

Список использованных источников

1. Прудников Е. Л., Абразивосодержащие электрохимические покрытия, Киев: "Наукова думка", 1985.
2. Вансовская К.М. Металлические покрытия нанесенные химическим способом. Ленинград: "Машиностроение", 1985.

Аннотация

Исследуются особенности осаждения композиционных электрохимических покрытий на основе диэлектрических частиц с Ni-P слоем. Рассмотрено влияние характеристик Ni-P покрытий на повышение эксплуатационных характеристик всего композиционного покрытия.

Summary

Features of sedimentation of composite electrochemical coverings are investigated on the basis of dielectric particles with Ni-P a layer. Influence of characteristics Ni-P of coverings on increase of operational characteristics of all composite covering is considered.

УДК 621.762.4

**МОДЕЛЬ ПЛАСТИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ
ПРЕССОВКИ ПРИ КВАЗИИЗОСТАТИЧЕСКОМ
ПРЕССОВАНИИ**

А.Н. Голубев

*УО «Витебский государственный
технологический университет»*

Квазиизостатическое прессование пластичными передающими давлением средами, в качестве которых используют твердые предельные углеводороды и подобные им по свойствам материалы, позволяет получать сложные по геометрии изделия при сохранении достаточно высокой равноплотности [1]. Получение прессовки сложной формы, близкой к форме и размерам требуемого изделия, позволяет сократить механическую обработку и приводит к экономии порошковых материалов, что особенно важно в случае прессования из дорогостоящих твердосплавных смесей и других износостойких материалов. Один из главных недостатков способа состоит в том, что в ходе прессования наблюдается проникновение передающей давление среды внутрь порошка изделия, в результате чего снижается плотность и прочность его поверхностных слоев.

Сложность формы порошкового изделия в рамках какого-либо способа определяет тем, насколько велика вероятность возникновения в изделии различных дефектов прессования. Исходя из сказанного выше, наиболее характерными представителями изделий сложной формы для квазиизостатического прессования являются тонкостенные изделия.

Действительно, из-за того, что передающая среда проникает вглубь порошка при прикладывании к последнему усилия прессования, существует некоторая минимальная толщина стенки, которую возможно получить на прессовке без разрушения последней. При уменьшении толщины стенки ниже этой величины прессовка теряет прочность и разрушается из-за слишком низкой концентрации в ней твердой фазы. По этой причине проникновение передающей среды или ее пластификатора снижает технологические возможности квазиизостатического прессования и приводит к усложнению и удорожанию технологического процесса (появляется необходимость в нанесении защитного покрытия на поверхность формы, устраняющего проникновение пластификатора в поверхностные слои прессовки).

Степень проникновения определяется рядом факторов, зависящих от свойств порошка и передающей давление среды. В настоящей статье предложена теоретическая модель пластификации поверхностных слоев прессовки, основанная на представлении о пластификаторе как о линейной вязкой жидкости, перемещающейся под давлением по порам прессовки.

При построении модели пластификации поверхностных слоев прессовки введены следующие допущения:

- рассматривается порошок с преобладанием в его составе сферических частиц одной фракции;
- в начальный момент прессования плотность прессовки равна плотности утраксы порошка, которая определяется максимально плотной укладкой сферических частиц, арочный эффект не учитывается;
- рассматривается равномерная укладка частиц, при которой все поры являются открытыми, т.е. пластификатором заполняется все свободное межчастичное пространство на заданной глубине;
- исследуется пластификация боковых поверхностей цилиндрической прессовки, при этом площадь торцев прессовки не учитывается.

При непрерывном повышении давления p в соответствии с известными уравнениями прессования относительная плотность прессовки ν повышается. Для описания этого процесса удобно использовать уравнение прессования М.Ю. Бальшина

$$\nu = (p / p_{max})^{1/m} \quad (1)$$

где p_{max} -- условное давление, при котором прессовка достигает 100%-й теоретической плотности ($\nu=1$), m – показатель прессования, причем обе указанные величины зависят только от свойств прессуемого порошка. Несмотря на то, что уравнение (1) носит универсальный характер и не учитывает особенностей конкретной схемы прессования, оно достаточно точно отражает процесс уплотнения порошка в изостатических и квазиизостатических условиях в широком диапазоне относительных плотностей. Очевидно, что интенсивность пластификации поверхностных слоев прессовки зависит от размера пор, и она тем выше, чем больше этот размер. С повышением относительной плотности ν размер пор уменьшается. Таким образом, для описания процесса пластификации необходимо задать зависимость между текущим давлением прессования и размером пор.

