

ЗАВИСИМОСТЬ ПЛОТНОСТИ ПОКРЫТИЯ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ЕГО ОБЖАТИЯ ПРИ СОВМЕСТНОЙ ВЫТЯЖКЕ ПОКРЫТИЯ И ОСНОВЫ

Н. Г. Малашков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель М. И. Лискович

Разработка и применение новых способов нанесения металлопорошковых покрытий на тонкостенные полые металлические изделия делает возможным решение проблемы повышения эксплуатационных характеристик подшипников скольжения, скользящих токосъемных контактов, композиционных теплоохлаждающих экранов и других изделий подобного типа. Способ изготовления полых композиционных изделий совместной вытяжкой покрытия и основы [1] позволяет получать цельноштампованные композиционные втулки с повышенной, по сравнению с получаемыми гибкой и калибровкой, точностью размеров.

Свойства металлопорошковых изделий и покрытий существенно зависят от их плотности и пористости. Меняя плотность покрытия, например, при изготовлении подшипников скольжения, можно изменять износостойкость, прочность и долговечность покрытия, маслоспособность, продолжительность работы без смены смазки, коэффициент трения.

Целью работы является определение неизвестных закономерностей изменения плотности и пористости покрытия, получаемого совместной вытяжкой порошка и основы при варьировании величины обжатия материала покрытия для прогнозирования и достижения требуемых свойств изделий.

Рассмотрим схему процесса совместной вытяжки металлической заготовки 4 и порошка 5 с помощью матрицы 1, пуансона 2 с выталкивателем 3 (рис. 1). Полученная предварительной вытяжкой полая металлическая заготовка 4 устанавливается на матрицу 1. Между боковыми стенками заготовки 4 и пуансоном 2 засыпается порошок 5 и перемещением пуансона 2 осуществляется совместная вытяжка металлической основы и материала покрытия, получая композиционное изделие 6, снимаемое с пуансона съёмником 3 при обратном ходе пуансона. Технологическими параметрами процесса совместной вытяжки являются: диаметр отверстия в матрице, определяющий диаметр композиционного изделия d_k ; диаметр пуансона d_n ; толщина стенок основы перед совместной вытяжкой s_0 ; диаметр полый металлической заготовки d_0 ; масса засыпки порошка m_n .

Плотность и пористость металлопорошковых изделий и покрытий существенно зависят от силовых параметров технологического процесса, в основном от величины давления, оказываемого на порошок в процессе его деформирования. В рассматриваемом технологическом процессе, как было теоретически и экспериментально доказано в работе [2], между силовыми параметрами, в том числе давлением деформирования материала покрытия, и величиной относительного обжатия существует однозначная функциональная зависимость. При изменении величины относительного обжатия соответственно меняется и величина давления, а также остальные силовые параметры. В связи с этим в качестве основного технологического параметра принимаем величину относительного обжатия ε .

Отсутствие теоретических и опытных данных, касающихся плотности и пористости металлопорошкового покрытия, получаемого совместной вытяжкой покрытия и основы, делает необходимым поиск зависимости между этими величинами и величиной относительного обжатия опытным путем.

Для экспериментального исследования процесса совместной вытяжки материала основы и покрытия был использован штамп с набором сменных пуансонов диаметром 17; 18,2; 19; 19,5 мм и матрицей диаметром 22 мм.

Штампы устанавливались на универсальную испытательную машину Р-50.

Плотность и пористость спеченных образцов определялась по ГОСТ 18898–89 методом взвешивания их на воздухе и в воде.

