

ТО происходит упрочнение обеих компонент, но упрочнение «мягкой» компоненты происходит более интенсивно: твердость увеличивается в 2...3 раза и более. Технология позволяет дифференцированно регулировать прочность компонент матрицы для повышения ее твердости при сохранении необходимой пластичности.

Матрица опытных АМК представляла собой смесь порошков с различной твердостью – ПХ18Н9Т (относительно мягкий порошок нержавеющей стали) и ПГ-ФБХ6 (износостойкий порошок повышенной твердости для напыления) с объёмной долей алмазов 2%. В составе матрицы варьировали процентное содержание порошка ПХ18Н9Т от 20 до 40%. Для экспериментов по взрывному компактированию была выбрана цилиндрическая схема нагружения. Испытания на износостойкость проводились для АМК, полученных ВП при различных технологических условиях (при различной мощности заряда взрывчатого вещества). Также для сравнения проведен анализ износостойкости алмазных правящих карандашей аналогичных типоразмеров, изготовленных промышленным способом по ГОСТ 607-80: тип 04, исполнение

А, весовая группа алмазов 500/400 каратов, объёмная доля алмазного сырья 5% (примерно в 2,5 раза выше, чем у экспериментальных АМК).

Торцевые части испытывавшихся образцов и карандашей истирались плоской поверхностью равномерно вращающегося круга при скоростях скольжения 0,61; 0,87 м/с и постоянной осевой нагрузке 5 Н. Определяли весовой износ образцов после прохождения равных промежутков пути трения.

Сравнительные испытания позволили выбрать предпочтительные составы, режимы ВП и ТО, обеспечившие получение образцов АМК с износостойкостью, соответствующей износостойкости промышленных алмазных карандашей, но при вдвое меньшем расходе алмазного порошка.

Список литературы

1. Larionov V.P., Yakovleva S.P. Diamond and Metallic Composites (DMC) for Tool Making // Materials for Nontraditional System of Energy Generation, Storage and Saving (General Assembly and Fourth APAM Topical Seminar). – September, 3-5, 2000, Seoul National University, Seoul. – Korea. – P. 38-47.
 2. Ларионов В.П., Яковлева С.П., Махарова С.Н., Васильева М.И. Получение алмазметаллических композиций взрывным прессованием // Химическая технология. – 2000. – №2. – С. 12-16.

Физико-математические науки

**ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ
(2,1)-МЕТОДА ПЕРЕМЕННОГО ШАГА**

Ващенко Г.В.

Сибирский государственный технологический университет, Красноярск, email: algo_v@mail.ru

Предложен параллельный алгоритм переменного шага на основе (2,1)-метода. В предлагаемом параллельном алгоритме изменение величины шага построено на основе контроля точности численной схемы.

В настоящее время одним из основных параметров, характеризующих эффективность использования вычислительной техники в науке и технологии, являются математические модели и численные методы, применяемые при создании программ для реализации исследований и расчетов по этим моделям. Моделирование процессов во многие важных приложениях приводит к необходимости численного решения задачи Коши для умеренно жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений [1, 2].

Рассматривается задача Коши для автономной системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

$$y' = f(y), \quad y(t_0) = y_0, \quad t_0 \leq t \leq t_k, \quad (1)$$

где $y: [t_0, t_k] \rightarrow R^N, f: [t_0, t_k] \times R^N \rightarrow R^N, [t_0, t_k]$ – отрезок интегрирования. Для численного решения (1) применим схему (2,1)-метода

$$y^{(n+1)} = y^{(n)} + p_1 K_1^{(n)} + p_2 K_2^{(n)}, \quad (2)$$

$$D_n = E - ah_n f'_n, \quad D_n K_1^{(n)} = h_n f_n$$

$$D_n K_2^{(n)} = K_1^{(n)}$$

где коэффициенты a, p_1 и p_2 определяют свойства точности и устойчивости схемы (2), h – шаг интегрирования, $f'_n = \partial f(y_n) / \partial y$ – матрица Якоби системы (1). Будем считать, что (1) имеет единственное решение. Пусть известны условия для контроля точности вычислений, именно $p_1 + p_2 = 1$ и $ap_1 + 2ap_2 = 0,5, a = 1 - 0,5\sqrt{2}$. Изменение величины шага основано на оценке локальной ошибки δ_n . Учитывая соотношение, $\delta_n = \|K_1^{(n)} - K_2^{(n)}\| = O(h^2)$, новый шаг h_{new} определяем по формуле $h_{new} = qh$, где значение q находится из уравнения $q^2 \|\delta_n\| = \epsilon$. Если $q < 1$, то осуществляем повторное вычисление решения с шагом $h = h_{new}$. При $q > 1$ выполняем следующий шаг интегрирования с шагом h_{new} . Введем функции $Par_LU_Decompos()$, $Par_LU_Solution()$, реализующие декомпозицию матрицы D_n и нахождение векторов $K_1^{(n)}, K_2^{(n)}$. Для контроля точности численной схемы (2) введем функцию $accr_control()$, для выполнения которой назначим процессор $proc(1)$. Параллельный алгоритм вычисления приближенного решения $y^{(n+1)}$ переменного шага формулируем следующим образом.