Определим коэффициент уплотнения прессовки q через сближение центров сферических частиц:

$$q = d / d' , \quad (2)$$

где d – диаметр сферической частицы, d' – расстояние между центрами уплотненных сферических частиц, причем $d' < d$ (рис. 1).

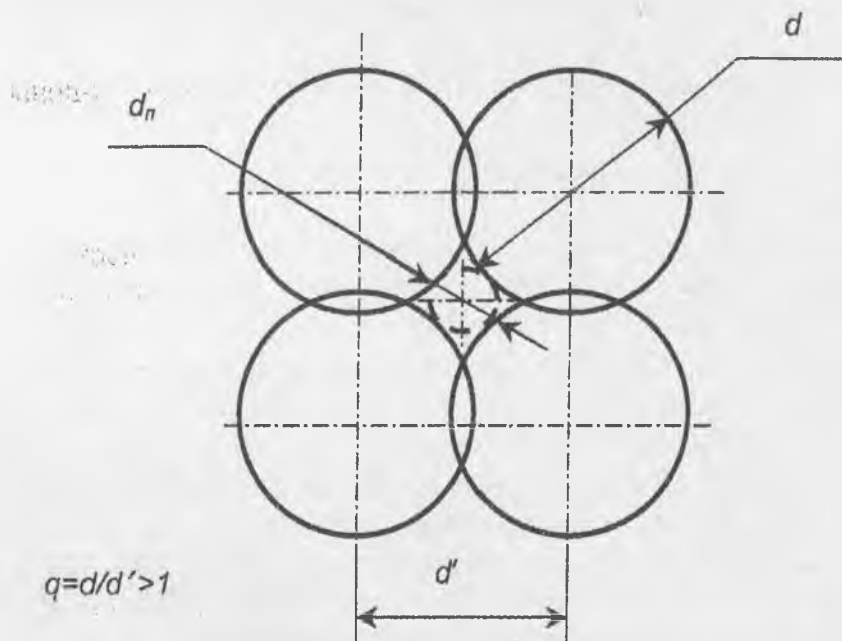


Рисунок 1 - К определению коэффициента уплотнения и диаметра поры

Рассматривая элемент прессовки в форме куба, содержащего в себе 8 частиц, и определяя объемы частиц и объемы пор, нетрудно найти следующую связь коэффициента уплотнения прессовки с ее относительной плотностью:

$$v = \frac{1}{12}(9q^2 - 4q^3 - 3). \quad (3)$$

Данная зависимость имеет физический смысл от $q_0 = 1$ (при этом $v_0 \approx 0,524$) до момента закрытия поры, когда $q = \sqrt{2} \approx 1,41$ (при этом $v \approx 0,965$).

С целью упрощения дальнейших выкладок целесообразно аппроксимировать выражение (3) степенной функцией вида

$$v = (Aq)^B, \quad (4)$$

где A и B – коэффициенты. Практическое значение имеет диапазон изменения относительной плотности v от 0,5 до 0,85. Аппроксимация методом наименьших квадратов зависимости (3) степенной функцией (4) в указанном диапазоне дает следующие значения коэффициентов:

$$A = 0,71, \quad B = 1,64. \quad (5)$$

Вычисления показывают, что расхождение результатов расчета по формулам (3) и (4) при подстановке коэффициентов A и B из (5) составляет не более 3%. Для железного порошка ПЖ2М3 в начальный момент прессования $v = 0,45$, в конце прессования $v = 0,80$. Этим значениям соответствуют $q = 0,95$ и $q = 1,21$, при этом коэффициент линейной усадки составляет $1,21/0,95 = 1,27$, что хорошо согласуется с экспериментальными данными прессования железного порошка (наблюдаемая усадка составляет для данного случая в среднем 1,25).

