

растворении золота методом вращающегося диска создает положительный депассивирующий эффект на границе раздела поверхностей фаз, заключающийся благодаря синтезу поверхностно-активных веществ (в числе которых обнаружены аминокислоты, пигменты и продукты их разложения в реакционной среде) в снижении поверхностного натяжения, возникающего между фазами, и улучшении доступа цианида к золоту. В результате эффективность используемого цианида возрастает, что делает возможным увеличение скорости растворения золота на 60 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свейников Г.Б., Ильин Ю.Т. // Уч. зап. ЛГУ. 1964. № 324.
2. Каковский И.А., Холманских Ю.Б. Изучение кинетики процесса цианирования меди и золота // Известия АН СССР. ОТН. Metallurgy and топливо. 1960. № 5. С.207-218.
3. Мельвин-Хьюз Е.А. Кинетика реакций в растворах. М., 1939.
4. Зеликман А.Н., Вольдман Г.М., Беляевская Л.В. Теория гидрометаллургических процессов. Изд. 2-е. М.: Metallurgy, 1983. 426 с.
5. Kirk D.W., Foulkes F.R., Graydon W.F. Electron stoichiometry at Anodic Dissolution of Gold Alkaline Cyanide // I. Electrochem. Soc. 1979. V.126, N12. P.2287-2288.
6. Латимер В.М. Окислительные состояния элементов и их потенциалы в водных растворах / Пер. с англ. М.: ИЛ, 1954. 400 с.
7. Rand D. A.Y. Oxygen Reduction on sulfide Mineral. Part III. Comparison of activities of various copper, iron, lead and nickel mineral electrode // I. Electroanal. chem. 1977. V.83, N 1. P.19-32.
8. Некрасов Б.В. Основы общей химии. М.: Химия, 1974. Т.1. 656 с.
9. Перекись водорода и перекисные соединения. Л.: М.: Госхимиздат, 1951. 475с.
10. Shibata S. Supersaturation of oxygen in acidic solution in the vicinity an oxygen-cooling anode // Electrochimica Acta. 1978. V.23. P.619-623.
11. Каковский И.А., Потапников Ю.М. Кинетика процессов растворения. М.: Metallurgy, 1975. 224 с.

Резюме

Ерігу жүйесінің кинетикалық сипаттамаларын зерттеуде химиялық және гетеротрофты «Т-10 ИМиО» бактериясын қолдана отырып, биохимиялық еру жүйелерін салыстыру мақсатында зерттеулер жүргізілді.

Цианисті ерітінділерге гетеротрофты бактерия және оның метаболиттерін қолданған кезде алтынның еру жылдамдығы едәуір өсті, осыдан кейін олардың ықпалымен беттік белсенді агенттер секілді цианирлеудің әртүрлі фазаларының шекара бөліктеріндегі беттік тартылыстары төмендеді, яғни алтынды еріту үрдісінің қарқындылығын 60 % жеткізетіндігі белгілі болды.

Summary

Kinetic characteristics of the two systems of gold dissolution: chemical and biochemical with use of heterotrophic bacteria "T 10 IMiO" in comparative plane have been investigated.

It is established that addition of heterotrophic bacteria and their metabolites into cyanide solutions has positive effect onto the rate of gold dissolution, and in this case their role, as surface – active agents consists in surface tension decrease on the boundary of various phases of cyanation, which leads to gold dissolution process intensification of 60 %.

УДК 669.213.6

Институт металлургии
и обогащения МОН РК,
г. Алматы

Поступила 04.07.2006 г.

