

ISSN 2091-5527
№ 3/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

KOMPOZITSION MATERIALLARNI SIQIB CHIQRISHLI SHTAMPLASH TEXNOLOGIK JARAYONING MATEMATIK MODELI ASOSLARI

Abdullayev Fatxulla Sagdullayevich, Axmadaliyev Shoxrux Shuxratovich, Xasanov Kamoliddin Akmal o'g'li

Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada kompozitsion materiallarni siqib chiqarishli shtamplash texnologik jarayonining asosiy nazariy tamoyillari va ularning matematik modeli tahlil qilindi. "Pikobur korpusi" detali uchun pokovka va zagotovkaning siqib chiqarishdagi tolali strukturasi tahlil qilindi. Kompyuter dasturi yordamida jarayon modellashtirildi. Flanetsli o'qsimmetrik detal uchun oqim tenglamalari ko'rib chiqildi.

Kalit so'zlar: Siqib chiqarish, flanets, metal oqimi, strukturaviy tola, deformatsiya, pokovka, zagotovka, kuchlanish.

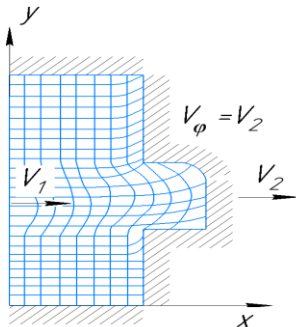
Kirish. Barcha fizik hodisalar jarayon kechayotgan tizim holatini belgilovchi parametrlar yig'indisi bilan tavsiflanadi. Fizik jarayonlarni o'rganishda matematik usullardan foydalanish uchun parametrlarning vaqt bo'yicha o'zgarish qonunlari, ularning bir – biri bilan o'zaro bog'liqligi va boshlang'ich shartlarining matematik tavsifiga ega bo'lish kerakligi aniq. Bunday tavsiflash jarayonning matematik modeli deb nomlanadi [1].

Fizik jarayonning parametrlarini aniqlashtiruvchi va javob parametrlariga bo'lish mumkin. Birinchi guruh – jarayon kechishi shartlarini aniqlashtiruvchi parametrlar majmuasi; ikkinchi guruh — fizik jarayonni amalga oshirish natijalarini tavsiflovchi parametrlar yig'indisi. Kompozitsion materialli metallarga bosim bilan ishlov berishda asosiy aniqlashtiruvchi parametrlar bo'lib deformatsiyalovchi asbob profili va tezligi, zagotovka harorati, uning fazaviy va kimyoviy tarkibi, o'zaro ta'sirlashish sharoitlari va hokazolar.

Modellashtirish masalalarini yechishdagi asosiy qiyinchilik – aniqlashtiruvchi parametrlarning ko'p xilligidir.

Istalgan jarayonni o'rganishda uni aniqlashtiruvchi parametrlarning barcha yig'indisini e'tiborga olib bo'lmaydi. Bundan kelib chiqadiki, barcha aniqlashtiruvchi parametrlarni ikki turga, ya'ni e'tiborga olingan va e'tiborga olinmagan guruhga bo'lish mumkin [2, 3].

x_1 o'qi atrofida qiya chiziqli polosaning aylanishi natijasida hosil bo'lgan maydondagi plastik sohaning o'qsimmetrik oqimini ko'rib chiqamiz (1-rasm). Aylanma-simmetrik qiya chiziqli ortogonal koordinatalar tizimini kiritamiz



1-rasm. O'qi simmetrik oqim

(φ, ψ, ω) . Bu koordinatalar tizimi B kenglikda $\omega + \varphi + i\psi$ tekislikdagi E to'g'ri chiziqli polosaga qiya chiziqli polosaning konform aks etishi natijasida yuzaga kelganki, bunda $x_1 = x_1(\varphi, \psi)$, $x_2 = x_2(\varphi, \psi)$. Bu yerda B - D polosasida yassi potensial oqimning kattaligi. Lyame koeffitsiyentlari:

$$H_\varphi = H_\psi = z'(\omega) = h(\varphi, \psi), H_\omega = x_2(\varphi, \psi) \quad (1)$$

$v_\varphi, v_\psi, v_\omega = 0$, o'qsimmetrik oqim tezligining vektor komponentlari bizga deformatsiya tezligini aniqlash imkoniyatini beradi. Deformatsiya tezliklari quyidagi nisbatlar orqali aniqlanadi:

