

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 621.762

РАСЧЕТ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПОРИСТОЙ ПЛАСТИНЫ ИЗ БРОНЗЫ МАРКИ БРОФ-10-1 ПРИ ЧИСТОМ ИЗГИБЕ ПО ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

М. Каршиев, А.А. Саттаров, Э.Н. Юсупходжаева, И.Х. Аюбова

Как известно, процесс разрушения материалов при пластическом деформировании определяется величиной накопленной интенсивности деформации в материале порошка.

$$(d\varepsilon_u)_K = \frac{4V_0 \cdot \sqrt{g^{KK}}}{(S_{KT})_K^2 \cdot a_K^2} \cdot [a_K \cdot (S_{MK} + 2S_{KT_K}) - 3V_r] \cdot \sum_{\alpha} h_{\alpha}^K \cdot h_{K\alpha} \cdot d\varepsilon_{\alpha} \quad (1)$$

Как показано в ряде исследований [1,2] условие разрушения пластичных металлов при немонотонном нагружении можно представить с следующим виде:

$$\sum_{i=1}^N \left(\frac{\Delta\varepsilon_{u_i}}{\lambda_p} \right)^{\alpha_i} = 1 \quad (2)$$

где N – число этапов деформирования; $\Delta\varepsilon_{u_i}$ – интенсивность деформаций на i -ом этапе; λ_p – предельная пластичность металла при схеме нагружения, соответствующая i -ому этапу; α_i – коэффициент, зависящий от схемы нагружения.

Значения λ_p и α_i определяются экспериментально и зависят от схемы нагружения и материала порошка.

Таким образом, определение величин интенсивности деформаций в контактах (1) и подставляя их в упаковке разрушения (2) можно определить момент разрушения ППМ.

Для оценки механической прочности ППМ наиболее часто используется такая характеристика как предел прочности при поперечном изгибе [3]. На основе выведенных уравнений пластического деформирования ППМ рассчитаем процесс деформирования образцов, полученных многократным осаждением, путем чистого пластического изгиба и определяем момент разрушения. Рассмотрим изгиб пористой пластины толщиной h до достижения радиуса кривизны R (Рис.1).

В качестве допущения примем отсутствие трения и также не будем учитывать краевые эффекты. В этом случае в цилиндрической системе координат главными компонентами тензора напряжений является

Величина интенсивности деформаций в области межчастичного контакта может быть оценена величиной относительного изменения площади контакта. Тогда с этим учетом интенсивность деформации в K -ом контакте определим следующим образом:

σ_r, σ_t и σ_z . Причем вследствие отсутствия нагрузки вдоль оси z выполняется условие $\sigma_z = 0$.

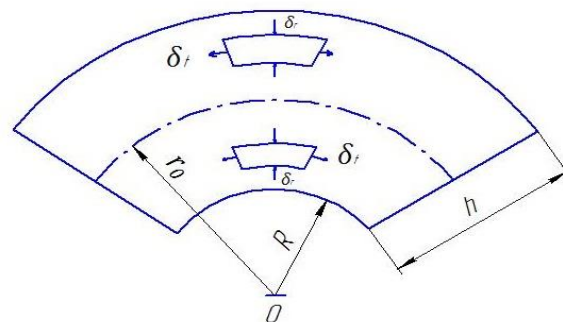


Рис.1. Схема расчета деформирования ППМ при изгибе по цилиндрической поверхности

Также вследствие осевой симметрии все компоненты тензоров напряжений и деформаций зависят только от одной координаты r . Тогда уравнение равновесия может быть записано в следующем виде:

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{\sigma_r - \sigma_t}{r} = 0 \quad (3)$$

Функцию пластичности в данном случае можно записать следующим образом:

$$A_{11} \cdot \sigma_2^2 + 2A_{12} \cdot \sigma_r \cdot \sigma_t + A_{22} \cdot \sigma_t^2 = \tau_t^2, \quad (4)$$

где значение параметров $A_{\alpha\beta}$ определяются с учетом полученного распределения объема осажденных частиц по толщине пористого образца.

Совместное решение уравнений (3) и (4) при следующих граничных условиях:

$$\sigma_r|_{r=R} = \sigma_t|_{r=R+h} = 0 \quad (5)$$

Важной характеристикой процесса изгиба является расположение нейтрального слоя, разделяющего зоны растяжения и сжатия

деформируемого образца. Координату нейтрального слоя r_0 определяем из условия:

$$\sigma_r^P \Big|_{r=r_0} = \sigma^c \Big|_{r=r_0}, \quad (6)$$

где σ_r^P и σ_r^c – соответственно, компоненты тензора напряжений в зонах растяжения и сжатия.