М.О. САТКАЛИЕВА

СИНТЕЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО НАПРАВЛЯЮЩЕГО ДВУХПОДВИЖНОГО МЕХАНИЗМА V КЛАССА ПО ЗАДАНЫМ ПОЛОЖЕНИЯМ ВЫХОДНОЙ ТОЧКИ ШАТУНА

Рассмотрим задачу синтеза пространственного механизма V класса общего вида в соответствии с рисунком по четырем заданным положениям входного звена 1 и выходной точки T звена 3

$$\varphi_{1i} = \varphi_1(t_i), \varphi_{7i} = \varphi_7(t_i) \text{ и } X_{pi} = X_T(t_i), \\ Y_{Ti} = Y_T(t_i), Z_{Ti} = Z_T(t_i), \quad i = \overline{1,4}. \quad (1)$$

Решение задачи синтеза механизма проведено с использованием метода интерполирования. Для решения задачи синтеза кинематической цепи ABCD механизма по заданным положениям выходной точки T звена (BC) [1], в котором приближающая окружность точки C радиусом $l_{CD} = l_4 \phi$ с центром в точке D звена 4 (CD) определяется как линия пересечения сферы с координатами

X_{D1}, Y_{D1}, Z_{D1} и плоскости, удобно использовать выражения взвешенных разностей [2].

$$\Delta q = l_4^2 - l_{4\phi}^2, \quad (2)$$

$$\Delta q_i = ax_{3Ci} + by_{3Ci} + cz_{3Ci} - 1 = 0, \quad (3)$$

где $l_{4\phi}$ – расстояние между точками C звена 3 и D_1 :

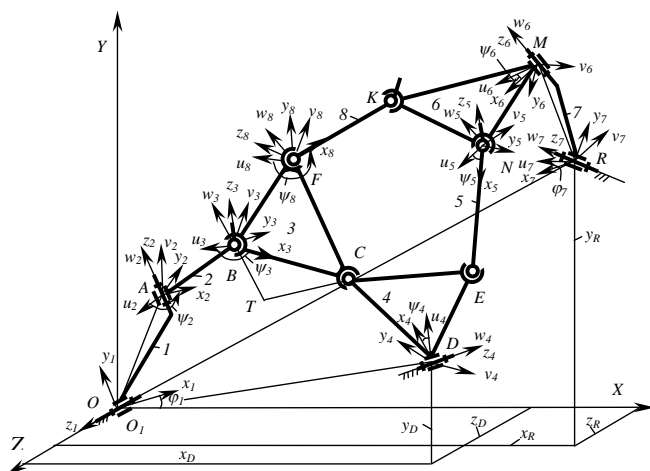
$$l_{4\phi}^2 = (X_{D1} - X_{Ci})^2 + (Y_{D1} - Y_{Ci})^2 + (Z_{D1} - Z_{Ci})^2 \quad (4)$$

a, b, c – коэффициенты уравнения приближающей плоскости; $X_{D1}, Y_{D1}, Z_{D1}, X_C, Y_C, Z_C$ – соответствующие координаты точек D_1 (центра сферы) и C в абсолютной системе координат $OXYZ$.

По условию синтеза координаты точки C звена 3, которому принадлежат локальные координаты выходной точки T , в абсолютной системе координат $OXYZ$ определяются с использованием обобщенного метода символических обозначений преобразования координат [3] в виде

$$\begin{aligned} X_C &= x_{3C} \cos(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) + \\ &+ z_{3C} \sin(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) + X'_C, \\ Y_C &= x_{3C} \sin(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) - \\ &- z_{3C} \cos(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) + Y'_C, \\ Z_C &= y_{3C} \cos \beta_3 + Z'_C, \end{aligned} \quad (5)$$

где



$$X'_C = a_{2,1} \cos \varphi_1 + a_{3,2} \cos(\varphi_1 + \psi_2);$$

$$Y'_C = a_{2,1} \sin \varphi_1 + a_{3,2} \sin(\varphi_1 + \psi_2);$$

$$Z'_C = c_{21} + b_{21} + b_{32} \cos \alpha_{21}.$$

Синтезу подлежат 10 неизвестных геометрических параметров кинематической цепи $ABCD$ механизма. Из них 7 параметров: $x_{3C}, y_{3C}, z_{3C}, X_D, Y_D, Z_D, l_{CD}$ – параметры синтезируемого звена 4 (CD) – и 3 параметра – X_{D1}, Y_{D1}, Z_{D1} – координаты центра сферы.

