Особенно актуальным является синтез неорганических сорбентов, способных одинаково эффективно извлекать различные ионы из многокомпонентной смеси. В качестве сорбента для извлечения из растворов катионов цинка, кадмия, меди и свинца при их совместном присутствии нами использован сорбент на основе гидроксидов магния и алюминия. Процесс сорбции из водных растворов проводили в статическом режиме. Анализ полученных образцов сорбента на содержание названных катионов проводили рентгено-флуоресцентным методом. Изучение сорбционной емкости сорбента на основе СОГ проводили в статических условиях, при этом использовали гранулы в виде шариков диаметром 2,5-3 мм. В качестве адсорбатов использовали катионы Cu (II), Cd (II), Zn (II) и Pb (II).

Опыты проводились по следующей методике. Навески образцов сорбентов по 5 г помещали в колбы с модельным стоком, содержащим катионы Cu (II), Cd (II), Zn (II) и Pb (II), объемом 0,25 дм^3. После установления равновесия отбирали пробы фильтрата и определяли в них содержание ионов методом потенциометрического титрования. Полученные результаты показали, что наилучшими свойствами по извлечению катионов Cu (II), Cd (II), Zn (II) и Pb (II) при их совместном присутствии обладает образец сорбента, полученный при совместном осаждении гидроксида алюминия и магния с масовой долей гидроксида магния 70 %.

В результате проведенных исследований показано, что степень извлечения катионов металлов зависит от способа получения сорбента, времени контактирования его с раствором, концентрации ионов и pH среды. Выявленные закономерности позволяют выбрать условия для сорбции ионов из многокомпонентных растворов. Результаты исследований являются новыми и перспективными как для разработки сорбционного извлечения катионов цинка, кадмия, меди и свинца, так и для проведения аналитических определений при экологическом мониторинге водных экосистем.

МИКРОЛЕГИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ СИСТЕМОЙ В ПРОЦЕССЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ОТЛИВОК

Фильчаков Д.С., Марков В.А.,Гурьев А.М., Мосоров В.И.

Алтайский государственный технический университет, Барнаул, e-mail: kandidattndc@mail.ru

Поверхностное легирование отливок за счет специальных обмазок и паст на внутреннюю поверхность литейных форм представляет интерес с точки зрения повышения износостойкости и жаропрочности, устойчивости к коррозии чугуна и стали. Оптимизация условий проведения технологических процессов является необходимой задачей планирования эксперимента.

В данной работе исследовали структуру и свойства упрочняющих покрытий на основе Ni, Cr, B, Si на стали 35Л. Обмазка с порошковым составом на связующем жидком стекле, клее БФ-2 и эпоксидной смоле наносилась на внутреннюю рабочую поверхность оболочковой формы. Заливка расплава производилась после предварительной сушки формы. Температура заливки расплава стали составляла 1520–1560 °С.

Наилучшие результаты получены при использовании в качестве связующего эпоксидной смолы. Глубина слоя достигает 1,5–3 мм. Покрытие прочно сцеплено с основой, плотное без пор и раковин. Структура покрытия имеет дендритное строение и состоит из эвтектики с участием кремния, бора, никеля и зерен твердого раствора на основе никеля, легированного хромом, и др.

Микротвердость слоя после нормализации с 900 °С превышает твердость стали в литом состоянии. Это объясняется уменьшением величины зерна и большей легированностью твердого раствора на основе аустенита. После закалки микротвердость, наоборот уменьшается, за счет устранения выделения избыточных фаз на основе эвтектических боридов и карбидов при быстром охлаждении.

Список литературы

1. Горшков А.А., Рабинович Е.Н. Поверхностное легирование стальных отливок. – М.: Машгиз, 1950.

2. Тавадзе Ф.И., Николаев О.Б. Петриашвили Б.Н. Литейное производство. –1964. – №1.

Физико-математические науки

АППРОКСИМАЦИЯ НАЧАЛЬНО-КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ С КРАЕВЫМ УСЛОВИЕМ ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА

Куттыкожаева Ш.Н., Наурызбаева А.А.

Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, e-mail: shaharzat@mail.ru

В этой работе рассматривается аппроксимация с малым параметром ε начально-краевой задачи с краевым условием проскальзывания для модифицированных уравнений Навье-Стокса. Доказываются теоремы существования и сходимости сильных решений вспомогательной задачи.

В работе [1] изучена разрешимость в ограниченной области $\Omega \subset R^3$ с гладкой границей $\partial\Omega$ начально-краевой задачи с краевым условием проскальзывания (условием свободной поверхности) для модифицированных уравнений Навье-Стокса.

$$\mathrm{v}_t - \left(v_0 + \mathrm{v}_1\|\mathrm{v}_x\|^2_{L_2(\Omega)}\right)\Delta\mathrm{v} + (\mathrm{v}\cdot\nabla)\mathrm{v} + \nabla p = f,$$
$$div\mathrm{v} = \nabla\cdot\mathrm{v} = 0, \quad v_0, v_1 > 0, \qquad (1)$$

$$\mathrm{v}\cdot n\big|_S = 0, \ (\mathrm{rot}\,\mathrm{v}\times n)\big|_S = 0, \quad t\in(0,\mathrm{T}),$$
$$\mathrm{v}\big|_{t=0} = \mathrm{v}_0(x). \qquad (2)$$

