

## ОСОБЛИВОСТІ ВІБРОПРЕСУВАННЯ ПУСТОТНИХ ВОГNETРИВКИХ ЗАГОТІВОК У ПРЕС-ФОРМІ ЗАКРИТОГО ТИПУ

Пустотні вогнетривкі вироби використовуються для обпалювання керамічних заготовок, заповнення арок і порожнин термічних печей. Особливістю виробів є значне співвідношення між їх висотою і товщиною стінок при наявності відкритих пустот і суцільного дна по торцю. Існуючі методи статичного пресування не забезпечують необхідну рівнощільність заготовки по об'єму, тому термічна стійкість виробів не більше 5-ти термоциклів [1].

Відоме обладнання гідростатичного пресування забезпечує якісні вогнетривкі пустотні вироби, проте процес має малу продуктивність. Задовільну продуктивність забезпечує квазістатичне пресування, але не вирішеність питання стійкості прес-форми ускладнює широке впровадження цього технологічного процесу [2].

Добрі результати отримані при вібропресуванні заготовок із вогнетривких матеріалів [1]. Вібропресування порошкових матеріалів зменшує необхідне зусилля пресування, підвищує рівнощільність виробу. Спроби використання при вібропресуванні виробничих прес-форм для статичного пресування не дали суттєвих позитивних результатів. Такі прес-форми не враховують специфіку і переваги процесу вібропресування, мають значні габарити.

В роботі розглянуті питання підвищення ефективності процесу вібропресування пустотних виробів шляхом вдосконалення конструкції прес-форми закритого типу.

Для виготовлення пустотних деталей типу "кадушка" із шамотних вогнетривких матеріалів методом вібропресування запропонована прес-форма закритого типу (рис.1) [3].

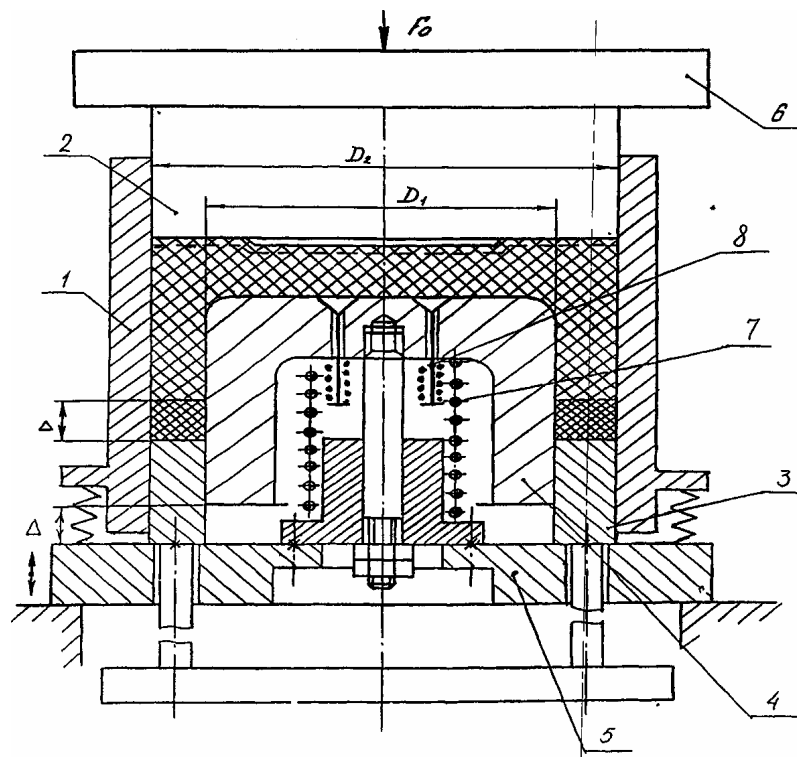


Рис. 1. Прес-форма закритого типу

Матриця 1 охоплює верхній пуансон 2, кільце 3 і нижній підпружинений пуансон 4. Прес-форма монтується на вібростолі 5, який забезпечує зворотно-поступальні робочі рухи. Після засипання порошкового матеріалу верхній пуансон 2 вводять в матрицю 1. Власна вага пуансона 2 ( $G_B$ ) вага траверси-притискувача 6 ( $G_T$ ) і постійна сила ( $F_0$ ) забезпечують сумарну силу ( $F_B$ ) навантаження заготовки зверху  $F_B = G_B + G_T + P_0$ . Сумарній силі ( $F_B$ ) протидіє сила тертя між шихтою та матрицею 1 ( $F_T$ ), сила на кільці 3 ( $F_K$ ) і пуансоні 4 ( $F_H$ ), ( $F_B = F_T + F_K + F_H$ ). Мінімальна сила пружини 7 ( $F_{\Pi}$ ) розраховується із умови рівноваження пуансона ( $F_{\Pi} \leq G_H + G_1$ ), де  $G_H$  – вага нижнього пуансона,  $G_1$  – вага шихти.

На початковій стадії вібропресування щільність заготовки невелика, деформування відбувається в напрямку прикладання робочих сил. Сили тертя між рухомою матрицею 1 і шихтою значно менші від сил пресування, тому на початковій стадії силами тертя можна знехтувати ( $F_T = 0$ ).

На основі прийнятих спрощень і викладок слідує, що на початковій стадії пресування сила на верхньому пуансоні 2 врівноважується силою на кільці 3 ( $F_T = F_K$ ). Зважаючи на те, що деформації відбуваються в напрямку сили  $F_0$ , відношення тиску на кільці 3 ( $P_K$ ) до тиску на пуансоні 2 ( $P_B$ ) буде визначатися співвідношенням:

$$\frac{P_B}{P_K} = 1 - \frac{D_1^2}{D_2^2},$$

де  $D_1$  і  $D_2$  — відповідно зовнішній і внутрішній діаметри заготовки.