Алгоритм. Пусть для численного решения системы (1) используется (2.1)-метод с контролем точности, и известно решение $y^{(n)}$ в точке t_n с шагом h_n . Тогда для получения значения $y^{(n+1)}$ в точке t_{n+1} справедлив параллельный алгоритм, в

котором на каждом процессоре $proc(j)$ формируется своя j -я часть вектора решения.

Шаг 1. В каждом $proc(j)$, $1 \leq j \leq p$; $(j-1) \cdot s + 1 \leq s_j \leq j \cdot s$: выполнить $recv(y_{s_1 \dots s_p}^{(n+1)}, h; 1, \dots, p)$, вычислить $f_{s_j}^{(n)}(y^{(n)})$ и матрицу Якоби J_j , $1 \leq j \leq p$.

Шаг 2. Сформировать матрицу $D = E - ahf_n'$.

Шаг 3. Разложить матрицу D_n , $D_n = Par_LU_Decompos()$.

Шаг 4. Вычислить $K_1^{(n)}$,

$$K_1^{(n)} = Par_LU_Solution()$$

Шаг 5. Вычислить $K_2^{(n)}$,

$$K_2^{(n)} = Par_LU_Solution()$$

Шаг 6. В каждом $proc(j)$, $1 \leq j \leq p$;

$$(j-1) \cdot s + 1 \leq s_j \leq j \cdot s:$$

определить

$$|\delta_{s_j}^{(n)}|_{s_j} = |k_{2,s_j}^{(n)} - k_{1,s_j}^{(n)}| / (|y_{s_j}^{(n)}| + r),$$

$$\|\delta^{(n)}\|_j = \max\{|\delta_{(j-1) \cdot s + 1}^{(n)}|, |\delta_{(j-1) \cdot s + 2}^{(n)}|, \dots, |\delta_{j \cdot s}^{(n)}|\}$$

и выполнить $send(\|\delta^{(n)}\|_j, 1)$.

Шаг 7. В $proc(1)$: выполнить $accur_control()$ и, если необходимо, вывести вектор $y^{(n+1)}$.

Шаг 8. В каждом $proc(j)$, $1 \leq j \leq p$;

$$(j-1) \cdot s + 1 \leq s_j \leq j \cdot s:$$

вычислить

$$y_{s_j}^{(n+1)} = y_{s_j}^{(n)} + p_1 k_{1,s_j}^{(n)} + p_2 k_{2,s_j}^{(n)}$$

и выполнить $send(y_{s_1 \dots s_p}^{(n+1)}; 1, \dots, p)$.

Шаг 9. Выполнить следующий шаг интегрирования.

Как показывают теоретические и практические расчеты, выполняемые на кластере ИВМ СО РАН [3] показывают, что основные вычислительные затраты связаны с реализацией LU-факторизации и последующем решении систем для определения шаговых коэффициентов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проект №11-01-00106.

Список литературы

1. Новиков Е.А. Явные методы для жестких систем. – Новосибирск: Наука, 1997.

2. Хайрер Э., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально-алгебраические задачи. – М.: Мир, 1999.

3. Исаев С.В., Малышев А.В., Шайдулов В.В. Развитие Красноярского центра параллельных вычислений // *Вычислительные технологии*. – 2006. – №11. – С. 28-33.

«Проблемы экологического мониторинга»,

Италия (Рим), 10-17 апреля 2011 г.

Медицинские науки

АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ И СУПЕРОКСИДИСМУТАЗЫ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ЛЮДЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕТАЛЛОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Кубрикова Ю.В., Попова Т.Н., Макеева А.В.

Воронежский государственный университет,
Воронеж, e-mail: makeeva81@mail.ru

Известно, что металлы необходимы для нормальной жизнедеятельности человеческого организма. Более 5% веса человеческого тела составляют Na, K, Ca и Mg. Другие металлы, такие как Fe, Ni, Co, Cu, Zn и др., присутствуют в организме в основном в составе биомолекул, а их содержание составляет менее 1% веса тела [1]. Однако, превышение допустимой концентрации металлов в окружающей среде создает серьезную угрозу здоровью человека. Особенно опасны тяжелые металлы, которые попадая в кровь и другие биологические жидкости, даже в небольших концентрациях, способны приводить к серьезным нарушениям нормального течения физиолого-биохимических процессов в организме. В зоне неблагоприятного воздействия выбросов металлургических предприятий

в России проживает около 10 млн. человек. Работники металлургического производства подвергаются усиленному воздействию комплекса вредных факторов, которые представлены соединениями Ni, Co и Cu, а также платиноидами, оксидами S, C и Se, Cl, Br, Na, Cd, Zn, Ag, Hg, Cr, Fe, Te, Ars, Si, Pb, Mg, Mo, W, Mn и бенз(а)пиреном. Концентрации этих веществ часто значительно превышают предельно допустимые нормы. В настоящее время в медицинской практике достаточно широко изучается роль тяжелых металлов в развитии различных патологических состояний. Показано, что ряд из них обладает канцерогенными, токсичными и фибриногенными свойствами [2]. Однако вопросы изучения влияния тяжелых металлов на состояние антиоксидантной системы организма до сих пор остаются открытыми. В связи с этим, целью данной работы было исследование активности ферментативных антиоксидантов – супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы в сыворотке крови людей, проживающих в г. Старый Оскол и работающих на Старооскольском электрометаллургическом комбинате.

Объектом исследования служила сыворотка крови людей, проживающих в г. Старый Оскол – I группа (контроль) и людей, занятых