Вычисление четырех параметров рассмотрим на примере одного из вариантов: $X_{D1}, Y_{D1}, Z_{D1}, l_{CD1}$.

Выражение взвешенной разности (2) с учетом уравнений координат точки C запишем в виде обобщенного полинома.

$$\Delta q = p_1 f_1(\varphi_1, \psi_2) + p_2 f_2(\varphi_1, \psi_2) + p_3 f_3(\varphi_1, \psi_2) + p_4 f_4(\varphi_1, \psi_2) - F(\varphi_1, \psi_2), \quad (6)$$

где

$$\begin{aligned} p_1 &= X_{D1}, \quad f_1(\varphi_1, \psi_2) = \\ &= -2[x_{3C} \cos(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) + \\ &+ z_{3C} \sin(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) + X'_C]; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_2 &= Y_{D1}, \quad f_2(\varphi_1, \psi_2) = \\ &= -2[x_{3C} \sin(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) - \\ &- z_{3C} \cos(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) + Y'_C]; \end{aligned}$$

$$p_3 = Z_{D1}, \quad f_3(\varphi_1, \psi_2) = -2(y_{3C} \cos \beta_3 + Z'_C);$$

$$p_4 = X_{D1}^2 + Y_{D1}^2 + Z_{D1}^2 - l_{D1C}^2, \quad f_4(\varphi_1, \psi_2) = 1;$$

$$\begin{aligned} F(\varphi_1, \psi_2) &= -2x_{3C}[X'_C \cos(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) + \\ &+ Y'_C \sin(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3))] - 2y_{3C} \cos \beta_3 Z'_C - \\ &- 2x_{3C}[X'_C \sin(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) - \\ &- Y'_C \cos(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3))] - \\ &- 2x_{3C}z_{3C} \sin 2(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) - \\ &- (x_{3C}^2 + y_{3C}^2 + z_{3C}^2) - (X_C'^2 + Y_C'^2 + Z_C'^2). \end{aligned}$$

При решении задачи синтеза по методу интерполирования для четырех заданных положе-

ний механизма отклонения взвешенной разности должны равняться нулю. С учетом этого из выражения (6) имеем

$$p_1 f_1(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_2 f_2(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_3 f_3(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_4 f_4(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) - F(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) = 0, \quad i = \overline{1,4}. \quad (7)$$

Уравнение представляют собой систему линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных параметров p_1, p_2, p_3, p_4 . Решение этой системы имеет вид

$$\bar{p} = A^{-1} \bar{F}, \quad \text{если } \det A \neq 0. \quad (8)$$

Определим неизвестные геометрические параметры кинематической цепи $ABCD$ механизма по формулам

$$X_{D1} = p_1, \quad Y_{D1} = p_2,$$

$$Z_{D1} = p_3, \quad l_{CD1} = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 - p_4}.$$

Вычисление остальных четырех параметров проводим с использованием выражения взвешенной разности приближающей плоскости (3):

$$\Delta q_i = ax_{3Ci} + by_{3Ci} + cz_{3Ci} - 1 = 0.$$

С учетом координат точки C запишем систему четырех уравнений в виде

$$\begin{aligned} aX_{C1} + bY_{C1} + cZ_{C1} &= 1, \\ aX_{C2} + bY_{C2} + cZ_{C2} &= 1, \\ aX_{C3} + bY_{C3} + cZ_{C3} &= 1, \\ aX_{C4} + bY_{C4} + cZ_{C4} &= 1. \end{aligned} \quad (9)$$

Из первых трех уравнений определим коэффициенты

$$a = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \quad b = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \quad c = \frac{\Delta_3}{\Delta}, \quad \text{если } \Delta \neq 0. \quad (10)$$