При зменшенні внутрішнього діаметра ( $D_2 \rightarrow 0$ ) вирівнюються тиски на кільці 3 і верхньому пуансоні 2 ( $P_K = P_B$ ), а збільшення внутрішнього діаметра ( $D_2 \rightarrow D_1$ ) викликає збільшення тиску ( $P_K$ ) на кільці 3.

Таким чином, можна припустити, що на початковій стадії пресування тиск  $P_K$  на кільці 3 більший від тиску  $P_H$  на торці верхнього пуансона і тиску на торці пуансона 4 ( $P_H \approx 0$ ), тому деформування заготовки здійснюється по контакту з внутрішнім кільцем 3. При цьому значне деформування заготовки досягається за рахунок зменшення вмісту повітря і заповнення пластифікатором звільненого простору між частинками шихти. Зворотно-поступальні робочі рухи вібростола і коливання матриці 1 сприяють виходу повітря із зони пресування. Основне деформування відбувається по кільцю 3 з одночасним опусканням пуансона 4 і незначним деформуванням під верхнім пуансоном 2.

Після забезпечення необхідної деформації А по кільцю 3, пуансон 4 досягає вібростола, послідовно починається заключна стадія пресування.

Зворотно-поступальні рухи стола забезпечують допресування заготовки по днищу і поліпшують її рівнощільність. Особливо важливим на даному етапі пресування є взаємодія рухомих елементів: вібростіл 5, прес-форма 9, траверса-притискувач 6. Матриця 1 прес-форми кріпиться до вібростола 5. Сили тертя і розклинювання від порошкового матеріалу утримують заготовку і кільце 3 та нижній підпружинений пуансон 4 разом з матрицею 1 на вібростолі 5. Взаємодія верхнього пуансона 2 і траверси-притискувача 6 суттєвим чином впливають на процес пресування заготовки.

У відомих дослідженнях з вібропресування [2, 4] часто верхній пуансон розглядають як одне ціле з траверсою-притискувачем 6. Кріплення верхнього пуансона на траверсі-притискувачі спрощує обслуговування оснастки, але негативно впливає на якість заготовки. В момент зворотного ходу вібростола з прес-формою вниз верхній пуансон 2 з траверсою-притискувачем 6 по інерції рухається вгору і можуть відриватися від уже спресованої заготовки. В зазорі між верхнім пуансоном 2 і заготовкою утворюється вакуумований об'єм, в який проникає повітря як із заготовки так і ззовні прес-форми. При русі верхнього пуансона 2 з траверсою-притискувачем 6 вниз не все повітря встигає вийти із зазору. Частина стиснутого повітря переходить в поверхневі шари заготовки, утворює в ній шпарини. Шпарини розміщуються в площині перпендикулярній до напрямку прикладання пресового зусилля. Характерно це при пресуванні більшості порошкових матеріалів, а, особливо, для сухих і напівсухих з малою кількістю в'язучих добавок, які мають незначні сили зчеплення між складовими частинками. В деяких локальних місцях



на поверхні заготовок спостерігається інтенсивне утворення шпарин, що призводить до "лущіння" обробленої поверхні і значно погіршує якість виробу.

Із наведеного слідує, що верхній пуансон 2 і траверса-притискувач 6 не повинні мати жорсткого з'єднання. Верхній пуансон 2 на завершальній стадії пресування повинен утримуватися силами тертя в матриці 1.

Після завершення вібропресування необхідно забезпечити доступ повітря до заготовки при звільненні її з прес-форми. Частково це досягається за рахунок конічних ділянок на матриці і на нижньому пуансоні. Проте в пустотілих виробках необхідно забезпечити додатковий доступ повітря на внутрішній торець заготовки. В запропонованій прес-формі використовуються підпружинені конічні клапани 8, які встановлені на пуансоні 4. При виштовхуванні заготовки за допомогою зовнішнього кільця 3, на поверхні контакту між заготовкою і нижнім пуансоном 4 виникає вакуумований простір. Розріджене повітря і контакт заготовки з клапаном сприяють підніманню останнього вверх і повітря поступає в зазор між заготовкою і нижнім пуансоном. Відсутність доступу повітря призводить до деформації (западання) днища заготовки, збільшує брак виробів.

Вібропресування в запропонованій прес-формі дозволило підвищити щільність і особливо рівнощільність вогнетривких заготовок типу "кадушка" діаметром 200 мм і висотою 150 мм. Відношення мінімальної рівнощільності окремих ділянок заготовок до максимальної сягає 0,85-0,92, що більше у порівнянні з заготовками отриманими на відомих прес-формах статичного пресування шамотних вогнетривких виробів подібної конфігурації.

#### *Література*

1. Искович-Лотоцкий Р.Д., Пентюк Б.Н., Бочаров Ю.А. Выбор режимов виброударного прессования огнеупорных изделий из порошкообразных материалов. // Огнеупоры. - 1988. - №6. - С. 33-36.
2. Костюков Н.С., Тимохова М.И. Пресс-форма для квазиизостатического прессования керамических тел // Стекло и керамика. - 1979. - №8. - С. 17-18.
3. А.С. №1036534 МКИ В28В 3/04. Прес-форма для формования фигурных изделий // Искович-Лотоцкий Р.Д., Пентюк Б.Н., Вирнык Н.Н. и др. Оpubл. 23.08.1983. Б.И. №31.
4. Искович-Лотоцкий Р.Д., Матвеев И.Д., Крат В.А. Машины вибрационного и виброударного действия. - К.: Техника, 1982. – 208 с.