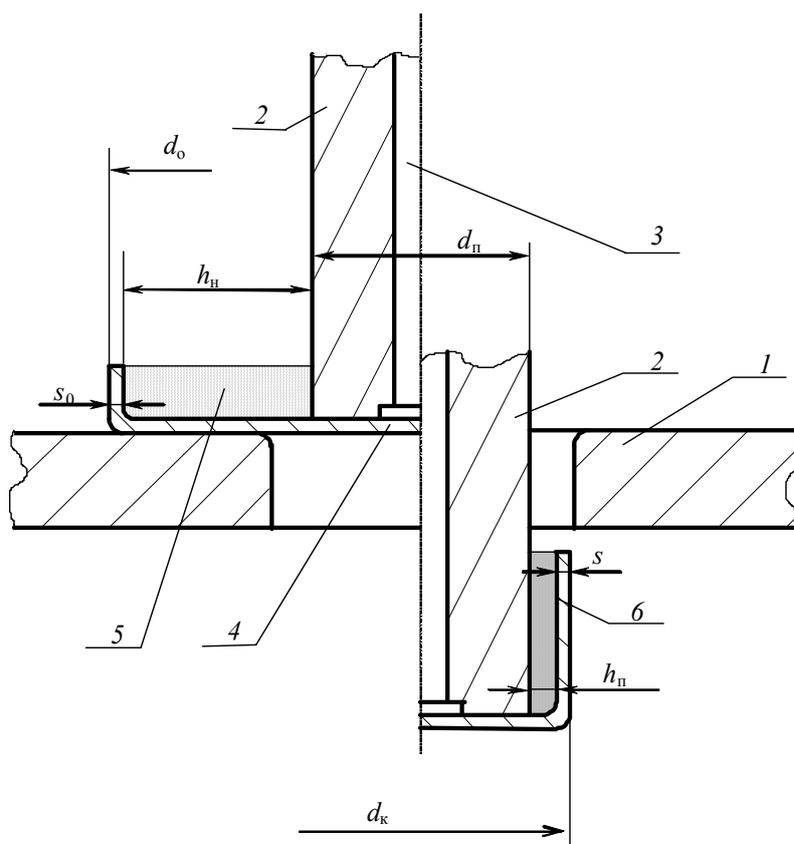


Рис. 1. Схема процесса совместной вытяжки покрытия и основы:
1 – матрица; 2 – пуансон; 3 – съемник; 4 – металлическая заготовка;
5 – порошок; 6 – композиционное изделие

В таблице приведены значения плотности покрытия ρ_p в г/см^3 , относительной пористости в %, полученного при втором переходе вытяжки, величины усилия совместной вытяжки P , кН, и вытяжки основы P_0 , кН, полых листовых заготовок из стали 08кпВГ совместно с порошком, содержащем 0,4 % стеарата цинка, 3 % омедненного графита и 96,6 % порошкового железа и последующего спекания при температуре 950 °С в течение 30 мин в защитной среде.

Зависимость средних значений величины плотности покрытия ρ_p в г/см^3 от величины относительного обжатия порошка имеет нелинейный характер. Максимальные значения плотности покрытия достигаются при относительном обжатии

$h_w/h_n = 8-10$. При дальнейшем увеличении величины обжатия плотность покрытия уменьшается. Это может быть объяснено тем обстоятельством, что в интервалах относительного обжатия от 3 до 10 (номера интервалов 1–4) толщина стенок основы менялась незначительно. В этом случае можно утверждать, что вытяжка основы шла без утонения стенок, а в интервалах 5 и 6 имело место заметное утонение стенок основы. Переход от вытяжки без утонения стенок к вытяжке с утонением стенок существенно меняет напряженное состояние в материале основы: из плоского напряженного оно переходит в объемную схему с двумя главными напряжениями сжатия и одним – растяжения. Меняется и характер деформации материала основы, так как уменьшение толщины стенок приводит к интенсивному удлинению волокон металла в направлении главного напряжения растяжения. Можно предположить, что при вытяжке без утонения стенок основы обжатие материала покрытия происходит постепенно до его входа в зазор между пуансоном и матрицей, причем в сам момент входа в зазор существенного скачка давлений или относительного смещения материала основы не происходит. Решающее значение играют сжимающие напряжения, действующие на материал покрытия со стороны основы и со стороны пуансона, а сдвигающие напряжения на границах *основа–покрытие* и *покрытие–пуансон* не играют главенствующую роль.

