

испытываемого образца, хотя присутствует пластическая деформация и образуются трещины. Затем следует процесс нарастающего разрушения, который достигает своего максимального значения [6].

Особенностью действия кавитации на твердую поверхность является мгновенность и локальность приложения нагрузки. Учитывая это, кавитационное нагружение обычно классифицируется как микроударное. В процессе любого нагружения, в том числе и кавитационного, материал подвергается деформационному упрочнению. Величина упрочнения определяется природой материала, а также степенью деформации и скоростью приложения нагрузки [6,7].

Технологические параметры ультразвуковой обработки также влияют и на шероховатость обрабатываемой поверхности. При изменении любого из параметров ультразвуковой обработки при МАО (времени, амплитуды, расстояния от излучателя) происходят изменения параметров шероховатости поверхности.

Для достижения заданных параметров обрабатываемой детали МАО с наложением УЗК следует учитывать технологические параметры как МАО так и ультразвуковой обработки.

### **Литература**

1. Акулович Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле // Новополоцк: ПГУ. - 1999. С. 240.
2. Барон Ю.М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов // Ленинград: Машиностроение. - 1986. С. 172.
3. Малыгин Б.В. Магнитное упрочнение инструмента и деталей машин // Москва: Машиностроение. - 1989. С. 112.
4. Киселев М.Г. Ультразвук в поверхностной обработке материалов // Минск: Тесей.- 2001. С. 344.
5. Марков А.И. Испытание внедрением и царапанием при ультразвуковых колебаниях индентора // Склерометрия, Москва: Наука.- 1968. С. 192.
6. Прис К. Кавитационная эрозия // Москва: Мир.- 1982. С. 269...300.
7. Иванов В.С., Терентьев В.Ф. Природа усталости металлов // Москва: Иеталлургия.-1975. С. 455.

### **Возможности инъекционного формования для получения керамической нитепроводной гарнитуры**

Студент гр. 104616 Зелезей А.А.

Научные руководители – Афанасьев Л.Н.; Барай С.Г.  
Белорусский национальный технический университет  
г.Минск

Целью настоящей работы является усиление внимания к возможностям инъекционного формования для получения керамической нитепроводной гарнитуры.

#### **Технологическая схема инъекционного формования**

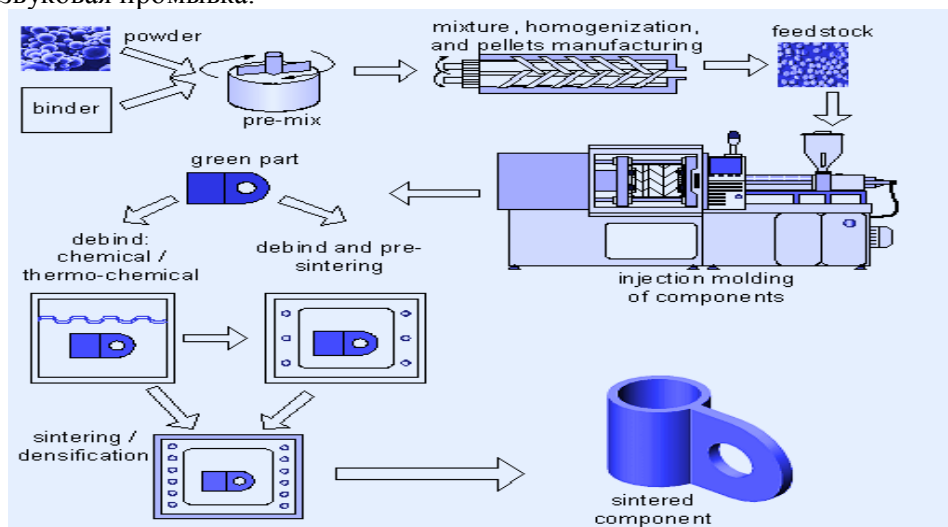
##### **Технологические преимущества СИМ процесса**

*Оптимизация конструкции детали.* СИМ процесс снимает практически все ограничения по сложности формы изготавливаемой детали.