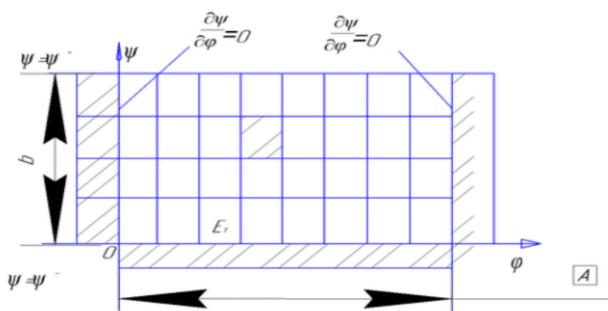
$$\{\xi\} = \begin{Bmatrix} \xi_{\varphi\varphi} \\ \xi_{\psi\psi} \\ \xi_{\omega\omega} \\ 2\xi_{\varphi\psi} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{1}{h} \frac{\partial(\dots)}{\partial\varphi} & \frac{1}{h} \frac{\partial \ln h}{\partial\psi} \\ \frac{1}{h} \frac{\partial \ln h}{\partial\varphi} & \frac{1}{h} \frac{\partial(\dots)}{\partial\psi} \\ \frac{1}{x_2 h} \frac{\partial x_2}{\partial\varphi} & \frac{1}{x_2 h} \frac{\partial x_2}{\partial\psi} \\ \frac{\partial}{\partial\psi} \left(\frac{\dots}{h} \right) & \frac{\partial}{\partial\varphi} \left(\frac{\dots}{h} \right) \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} v_\varphi \\ v_\psi \end{Bmatrix} \quad (2)$$

$\psi = (\varphi, \psi)$ -o'qsimmetrik oqimning Tok funksiyasi bo'lsin. Tezlik vektorini tezligi

$$v_\varphi = \frac{1}{x_2 h} \frac{\partial \Psi}{\partial \varphi}, \quad v_\psi = -\frac{1}{x_2 h} \frac{\partial \Psi}{\partial \psi} \quad (3)$$

Ko'rinib turibdiki, Tok funksiyasining istalganini tanlash siqilmaslik sharti qoniqtiriladi:

$$\xi_{\varphi\varphi} + \xi_{\psi\psi} + \xi_{\omega\omega} = 0 \quad (4)$$



2-rasm. Aniqlashtiruvchi soha

E_1 soha, ya'ni to'rtburchakni ($0 < \varphi < A, 0 < \psi < V$) ω tekisligida belgilaylik. Bu to'rtburchak plastik oqim sohasini o'z ichiga olgan (2-rasm). E_1 sohasidan tashqarida yaxlit muhitning absolyut qattiq jism kabi bir jinsli to'g'ri chiziqli harakati kuzatiladi. E_1 chegarasi sohasida quyidagi kinematik shartlar qanoatlanishi zarurdir: $v_\varphi(0, \psi) = v_1; v_\varphi(A, \psi) = v_2; v_\psi(0, \psi) = v_\psi(A, \psi) = v_\psi(\varphi, 0) = v_\psi(\varphi, B) = 0$, shu bilan birga $\Psi(\varphi, \psi)$ funksiyasi quyidagi chegaraviy shartlarni qoniqtirishi kerak bo'ladi:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \psi}{\partial \varphi} &= \frac{\partial \psi}{\partial \varphi} = 0; \\ \varphi = 0 & \quad \varphi = 0 \\ \varphi = A & \quad \varphi = B \\ \frac{\partial \psi}{\partial \varphi} &= \frac{2q}{B} \left(\frac{\lambda_1}{1+\lambda_1} + \frac{\varphi}{B} \frac{1-\lambda_1}{1+\lambda_1} \right); \\ \varphi = 0 & \\ \frac{\partial \psi}{\partial \varphi} &= \frac{2q}{B} \left(\frac{\lambda_2}{1+\lambda_2} + \frac{\varphi}{B} \frac{1-\lambda_2}{1+\lambda_2} \right), \\ \varphi = 0 & \end{aligned} \quad (5)$$

bu yerda $\lambda_1 = \frac{r_1}{R_1}, \lambda_2 = \frac{r_2}{R_2}; 2\pi q$ — o'qi simmetrik oqimda silindrik sohasidagi yalpi muhitning oqimi.