Приравняем зависимость (4) и уравнение прессования (1):

$$(Aq)^B = \left(\frac{p}{p_{max}} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (6)$$

Преобразуем выражение (6) к виду

$$q = \frac{1}{A} \left(\frac{1}{p_{max}} \right)^{\frac{1}{mB}} p^{\frac{1}{mB}} \quad (7)$$

и введем обозначения:

$$a = \frac{1}{A} \left(\frac{1}{p_{max}} \right)^{\frac{1}{mB}}, \quad b = \frac{1}{mB} \quad (8)$$

Диаметр поры связан с диаметром частицы соотношением

$$d_n = d \left(\frac{2}{q} - 1 \right),$$

или, учитывая (7) и (8),

$$d_n = d \left(\frac{2}{ap} - 1 \right). \quad (9)$$

Данная зависимость связывает средний диаметр поры прессовки с текущим давлением прессования и физико-механическими свойствами порошка. Далее необходимо сформулировать условие, при котором наблюдается течение пластификатора по порам прессовки. Течение пластификаторов, входящих в состав передающих сред, таких, как парафины, стеарины и им подобные материалы, можно описать моделью линейной вязкой жидкости. В соответствии с данной моделью, для начала движения жидкости по капилляру к ней необходимо приложить некоторое давление p_0 . Задавшись определенным давлением p , приложенным к передающей среде, из условия $p = p_0$ можно найти предельное значение длины капилляра l , выше которой движение жидкости при данном давлении и диаметре капилляра невозможно:

$$l = \frac{d_n p}{4 p_k} \quad (10)$$

где p_k – условный динамический предел текучести; l – длина капилляра (поры).

Уравнение (10) описывает связь между давлением прессования и толщиной пластифицированного слоя при условии постоянства диаметра поры. Для более точного определения толщины слоя необходимо учесть ранее найденную зависимость между диаметром поры и давлением прессования. Рассматривая элементарный участок длины поры dl , с учетом (9) и (10) получаем

$$dl = \frac{d}{4p_k} \left(\frac{\sqrt{2}}{b} - 1 \right) dp. \quad (11)$$

Интегрирование (11) в граничных условиях $l|_{p=0} = 0$ дает следующую зависимость между толщиной пластифицированного слоя и давлением прессования:

$$l(p) = \frac{d}{4a(b-1)p_k} (a - ab - \sqrt{2}p^{-b}) p, \quad (12)$$

где константы a и b определяются по (8).

Таким образом, выведена зависимость, связывающая толщину пластифицированного слоя цилиндрической прессовки с давлением прессования, а также начальными условиями, такими, как физико-механические характеристики порошка изделия и реологические характеристики пластификатора, входящего в состав передающей среды. Полученная зависимость позволяет:

1. Выполнять анализ и оптимизацию начальных условий и режимов квазиизостатического прессования с целью управления глубиной пластифицированного слоя прессовки.
2. Определять при данных начальных условиях и режимах прессования предельную толщину тонкой стенки изделия, которую можно получить без разрушения последнего, исходя из условия полного заполнения всего объема изделия пластификатором.

Список использованных источников

1. Голубев А.Н., Клименков С.С., Матвеев К.С. Прессование длинномерных изделий сложной формы из твердосплавных непластифицированных смесей // В сб.: Сборник статей XXXI научно-технической конференции. – Витебск: ВГТУ, 1998, с. 164-166.

Аннотация

В статье приводится зависимость толщины пластифицированного слоя прессовки, полученной квазиизостатическим прессованием, от давления прессования, физико-механических характеристик порошка и реологических характеристик передающей среды. Зависимость позволяет оптимизировать режимы способа квазиизостатического прессования.

Summary

In this article dependence of thickness of plasticized layer of preforms received by means of quasi-isostatic pressing, from pressure, physicomechanical characteristics of a powder and reological characteristics of the transmitting environment is given. It allows to optimize modes of a way of quasi-isostatic pressing.