Плотность и пористость покрытия

Номер интервала	Толщина стенок основы перед совместной вытяжкой s_0 , мм	Толщина стенок основы после совместной вытяжки s , мм	Диаметр пуансона d_n , мм	Относительное обжатие h_w/h_n	Плотность покрытия ρ_w , г/см ³	Относительная пористость покрытия, %	Усилие совместной вытяжки P , кН	Усилие вытяжки одной основы P_0 , кН
1	1,40	1,42	17,0	2,59	4,45	46,4	23,9	23
2	1,40	1,38	18,2	2,99	4,61	39	25,05	23,2
3	1,05	1,09	19,0	4,97	5,96	20	18,4	15,3
4	1,05	1,03	19,5	9,83	6,64	12,4	20,9	15,5
5	1,40	1,29	19,0	15,67	5,34	30	31,6	25,7
6	1,40	1,13	19,5	18	4,85	36	53,6	35,1

Условия при вытяжке с утонением стенок основы до момента входа материала основы и материала покрытия в зазор между пуансоном и матрицей можно считать практически такими же, как и при вытяжке без утонения стенок основы, а появление существенных отличий – только начиная с момента входа материалов в зазор.

Значительное увеличение нормальных напряжений сжатия и касательных напряжений сдвига на границе между основой и материалом покрытия при входе в зазор в этом случае, в особенности именно рост сдвигающих напряжений, может объяснить полученный экспериментально характер изменения относительной плотности с увеличением величины обжатия порошка.

Литература

1. Способ изготовления полого композиционного изделия : пат. Респ. Беларусь № 3933 / Н. И. Стрикель, Ю. Л. Бобарикин, М. И. Лискович ; заявитель Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Оpubл. 06.03.2001.
2. Стрикель, Н. И. Анализ напряженного состояния при совместной вытяжке покрытия и основы / Н. И. Стрикель, Ю. Л. Бобарикин, М. И. Лискович // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2000. – № 2. – С. 5–14.

АНАЛИЗ УДАРНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ДИНАМИКЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Е. В. Койпиш

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. В. Иноземцева

Любое транспортное средство в течение своей эксплуатации неоднократно подвергается действию ударных нагрузок [1]. Подобные нагрузки характеризуются большей опасностью по сравнению со статическими нагрузками подобной величины [2]. Целью данной работы является обзор методов анализа динамического поведения объектов под действием ударных нагрузок разной природы применительно к исследованию транспортных средств. В зависимости от природы динамического воздействия и необходимой точности моделирование можно производить различными методами.

Для многих процессов достаточную точность может обеспечить замена ударного процесса на обычное силовое воздействие, т. е. приложение к конкретным точкам конструкции системы сил, меняющихся по определенному закону.

В качестве примеров процессов, которые с высокой степенью достоверности заменяются простым силовым воздействием, можно привести процессы наезда транспортным средством на препятствие [3]. Иначе говоря это те процессы, в которых поведение источника динамической нагрузки слабо зависит от процесса деформирования корпуса, а также процессы, нагрузки от которых являются локальными по сравнению с исследуемой зоной деформирования.

Методика замены ударных явлений силовым эквивалентом заключается в том, что контактное взаимодействие инородных объектов с корпусом транспортного средства исходя из информации о характере поведения этих объектов заменяется на силовую динамическую и статическую нагрузку, которая заставляет корпус транспортного средства деформироваться аналогичным образом. Таким образом, динамическое силовое воздействие может задаваться тремя законами:

- импульсная нагрузка;
- динамическое нагружение области исследуемой конструкции нагрузкой, изменение которой зависит только от времени;
- подвижная нагрузка: динамическое нагружение локальной области конструкции или всей конструкции нагрузкой, изменение которой зависит как от времени, так и от координат.

Для формулировки исходной задачи можно использовать вариационный подход, а также непосредственно законы сохранения энергии, импульса и других фундаментальных величин; можно для вывода уравнений модели применять приближенное решение, полученное методом смягчения краевых условий [4].

При невозможности подобрать эквивалентную силовую нагрузку необходимо полностью моделировать процесс взаимодействия системы деформируемых сплош-