Tok funksiyasini ikkita funksiyaning yig'indisi sifatida tasavvur qilaylik: $\psi = \psi^0 + \psi', \psi^0$ tayanch yechimning tok funksiyasi; ψ' tokning

$$\{F\} \text{ — vektor } \{F\} = \iint_{E_1} [B]^T [L] [\xi^0] x_2 h^2 d_\varphi d\psi - \int_0^A [\tau + \partial[N] + \partial\psi + \tau^- \partial[N] / \partial\psi] d\varphi \quad (9)$$

“+” va “-” indeklari maydon chegarasining mos ravishda yuqori va pastki chegaralari.

Iteratsiya usuli bilan chiziqli tizimni ishlagan holda, iteratsion siklga issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasining sonli integratsiya tartibini qo'shamiz. Bu tenglama boshlang'ich va chegaraviy shartlarda φ, ψ o'zgaruvchilarga o'zgartirilgan. Qolgan holatda bu algoritm yassi oqim modeli algoritmida tasvirlangan holdan farq qilmaydi, shu jumladan nostatsionar holatlarda ham.

Misol sifatida — St40 po'latidan prutoklarni siqib chiqarish jarayonini optimallashtirish. Prutokni siqib chiqarish jarayoni parametrlarining hisobi quyidagi kirish parametrlari orqali amalga oshirilgan. Flanetsni e'tiborga olmagan holda konteyner diametri $D_d = 53$ mm; konteynerning flanets diametri $D_f = 65$ mm; prutok diametri $d_p = 50$ mm; matritsa qiyaligi burchagi $\alpha = 90^\circ$, asbob chegarasida ishqalanish koeffitsiyenti $\mu = 0,2$. Modelning 3 ta parametrlari o'zgartirilgan: zagotovka harorati θ_z , asbob harorati θ_i , oqim tezligi v_{ist} .

θ deformatsiya o'chog'idagi haroratlar maydoni va σ_0 o'rtacha kuchlanishlarning maydoni chaqiruv funksiyalari hisoblanadi. Optimalni topish optimallashtirishning 3 ta mezonlari bo'yicha amalga oshirildi:

deformatsiya o'chog'i bo'yicha harorat o'zgarishi minimumi bo'yicha

to'g'riylanuvchi funksiyasi. Tok funksiyasini shunday tanlab olinishi kerakki, bunda u chegaraviy shartlarni qanoatlanirish kerak. Shu jumladan, agar $\lambda_1 = \lambda_2 = 0$ (oqish sohasi bu yaxlit jism) bo'lsa, u holda ψ^0 funksiyasi sodda ko'rinishga ega bo'ladi: $\psi^0 = q\psi^2/B^2$. Bunda $v_\psi^0 = 0$ va o'qsimmetrik masalasidagi tayanch yechim Tok chiziqlarining guruhi yassi potensial oqim tok chiziqlarining guruhiga to'g'ri keladi.

Tokning to'g'riylanuvchi funksiyasi yassi oqim holati kabi bir jinsli chegaraviy shartlarni qanoatlanirishi zarur:

$$\psi'_{\gamma_1} = \frac{\partial \psi'}{\partial \varphi} = 0, \quad (6)$$

$$\varphi = 0 \quad (5)$$

bir toifadagi chegaraviy shartlarni qoniqtirishi lozim:

bu yerda u_1 — E_1 soha chegarasi.

Tokning to'g'riylanuvchi funksiyasini $\psi' = [N] \{a\}$ tasavvur qilsak, quyidagi tizimdan yoyilish koeffitsiyentlarini aniqlashimiz mumkin:

$$[K] \{a\} = \{F\} \quad (7)$$

bu yerda $[K]$ — matritsa bikrligi

$$[K] = \iint_{E_1} [B]^T [L] [B] x_2 h^2 d_\varphi d\psi, \quad (8)$$

$$F_1 = \min |\theta_{max} - \theta_{min}|;$$

deformatsiya o'chog'ida plastiklikning eng yuqori haroratidan minimal og'ishi bo'yicha

$$F_2 = \min |\theta_{max} - 450|;$$

deformatsiya o'chog'ida cho'zuvchi kuchlarning minimumi bo'yicha

$$F_3 = \min \{|\sigma_0| \sigma_0 > 0\}.$$

Taxmin qilinganki, bunday mezonlar to'plamining minimallashtirish bizga o'zgaruvchan omillarning shunday yig'indisini berar ediki, bunda siqib chiqarish jarayoni kompozitsion materialning yuqori plastik va kuchlangan-deformatsiyalangan holat (har tomonlama siqilish) sharoitlarida kechishini ko'rsatadi.