Подставив выражения a, b, c в четвертое уравнение системы (9) и задав значения x_{3C}, z_{3C} , получим уравнение относительно неизвестного

$$y_{3C} = \frac{1 - aX_{Ci} - bY_{Ci} - cZ_{Ci}}{c \cos \beta_3}. \quad (11)$$

В частном случае, когда одна из двух подвижных систем координат принимается за неподвижную систему, совпадающую с абсолютной

системы координат $OXYZ$, координаты x_D, y_D, z_D (центра окружности) приравниваются к координатам точки D : X_D, Y_D, Z_D . Следовательно, основание перпендикуляра, опущенного из центра сферы D_1 к плоскости, определяет координаты X_D, Y_D, Z_D центра D приближающей окружности

$$\begin{aligned} X_D &= X_{D1} + Q_x d, \quad Y_D = Y_{D1} + Q_y d, \\ Z_D &= Z_{D1} + Q_z d, \end{aligned} \quad (12)$$

где $Q_x = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}, \quad Q_y = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}},$

$Q_z = \frac{c}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}$ – направляющие косинусы

оси вращательной пары в точке D звена 4;

$$d = \frac{aX_{D1} + bY_{D1} + cZ_{D1} - 1}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}. \quad (13)$$

Длина звена 4 (CD), т.е. радиус окружности, определяется по формуле

$$l_{CD\phi} = \sqrt{(X_D - X_C)^2 + (Y_D - Y_C)^2 + (Z_D - Z_C)^2}. \quad (14)$$

Таким образом, по четырем заданным положениям механизма определены восемь параметров: $y_{3C}, a, b, c, l_{CD}, X_{D1}, Y_{D1}, Z_{D1}$.

Рассмотрим задачу синтеза пространственного механизма V класса общего вида в соответствии с рисунком по пяти заданным положениям входного звена 1 и выходной точки T звена 3

$$\varphi_{1i} = \varphi_1(t_i) \quad \text{и} \quad X_{Ti} = X_T(t_i), \quad Y_{Ti} = Y_T(t_i),$$

$$Z_{Ti} = Z_T(t_i), \quad i = \overline{1,5}. \quad (15)$$

Вычисление пяти параметров рассмотрим на примере одного из вариантов:

$$X_{D1}, Y_{D1}, Z_{D1}, y_{3C}, l_{CD1}.$$

Выражение взвешенной разности (2) с учетом уравнений координат точки C запишем в виде обобщенного полинома.

$$\begin{aligned} \Delta q &= \rho_1 f_1(\varphi_1, \psi_2) + \rho_2 f_2(\varphi_1, \psi_2) + \\ &+ \rho_3 f_3(\varphi_1, \psi_2) + \rho_4 f_4(\varphi_1, \psi_2) + \rho_5 f_5(\varphi_1, \psi_2) + \\ &+ \rho_3 \rho_4 f_6(\varphi_1, \psi_2) - F(\varphi_1, \psi_2), \end{aligned} \quad (16)$$

где

$$p_1 = X_{D1}, \quad f_1(\varphi_1, \psi_2) = -2[a_{2,1} \cos \varphi_1 + a_{3,2} \cos(\varphi_1 + \psi_2) + x_{BC} \cos(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) + z_{BC} \sin(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3))];$$

$$p_2 = Y_{D1}, \quad f_2(\varphi_1, \psi_2) = -2[a_{2,1} \sin \varphi_1 + a_{3,2} \sin(\varphi_1 + \psi_2) + x_{BC} \sin(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) + z_{BC} \cos(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3))];$$

$$p_3 = Z_{D1}, \quad f_3(\varphi_1, \psi_2) = -2Z_C;$$

$$p_4 = y_{BC}, \quad f_4(\varphi_1, \psi_2) = -2Z_C \cos \alpha_{21};$$

$$p_5 = X_{D1}^2 + Y_{D1}^2 + Z_{D1}^2 + y_{BC}^2 - l_{D1C}^2, \quad f_5(\varphi_1, \psi_2) = 1;$$