Для любых $\mathrm{v}\in W_2^s(\Omega)$, $s = 2, 3, \ldots$, удовлетворяющих краевому условию (2) в случае $\Omega\subset R^3$, или его аналогу

$$\mathrm{v}\cdot n\big|_S = \mathrm{v}_n\big|_S = 0, \quad \mathrm{rot}\,\mathrm{v}\big|_S = \left(\frac{\partial\mathrm{v}_2}{\partial x_1} - \frac{\partial\mathrm{v}_1}{\partial x_2}\right)\Bigg|_S = 0$$

в случае $\Omega\subset R^2$, справедлива формула Грина:

$$(-\Delta\mathrm{v},\omega)_\Omega = -(graddiv\mathrm{v},\omega)_\Omega + (rotrot\mathrm{v},\omega)_\Omega = -\int_S div\mathrm{v}\cdot\omega_n ds + (div\mathrm{v},\mathrm{div}\omega)_\Omega +$$
$$+\int_S \omega(rot\,\mathrm{v}\times n)\,ds + (rot\mathrm{v},\mathrm{rot}\omega)_\Omega = (div\mathrm{v},\mathrm{div}\,\omega)_\Omega + (rot\mathrm{v},\mathrm{rot}\,\omega)_\Omega, \qquad (3)$$

$$(grad\ div\mathrm{v},\Delta\omega)_\Omega = (grad\ div\mathrm{v},grad\ div\omega)_\Omega - \int_S grad\ div\mathrm{v}(\mathrm{rot}\omega\times n)ds -$$
$$-(rot\ grad\ div\mathrm{v},\mathrm{rot}\omega)_\Omega = (grad\ div\mathrm{v},graddiv\omega)_\Omega, \qquad (4)$$

если $\Omega\subset R^3$, и

$$(-\Delta\mathrm{v},\omega)_\Omega = (div\,\mathrm{v},div\omega)_\Omega + (rot\,(rot\,\mathrm{v}),\omega)_\Omega =$$
$$= (div\mathrm{v}, div\omega)_\Omega + \int_S rot\mathrm{v}(\omega\times n)ds + (rot\mathrm{v}, rot\omega)_\Omega,$$

$$(grad\ div\mathrm{v},\Delta\omega)_\Omega = (grad\ div\mathrm{v}, grad\ div\omega)_\Omega - \int_S rot\omega(grad\ div\mathrm{v}\times n)ds -$$
$$-(rot\ grad\ div\mathrm{v},rot\omega)_\Omega = (grad\ div\mathrm{v}, grad\ div\omega)_\Omega \qquad (5)$$

если $\Omega\subset R^2$. Далее рассмотрим ε-аппроксимацию уравнений (1)-(2):

$$\mathrm{v}^\varepsilon_t - (v_0 + \mathrm{v}_1\|\mathrm{v}^\varepsilon_x\|^2_2)\Delta\mathrm{v}^\varepsilon + (\mathrm{v}^\varepsilon\cdot\nabla)\mathrm{v}^\varepsilon - \frac{1}{\varepsilon}\nabla div\mathrm{v}^\varepsilon + \frac{1}{2}\mathrm{v}^\varepsilon div\mathrm{v}^\varepsilon = f, \qquad (6)$$

$$\mathrm{v}^\varepsilon\big|_{t=0} = \mathrm{v}_0(x), \ \ \mathrm{v}^\varepsilon\cdot n\big|_S = 0, \ \ \left(rot\mathrm{v}^\varepsilon\times n\right)_S = 0. \qquad (7)$$

Определение 1. Функция $\mathrm{v}^\varepsilon(x,t)$ называется сильным решением задачи (6)-(7), если она суммируема со всеми производными, входящими в уравнение (6) и удовлетворяет уравнению (6) и начально-краевым условиям (7) почти всюду в соответствующей мере.

Теорема 1. Пусть $\Omega\subset R^3$, $S\in C^2$, $v_0(x)\in J_n^2(\Omega)$, f, $f_t\in L_2(0,T,L_2(\Omega))$. Тогда начально-краевая задача (6)-(7) имеет единственное сильное решение и для решения справедливы оценки:

$$\|\mathrm{v}^\varepsilon_x\|_{L_\infty(0,T,L_2(\Omega))} + \frac{1}{\varepsilon}\|grad\ div\mathrm{v}^\varepsilon\|^2_{L_\infty(0,T,L_2(\Omega))} + \int_0^T\|\mathrm{v}^\varepsilon\|_{W_2^2(\Omega)}dt \le C < \infty \qquad (8)$$
$$\|\mathrm{v}^\varepsilon_t\|_{L_\infty(0,T,L_2(\Omega))} + \|\mathrm{v}^\varepsilon_{tx}\|_{L_2(0,T,L_2(\Omega))} < C < \infty$$

Теорема 2. Пусть выполнены все условия теоремы 1. Тогда решение задачи (6)-(7) сходится к решению задачи (1)-(2) при $\varepsilon\to 0$.

Список литературы

1. Осколков А.П. Начально-краевые задачи с краевым условием проскальзывания для модифицированных уравнений Навье-Стокса // Записка научных семинаров ЛоМИ. – 1994. – Т. 213. – С. 56-62.

2. Антонцев С.Н., Кажихов А.В., Монахов В.Н. Краевые задачи механики неоднородных жидкостей. – Новосибирск: Наука, 1983. – 318 с.

3. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1982. – 152 с.