Deformatsiya o'chog'ida sezilarli darajadagi cho'zilish kuchlanishlari ta'sir ko'rsatadi. Bu kuchlanishlar prutokning o'qida katta ko'rsatkichlarga ega bo'ladi. Oqim tezligi ortishi bilan cho'ziluvchi kuchlanishlar sohasi kattalashadi [4].

3-rasm boshlang'ich o'tishlarda detal tolali tuzilishining taqsimlanishi ko'rsatilgan.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

- Негматов Ж.Н., Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Эрнийёзов Н.Б.** Разработка эффективных составов композиционных химических флотореагентов-вспенивателей для извлечения цветных и благородных металлов в процессе флотации медно-молибденовых руд 3
- Абед Н.С., Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Шамсиева С.С.** Модификация связующих для производства огнестойких древесно-пластиковых и древесно-волоконистых плитных материалов 6
- Панжиев О.Х., Негматов С.С., Абед Н.С., Талипов Н.Х., Туляганова В.С.** Влияние микрокремнезема на свойства тампонажного раствора 7
- Abdisattorov J.A., Mamatov U.B., Alimov A.F., Taniyev O.U., Akbarov Kh.I., Berdimurodov E.T.** Synthesis of ionic liquids based on diphenyl amine and phosphoric acid 10
- Турабджанов С.М., Кодиров О.Ш., Кучкарова Н.Х., Шамсуддинов Л.О.** Модификацияланган КУ-2-8 катион алмашинувчи полимерининг термик мустаҳкамлигини ўрганиш 13
- Муяссарова Р.И., Кораев С.Э., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И.** Синтез амфифильного кремнезема и исследование его капиллярно-пористой структуры 17
- Haydarova S.S., Xaitbayev A.X.** Natriy alginat asosida biopolimer plyonka materiallar olish 21
- Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Носирходжаев С.К., Очилдиев К.Т., Нуралиев О.У., Исмаилов Ж.Б., Акрамов У.А.** Исследование сульфидных и силикатных фаз в шлаках кислородно-взвешенной плавки на стадии шлакоотвала 24

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

- Rizaeva N.M., Saydumarov B.M.** Study of the state of the steel surface at the interface between metal and scale during heating 29
- Toshmatova Sh.T., Tashbulatov Sh.B., Zufarova N.N., Saidxodjayeva Sh.N., Tashxodjayeva K.U.** Yuqori marganetsli po'latning Ti-Ca-N elementlari bilan kompleks legirlanishining yeyilishga bardoshlilik ko'rsatgichlariga ta'siri 31
- Абед Н.С., Негматов С.С., Нормуродов А.А., Туляганова В.С., Джабаров Б.Т., Бозорбоев Ш.А.** Методика определения электрических и физико-механических свойств композиционных эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе с высокими электрофизическими и триботехническими свойствами 33
- Abdullayev F.S., Axmadaliyev Sh.Sh., Xasanov K.A.** Kompozitsion materiallarni siqib chiqarishli shtamplash texnologik jarayonining matematik modeli asoslari 36
- Eshbaeva U.J.** Tarkibida yelimlovchi modda bo'lgan qog'ozning fizik-mexanik xossalarini tadqiq qilish 38
- Иргашев А., Эгамбердиева Н.А.** Работоспособность баббитового покрытия в подшипниках скольжения 41
- Каршиев М., Файзиев М.М.** Ерга ишлов бериш машина деталларини умрбоқийлигини ошириш мақсадида газ алангаси усулида пуркаб, эритиш орқали ейилишбардош коплама олиш 44
- Негматов С.С., Рузиева Б.Ю., Ходжаева Д.Н., Абед Н.С., Шамсиева С.С.** Изучение влияния различных минеральных антипиренов на огнестойкость древесно-пластиковых и древесноволокнистых плитных материалов 47

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

- Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Алимбабаева З.Л.** Разработка эффективных пористых материалов для очистки сточных вод от нефтепродуктов 49
- Холбозорова Д.Н., Хамдамова Ч.Х., Очиллов Э.А., Тошпулатова Г.Р., Дехканбаева С.А.** Разработка способов повышения извлечения германия при пирометаллургической переработке продуктов сжигания углей 51