$$p_3 p_4 = y_{BC} Z_{D1}, \quad f_6(\varphi_1, \psi_2) = -2 \cos \alpha_{21};$$

$$F(\varphi_1, \psi_2) = -2x_{BC}[X_C \cos(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) + Y_C \sin(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3))] - 2z_{BC}[Y_C \cos(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) + X_C \sin(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3))] - 2z_{BC}x_{BC} \sin 2(\varphi_1 + (\psi_2 + \psi_3)) - (x_{BC}^2 + z_{BC}^2 + X_C^2 + Y_C^2 + Z_C^2).$$

При решении задачи синтеза по методу интерполирования для пяти заданных положений механизма отклонения взвешенной разности должны равняться нулю. С учетом этого из выражения (16) имеем

$$p_1 f_1(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_2 f_2(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_3 f_3(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_4 f_4(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_5 f_5(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) + p_3 p_4 f_6(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) - F(\varphi_{1i}, \varphi_{2i}) = 0, \quad i = \overline{1,5}.$$

Решив систему уравнений (17) методом исключения неизвестных, получим квадратное уравнение относительно неизвестного p_4 :

$$k_1 p_4^2 + k_2 p_4 + k_3 = 0. \quad (18)$$

Решив уравнение (18), определим геометрические параметры кинематической цепи ABCD механизма по формулам

$$X_{D1} = p_1, \quad Y_{D1} = p_2, \quad Z_{D1} = p_3, \quad y_{3C} = p_4,$$

$$l_{CD1} = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + p_4^2 - p_5}.$$

Вычисление остальных пяти параметров: $x_{3C}, z_{3C}, X_D, Y_D, Z_D$ проводим с использованием выражения взвешенной разности (3):

$$\Delta q_i = ax_{3Ci} + by_{3Ci} + cz_{3Ci} - 1 = 0, \quad i = \overline{1,5}. \quad (19)$$

Определим коэффициенты $a = \frac{\Delta_1}{\Delta}, b = \frac{\Delta_2}{\Delta},$

$c = \frac{\Delta_3}{\Delta},$ если $\Delta \neq 0.$

Для решения задачи синтеза указанных пяти параметров составим систему из трех алгебраических уравнений, состоящих из двух уравнений системы (19) и квадратного уравнения (18). После соответствующих преобразований получим

$$T_4(z^0)x^4 + T_3(z)x^3 + T_2(z^2)x^2 + T_1(z^3)x + T_0(z^4) = 0,$$

$$S_6(z^0)x^6 + S_5(z)x^5 + S_4(z^2)x^4 + S_3(z^3)x^3 + S_2(z^4)x^2 + S_1(z^5)x + S_0(z^6) = 0, \quad (20)$$

где $x = x_{3C}, y = y_{3C}, z = z_{3C}.$

Система уравнений содержит неизвестные x и $z.$ Исключив неизвестное $x,$ получим алгебраическое уравнение 24-й степени относительно неизвестного $z.$ Решив данное уравнение, найдем вещественные решения относительно неизвестного, число которых определяется по теореме Штурма. Для положительных вещественных значений неизвестного z определим значения остальных неизвестных: $x = x_{3C}, y = y_{3C}.$ Аналогично, как показано выше, определяются координаты центра приближающей плоскости

$$X_D = X_{D1} + Q_x d, \quad Y_D = Y_{D1} + Q_y d,$$

$$Z_D = Z_{D1} + Q_z d.$$

Длина звена 4 (CD), т.е. радиус окружности, находится по формуле

$$l_{CD\phi} = \sqrt{(X_D - X_C)^2 + (Y_D - Y_C)^2 + (Z_D - Z_C)^2}.$$

Таким образом, по пяти заданным положениям механизма определены десять параметров: $x_{3C}, y_{3C}, z_{3C}, X_D, Y_D, Z_D, X_{D1}, Y_{D1}, Z_{D1}, l_{CD}.$