*Увеличение плотности и прочности детали.* При прочих равных условиях СИМ процесс позволяет получать более прочные детали за счет модификации характеристик материалов.

*Возможность получения практически любой поверхности.* СИМ процесс позволяет придавать поверхностям формируемых деталей практически любые свойства – от очень гладких до текстурированных. Доступен практически весь спектр покрытий

и обработок. Подготовка поверхности: галтовка, пескоструйка, полировка, ультразвуковая промывка.



*Точность допусков и размеров.* СИМ технология позволяет получать детали с минимальной толщиной сечения от 0,5 до 30 мм с допусками в пределах 0,1мм на каждые 25 мм линейных размеров детали.

СИМ технология имеет большую перспективу и огромное преимущество при производстве деталей сложной формы с точными геометрическими размерами и большими объемами производства

#### **Особенности технологии инжекционного формования керамики**

- использование ультрадисперсных керамических порошков;
- использование термопластичных связок с температурой плавления до 150 °С;
- использование доступных поверхностно-активных веществ и др. специальных добавок;
- удаление связующего по строго определенному температурно-временному режиму для каждого определенного вида керамики, формы и размеров изделия, типа пластификатора и наличия специальных добавок;
- спекание заготовок в высокотемпературных печах по строго определенному температурно-временному режиму для каждого определенного вида керамики, формы и размеров изделия, требуемых структуры, физико-механических и специальных свойств;
- специальная обработка спеченных заготовок (галтовка, пескоструйная обработка, полировка, ультразвуковая промывка) для получения качественного изделия

#### **Процесс инжекционного литья керамики**

Качество отливки определяется следующими параметрами процесса:

- Температура (материала, цилиндра и литьевой формы): 170-190 °С
- Время (впрыска, выдержки под давлением и охлаждения): 0,5-1,0 с; 15-20 с
- Давление (впрыска, выдержки и противо-давления): 120-200 МПа
- Скорость впрыска и скорость шнековой подачи: 10-30 см<sup>3</sup>/с; 20-50 об/мин
- Усадка отлитой заготовки: по объему - 2,2%, по длине - 0,7%

#### **Принцип каталитического дебайндинга**

Основным компонентом связующего является полиацеталь – полупрозрачный термопластичный полимер с хорошими технологическими свойствами.

Полиацеталь разлагается в газообразный формальдегид в присутствии катализатора – азотной кислоты в концентрации  $\geq 98,5\%$ .

Разложение полиацетала происходит при  $T=110-140\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что ниже точки его плавления ( $T_{\text{плавл}}=165\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Реакция полиацеталь  $\rightarrow$  формальдегид движется внутрь отливки со скоростью 1-2 мм/ч.

#### Механизм каталитического дебайдинга

Дебайдинг проходит посредством диффузии и проникания испаряющейся связки через поры.

Процесс температурного дебайдинга превращает связку в пары.

Дистанция „L“ испаряющейся связки с поверхностной связки увеличивается со временем.

Ламинарный поток газа обеспечивает равномерную эволюцию связки и предотвращает ее повторное осаждение на заготовку.

Равномерные потоки газа вокруг частиц порошка обеспечивают постоянный и равномерный дебайдинг.

Время цикла дебайдинга ограничивается толщиной заготовки.



