}; (r_{с.п.э.}, r_{м.})H_9r_{к.}; (r_{нов.}, r_{к.})H_{10}r_{с.}$

Отношение H_i выделяет на множестве: $R_{м.о.}$ – область применения МО; H_2 и H_3 – способ воздействия на материал заготовки; H_4 – вид энергии, подводимой в зону обработки; H_5 – наименование метода обработки; H_6 – источник энергии; H_7 – энергетический режим обработки; H_8 – обрабатывающий инструмент; H_9 и H_{10} – соответственно кинематическую и статическую схемы обработки.

Для задания каждого отношения H_i в виде определенной формулы или совокупности формул целесообразно использовать соответствующую функцию выбора.

В качестве критериев выбора можно использовать свойства конструкторско-технологических решений, а значения этих свойств рассматривать как значения критериев выбора.

Наличие конкретного свойства α у конструкторско-технологического решения r_i выражается с помощью соответствующего предиката $E_\alpha(r_i)$, утверждающего, что решение r_i обладает свойством α .

Каждое свойство α может принимать множество значений θ_α . Тогда выражение $E_\alpha(r_i) \wedge \theta_\alpha$, означает, что конструкторско-технологическое решение r_i обладает свойством α , и значение этого свойства есть θ_α .

Предикат позволяет выбирать конструкторско-технологические решения с заданным свойством для последующего отбора с помощью выражения только тех решений, которые обладают определенным значением этого свойства.

В общем случае конструкторско-технологическое решение r_i может иметь целый ряд свойств $\alpha, \delta, \dots, \gamma$, и каждое из этих свойств может принимать ряд значений, что выражается формулой:

$$\forall r_i \exists \alpha \exists \delta \dots \exists \gamma \{ [E_\alpha(r_i) \wedge (\bigvee_{j=1}^n \theta_{\alpha j})] \wedge [E_\delta(r_i) \wedge (\bigvee_{k=1}^m \theta_{\delta k})] \wedge \dots \wedge [E_\gamma(r_i) \wedge (\bigvee_{p=1}^q \theta_{\gamma p})] \},$$

где \forall и \exists – кванторы всеобщности и существования соответственно.

Между значениями свойств решения r_i могут существовать определенные взаимосвязи, и не всякое их сочетание является допустимым, т.е. если конструкторско-технологическое решение r_i обладает свойством α и значение этого свойства $\theta_{\alpha n}$, то оно r_i обладает и свойством δ , значение которого определяется множеством $\theta_{\delta p j}$.

Подобная ситуация описывается формулой:

$$\exists \alpha \exists \delta \forall r_i [E_\alpha(r_i) \wedge \theta_{\alpha n} \rightarrow E_\delta(r_i) \wedge (\bigvee_{j=1}^p \theta_{\delta p j})].$$

Утверждая, что если два любых компонента МО обладают хотя бы одним общим свойством, то между ними существует связь по общности свойств, которая дает возможность организовать выбор конструкторско-технологических решений по эквивалентности и предпочтению.

По эквивалентности выбираются разноименные решения, которые по совокупности своих свойств должны соответствовать друг другу:

$$\exists \alpha \forall r_i \forall r_j [E_\alpha(r_i) \wedge E_\alpha(r_j) \wedge (\theta'_\alpha = \theta''_\alpha) \rightarrow (r_i \approx r_j)].$$

По предпочтению выбираются решения из числа одноименных, обладающих наилучшими значениями необходимых свойств:

$$\exists \theta_{\alpha} \forall r_{i1} \forall r_{i2} [E_{\alpha}(r_{i1}) \wedge E_{\alpha}(r_{i2}) \wedge (\theta_{\alpha}^{r_{i1}} h \theta_{\alpha}^{r_{i2}}) \rightarrow (r_{i1} \approx r_{i2})],$$

где h – символ отношения предпочтения, который может принимать значения: «>», «≥», «<», «≤».

Такой подход позволяет формализовать условия выбора некоторого решения r_i по конкретному значению установленного критерия выбора t_q : $(\theta_{\alpha}^{r_i} h t_q)$.

Тогда совокупность предикатов позволяет выбрать решение r_i по нескольким критериям выбора $t_{q1}, t_{q2}, \dots, t_{qn}$, которые соответствуют n различным свойствам решения r_i . В этом случае условие выбора решения r_i принимает вид: $\bigwedge_{i=1}^n (\theta_{\alpha}^{r_i} h t_{q_i})$.

Применение формулы в задачах выбора разноименных конструкторско-технологических решений, обладающих различными свойствами α и δ , между которыми существует связь по взаимной зависимости свойств, т.е. выполняется условие: $E_{\alpha}(r_i) \rightarrow E_{\delta}(r_j)$, позволяет организовать выбор решений:

$$\exists \theta_{\alpha} \forall r_i \forall r_j [E_{\alpha}(r_i) \wedge E_{\delta}(r_j) \wedge (\theta_{\alpha}^{r_i} h_1 t_1) \wedge (\theta_{\delta}^{r_j} h_2 t_2) \rightarrow (r_i \approx r_j)].$$

Однако в общем случае полученное условие не выполняется, так как часто неизвестны взаимосвязи свойств решений r_i и r_j : $E_{\alpha}(r_i) \rightarrow E_{\delta}(r_j)$.

При обосновании выбора конструкторско-технологических решений и синтезе комбинированных методов, совмещаая электрофизические, электрохимические, термомеханические и др. воздействия, необходимо учитывать стабильность формирования параметров качества обработки и рассматривать механизмы управления устойчивостью технологического процесса путем применения обратных связей между механизмами воздействия. Поэтому в качестве целевой функции вместо конкретных значений совокупности критериев выбора $t_{q1}, t_{q2}, \dots, t_{qn}$ предлагается использовать критерии процессов совместного действия конструкторско-технологических факторов. Управление надежностью и адаптивностью гибкой системы электрофизической обработки на этапе проектирования оборудования в виде замкнутых технологических комплексов должно осуществляться путем ограничения номенклатуры универсальных производственных модулей и средств их технологического оснащения с последующей унификацией номенклатуры объектов и процессов производства. Рациональные параметры унификации при выборе конструкторско-технологических решений принимаются либо аналитически по критериям переноса, либо статистически по информации о конкретной производственной системе с учетом технико-экономического анализа.

ЛАЗЕРНО-УДАРНО-ВОЛНОВОЕ УПРОЧНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Сахвадзе Г.Ж.

Учреждение Российской академии наук Институт машиноведения
им. А.А.Благонравова РАН (ИМАШ РАН), Москва, Россия, sakhvadze@mail.ru

Существенный прорыв в разработке новых материалов может дать подход, основанный на импульсных технологиях воздействия, на комбинировании высокотехнологических методов структурного модифицирования материалов с современными методами их объемной или поверхностной обработки. В работе рассматриваются