Для зон сжатия и растяжения будет наблюдаться различный вид связи между компонентами тензора напряжений σ_r и σ_t .

Так, выражая σ_t через σ_r из (4), получаем:

$$\sigma_t = \frac{-A_{12} \cdot \sigma_r \pm \sqrt{(A_{12} \cdot \sigma_r)^2 - A_{22} \cdot (A_{11} \cdot \sigma_r^2 - \tau_T^2)}}{A_{22}} \quad (7)$$

где знак "+" соответствует зоне растяжения, а знак "-" соответствует зоне сжатия.

Распределение компонента тензора приращенной деформаций в объеме образца удовлетворяет уравнению совместности деформаций:

$$\frac{d(d\varepsilon_t)}{d_r} + \frac{d\varepsilon_t - d\varepsilon_r}{r} = \frac{d\varphi}{\varphi}, \quad (8)$$

где φ – угол изгиба пластин (Рис.1).

Ассоциированный закон течения для данной схемы нагружения позволяет получить следующие уравнения, связывающие значения компонента тензоров приращений деформаций и напряжений:

$$\begin{aligned} d\varepsilon_r &= d\lambda \cdot (A_{11} \cdot \sigma_2 + A_{12} \cdot \sigma_t), \\ d\varepsilon_t &= d\lambda \cdot (A_{21} \cdot \sigma_2 + A_{22} \cdot \sigma_t), \\ d\varepsilon_z &= d\lambda \cdot (A_{31} \cdot \sigma_2 + A_{32} \cdot \sigma_t). \end{aligned} \quad (9)$$

Граничное условие для деформаций находим из условия отсутствия окружных деформаций в нейтральном слое:

$$d\varepsilon_t \Big|_{r=r_0} = 0 \quad (10)$$

Уравнение (3), (7)-(9) при граничных условиях совместно с уравнениями (5), (6), (10) позволяют рассчитывать закономерности пластического деформирования пористой пластины при чистом изгибе по цилиндрической поверхности.

Учет же уравнений позволяет также определить момент разрушения пористого материала. Для количественной оценки механической прочности ППМ выразим величину предела прочности при поперечном изгибе через параметры напряженного состояния заготовки в момент разрушения. Известно, что величина предела прочности при поперечном изгибе по трехточечной схеме определяется из следующего выражения /4/

$$\sigma_{изг} = \frac{3P_{max} \cdot l}{2h^2 \cdot b}, \quad (11)$$

где P_{max} – максимальное усилие в момент разрушения; l – расстояние между опорами; h и b – соответственно толщина и ширина пластины, используемой при испытаниях.

Для теоретического определения $\sigma_{изг}$ вместо момента внешних сил:

$$M_{вн.шл} = \frac{P_{max} \cdot l}{2} \quad (12)$$

подставим соответствующее значение момента, создаваемого внутренними напряжениями:

$$M_{внутр} = b \int_0^h \sigma_t \cdot (r - r_0) \cdot d_r \quad (13)$$

С учетом (11)-(13) получим выражение для расчета предела прочности при поперечном изгибе:

$$\sigma_{изг} = \frac{3}{h^2} \cdot \int_0^h \sigma_t \cdot (r - r_0) \cdot d_r, \quad (14)$$

Исследуем влияние многократного осаждения мелкодисперсных частиц порошка на прочностные свойства ППМ. По полученным данным с учетом условия разрушения (2) и уравнения (14) определим соответствующие значения предела прочности при изгибе. Причем расчеты производились в двух случаях: /5,6,7/

- 1) Зона с повышенной пористостью находится на выпуклой поверхности изгибаемой пластины;
- 2) Зона с пониженной пористостью находится на вогнутой поверхности.