#### Печь для каталитического дебайдинга

Режимы процесса:

Катализатор:  $\text{HNO}_3 \geq 98,5\%$

Температура:  $110-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Скорость удаления связки: 1-2 мм/час

#### Печь для высокотемпературного спекания заготовок инжекционного формования

Камерная электрическая печь с нагревателями из дисилицида молибдена, с волокнистой изоляцией и программатором. Равномерность  $T$  по зоне печи  $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Режимы процесса спекания:

Среда: воздушная

Температура:  $1450-1610\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Пиролиз остаточной связки при  $T=200-600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Скорость нагрева при пиролизе:

$1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  до  $T = 270\text{ }^{\circ}\text{C}$

$2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  до  $T = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$

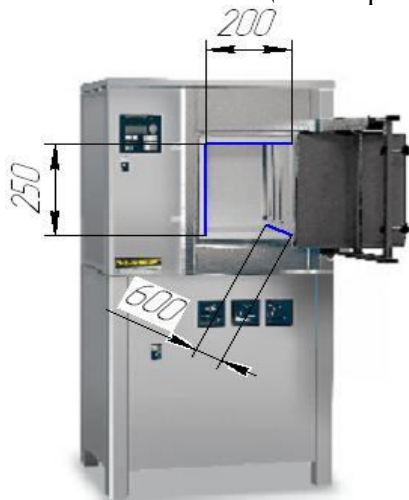
Скорость нагрева при спекании:

$5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  в интервале  $T = 600-1200\text{ }^{\circ}\text{C}$

$2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  в интервале  $T=1200-1600\text{ }^{\circ}\text{C}$

Скорость охлаждения до  $T = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$

$3-5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$



### Свойства керамики, полученной по СИМ технологии

Свойства	Единица измерения	Керамика на основе $Al_2O_3$	Керамика на основе $ZrO_2$
Плотность	г/см <sup>3</sup>	3,8 - 3,9	5,90 - 5,95
Модуль Юнга	ГПа	350 - 400	200 – 220
Предел прочности при изгибе	МПа	300 - 450	400 – 600
Коэффициент вяз-кости разрушения	МПа·м <sup>1/2</sup>	3,5 – 4,0	5 – 6
Твердость	HV	1800 - 2000	1350 -1420
ТКЛР (20-1000 °С)	10 <sup>-6</sup> /К	7 - 8	9,3 - 11,0
Теплопроводность	Вт/м·К	25 - 30	2,7 - 3,5

УДК. 621.791.5

#### Разработка технологии сварки ответственных деталей трактора из высокоуглеродистых сталей

Студент гр.104817 Иванова И. В., студент гр. 104817 Громов С. А.  
Научный руководитель – Дьяченко В. И.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Современный сельскохозяйственный трактор является достаточно сложным инженерным творением. В состав каждого трактора входят в обязательном порядке кроме дизельного двигателя, трансмиссия для передачи мощности двигателя к движителю, многоскоростная (до 18 ступеней) коробка перемены передач, система отбора мощности для выполнения технологических операций навесных или прицепных сельскохозяйственных орудий. высоконапорная многоканальная гидравлическая и пневматические системы

Не миновала тракторостроение и общемашиностроительная тенденция - повышение единичной мощности. Если в первые послевоенные годы отечественное машиностроение предоставляло в распоряжение сельского хозяйства одну модель колёсного трактора на железных колёсах со шпорами мощностью 30 л.с. и три модели гусеничных тракторов мощностью 35 - 52 - 65 л.с., то в настоящее время нижний предел мощности опущен до 6 л.с., верхний возрос до 250-300 л.с. Ещё 10 лет тому назад колёсный трактор мощностью 300 л.с. весил 13 тонн., то сегодня современный трактор того же тягового класса и той же мощности весит 9 тонн. Предшественник современного трактора мощностью 150-180 л.с., весящего 5 тонн, весил более 7 тонн.

Естественно, что и конструкторы и технологи постоянно уделяли внимание проблемам повышения прочности, долговечности и надёжности как трактора в целом, так и каждого его агрегата и каждой детали. Практически все детали трансмиссии, ходовой и навесной систем тракторов работают в условиях сложного циклического нагружения: срез, растяжение или кручение, сочетающиеся с изгибом. Кроме того значительное количество деталей работают в условиях значительных контактных напряжений

Задача решается применением материалов повышенной прочности от малоуглеродистых низколегированных сталей до высоколегированных сталей для