ЛИТЕРАТУРА

1. Зинovieв В.А. Пространственные механизмы с низшими парами. М.: Гостехиздат, 1952. 432с.
2. Артоboлевский И.И., Левитский Н.И., Черкудинов С.А. Синтез плоских механизмов. М.: Госиздат, 1959. 1084с.
3. Шет и Уикер мл. Обобщенная система символических обозначений механизмов // Конструирование и технология машиностроения. 1971. №1. С. 96-106.

Резюме

Екі дәрежелі V класы кеңістікті бағыттаушы механизмнің шатун буынының шығыс нүктесінің берілген төрт және бес жағдайына байланысты, интерполяция тәсіліне сүйене отырып, геометриялық параметрлерінің синтез есебі шешілген.

Summary

The task of synthesis of geometrical parameters of a spatial guide link two- moving mechanism of V class upon four and five preset positions of output point of connecting rod using the interpolation method is solved.

Поступила 02.03.2006 г.

M.M. АМАНГАЛИЕВА, А.Е. ТУЙМЕБАЕВА

О СПЕКТРЕ ОДНОГО ОСОБОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ВОЛЬТЕРРА ВТОРОГО РОДА. ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Постановка задач. На вещественной полуоси $R_+ = (0, +\infty)$ рассматриваются вопросы спектра следующего интегрального уравнения:

$$K_\lambda \mu \equiv (I - \lambda K) \mu \equiv \mu(t) - \lambda \int_0^\infty k\left(\frac{\tau}{t}\right) \mu(\tau) \frac{d\tau}{\tau} = 0, \quad t \in R_+, \quad (1)$$

и его сопряженного

$$K_\lambda^* \nu \equiv (I - \lambda K^*) \nu \equiv \nu(t) - \lambda \int_0^\infty k\left(\frac{t}{\tau}\right) \nu(\tau) \frac{d\tau}{t} = 0, \quad t \in R_+, \quad (2)$$

где ядро $k(z)$ определено соотношением

$$k(z) = \begin{cases} \frac{1}{2\sqrt{\pi}(1-z)^{3/2}} \exp\left(-\frac{1}{4(1-z)}\right), \\ 0, \end{cases} \quad (3)$$

$$0 < z < 1,$$

$$1 \leq z < +\infty;$$

$\lambda \in C$ – спектральный параметр.

Решения уравнений (1) и (2), соответственно ищутся в классах:

$$e^{-t} \mu(t) \in L_1(R_+), \quad e^t \nu(t) \in L_\infty(R_+). \quad (4)$$

Заметим, что в уравнениях (1) и (2) ядро интегрального оператора $k(z)$ обладает следующими свойствами:

1⁰. $\forall z \in [0,1]$ ядро $k(z) \geq 0$ и непрерывно.

2⁰. Для каждого $z_0 \geq \varepsilon > 0$: $\lim_{z \rightarrow +z_0} \int_{z_0}^z k(z) dz = 0$.

3⁰. Норма интегрального оператора, определяемого ядром $k(z)$ и действующего в пространстве суммируемых функций, равна

$$\operatorname{erfc}(1/2) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{1/2}^\infty e^{-\xi^2} d\xi \neq 0.$$

Свойство 3⁰ определяет особенность рассматриваемого интегрального уравнения (1), так как для него метод последовательных приближений неприменим!

Отметим, что необходимость исследования особых интегральных уравнений вида (1) возникает, например, при изучении некоторых нелокальных внутренне граничных задач для параболического уравнения [1], спектрально-нагруженных параболических уравнений [2–4], задач с подвижной границей [5] и обратных задач для параболических уравнений и т.д.