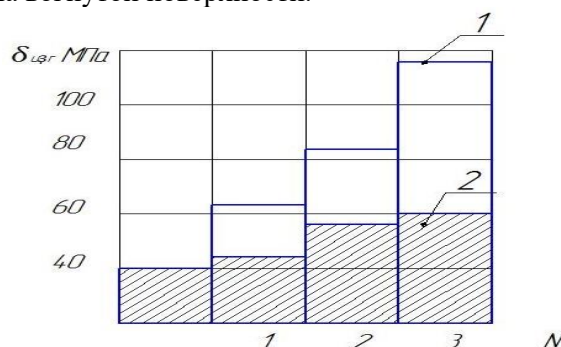


Рис.2 Зависимости предела прочности при поперечном изгибе ($\sigma_{изг}$) от числа осадений (N) частиц для различных расположений зоны пониженной пористости при изгибе (1- на выпуклой поверхности; 2- на вогнутой)

Таким образом, приведены полученные зависимости предела прочности при поперечном изгибе от числа осадений для двух описанных способов расположения образца при испытаниях. Из представленных

данных видно, что метод осаждения мелкодисперсных частиц позволяет повысить предел прочности при поперечном изгибе до 3,5...4,0 раз выше по сравнению с исходной заготовкой /8,9/. Причем наибольший эффект

достигается в том случае, когда зона пониженной плотности расположена на выпуклой поверхности, подвергаемой деформации растяжения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гегузин Я.Е. Почему и как исчезает пустота. –М.: Наука, 1976.-207 с.
2. Камаров В.С. Ансорбенты и их свойства. –Минск: Наука и техника, 1977. -248 с.
3. Kohnisch Mn Production of eapper all an rawders by atomization ene worstoff durch pulver metallurgie sche Vertahren, Berlin, 1984. 9. Ser A-64.
4. Шелег В.К. Исследование и разработка процесса получения фильтрующих материалов с улучшенным комплексом эксплуатационных свойств. Дис.канд .техн.наук.- Минск, 1978. -186 с.
5. Капцевич В.М. Теоретические и технологические основы целенаправленного регулирования порораспределения и оптимизации свойств пористых порошковых материалов для фильтрации жидкостей и газов и их внедрение в народное хозяйство. Дис.докт.техн.наук. – Минск, 1990. -276 с.
6. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ. –М.: Мир, 1980. -456 с.
7. Пилиневич Л.П. Разработка процесса получения порошковых проницаемых материалов методом вибрационного формования. –Дис.канд.техн.наук. –Минск, 1988. -111 с.
8. М.Каршиев. Разработка процесса получения порошковых проницаемых материалов методом многократного осаждения частиц в пористую заготовку. Дис.канд.техн.наук. –Минск, 1991. -215 с.
9. П.А. Витяз и др. Расчет изменения пористости, размеров пор, коэффициента проницаемости и эффективности пористых проницаемых материалов (ППМ) при многократном осаждении. Узбекский Научно-технический и производственный журнал «Композиционные материалы» Ташкент -2020, №2 с. 212-215.

Калит сузлар: деформация оркали эзишни хисоблаш, кўп маротаба тиндириш усули, ковариқ, ботиқ, юза, ғовак. Мустахамлик даражаси, синиш моменти.

Мақолада деформация усулида ва кўп маротаба ғовак ичига кичик заррачаларни киритиш усулларида олинган ясси пластинка шаклидаги ғовак материални эгилишда ва чўзилишдаги чидамлилигининг назарий ҳисоби қилинган, натижада кўп маротаба ғовак ичига кичик заррачаларни киритиш усулларида олинган ғовак пластинка эгилиш ва чўзилишдаги мустахамлиги 3,5...4,0 баробар ошганлиги кўрсатилган

Ключевые слова: расчет изгиба при деформировании, многократное осаждение, выпуклый, вогнутый, поверхность, пористость, предел прочности, момент разрушения.

В статье произведен расчет изгиба пористой пластины, полученный методом деформации и многократного осаждения мелких частиц в пористую заготовку, что в случае применения данного метода позволяет повысить предел прочности при поперечном изгибе пористой пластины до 3,5...4,0 раз выше по сравнению с исходной заготовкой. Причем наибольший эффект достигается в том случае, когда зона пониженной плотности расположена на выпуклой поверхности, подвергаемой деформации растяжения.

Key words: strain calculation in bending, multiple settling, convex, concave, surface, porous, tensile strength, fracture moment.

The article calculates a porous plate by the obtained method of deformation and repeated deposition of small particles into a porous workpiece, which, in the case of using this method, makes it possible to increase the ultimate strength in transverse bending of the porous plate up to 3.5...4.0 times higher compared to the original workpiece. Moreover, the greatest effect is achieved when the low density zone is located on a convex surface subjected to tensile deformation.

М.Каршиев

- к.т.н, доцент, Заведующей журнала «Композиционные материалы» ГУП «Фан ва тараккиет» ТГТУ им И.Каримова.

А.А. Саттаров

-докторант, ГУП «Фан ва тараккиёт» ТГТУ им. И.Каримова.

Э. Н. Юсупходжаева

-Доцент кафедры "Безопасность жизнедеятельности", "Горно-металлургического" факультета Ташкентского государственного технического университета

И. Х. Любова

-Доцент кафедры "Экология" Ташкентского государственного технического университета

5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов

Н.Д. Тураходжаев, С.Т. Маткаримов. Мис ишлаб чиқариш шлакларини руднотермик тиклаш усулининг термодинамикаси.....	198
Ф.Т. Худойбердиев, Д.Р. Махмудов, К.С. Каландаров, З.Р. Буриева, И.В. Пушкарева. Кинетическая модель набухания гидрогеля при изготовлении патронированной забойки для буровзрывных работ при проведении горных выработок.....	201
М. Каршиев, А.А. Саттаров, Э.Н. Юсупходжаева, И.Х. Аюбова. Расчет закономерности пластического деформирования пористой пластины из бронзы марки БрОФ-10-1 при чистом изгибе по цилиндрической поверхности.....	207
Ш.Ш. Ахмадалиев, Н.М. Ризаева. Расчёт скорости роста и размера рекристаллизационного зерна при моделировании рекристаллизации феррита.....	210
A.Kh. Alikulov, F.R. Norkhudjaev, Z.F. Chulliev. Requirements for alloy electrodes and contact machines.....	212
И.Н. Нугманов, Х.Х. Бобоев, З.С. Тураева. Методы получения ультрамелкозернистой микроструктуры в промышленных сплавах.....	214
О.Ш. Сабирова, Т.У. Улмасов, С.С. Негматов, Е.С. Раджабов. Методы расчета внутренних напряжений в полимерных и лакокрасочных покрытиях.....	217
Ю.А. Гелдиев, Х.Х. Тўрайев, И.А. Умбаров, А.Т. Джалилов. Полисиликат кислотанинг моноэтанолламин билан модификацияланиш тезлигига турли омилларнинг таъсирини ўрганиш.....	220
A.B. Kasimova, N.A. Isaxodjayeva, D.R. Sattorova. Sport kiyimlari uchun mo'ljallangan kompozitsion materiallarning sifat ko'rsatkichlarini baholash.....	223

6. Вести из лаборатории

Ш.Н. Жалилов, К.С. Негматова, Д.Н. Ходжаева, Н.С. Абед, Д.К. Холмуродова, М.Б. Бойдадаев, А.М. Мадрахимов. Изучение и анализ существующих полимерных связующих, применяемых в производстве древесно-стружечных и древесно-пластиковых плитных материалов, и их недостатки.....	226
Ё.С. Раджабов, М.Б. Мухитдинов, Р.Х. Пирматов, Т.У. Улмасов, Т.О. Камолов, Ш.А. Аликобилов, Р.Х. Солиев. Современное состояние производства железобетонных конструкция и пути повышения его эффективности путем применения антиадгезионных смазочных и полимерных материалов рабочей поверхности формирующих оснасти....	229
Ш.Н. Жалилов. Состояние получения и исследования структуры мочевиноформальдегидной смолы.....	232
И.С. Умаралиев, С.Р. Худояров, Ш.А. Мухаметджанова, О.М. Ёкубов, А.А. Абдухаликов, Ж.Ш. Эргашев. Современное состояние техногенные отходы металлургической отрасли Узбекистана.....	235
Ё.С. Раджабов. Состояние железобетонных формирующих оснасток в производстве строительных конструкций и пути повышения их эффективности.....	237
А.Н. Шодиев, А.А. Саидахмедов. О возможности извлечения ценных компонентов из отходов и сбросных растворов молибденового производства.....	238
S.A. Muxtarova. Maxsus qurilmalar uchun ilg'or optik faol materiallar.....	241
Ф.У. Ташалиев, А.С. Хасанов, К.Т. Жумабоев. Электрохлоринация медного клинкера как способ его переработки..	244
Юбилей. Шарипов Хасан Турабович (к 75-летию со дня рождения и 50-летию научной и научно-педагогической деятельности).....	247