

пористости. Такие сплавы используются лишь в малоответственных конструкциях.

Использование методов закалки из жидкого состояния позволяет расширить класс высокопрочных алюминиевых сплавов за счет расширения пределов легирования и образования мелкодисперсных и метастабильных структур. Метод получения порошков алюминиевых сплавов распылением водой высокого давления позволяет получать при кристаллизации структуры с мелкодисперсными включениями интерметаллидных фаз. При получении таким способом стандартных сплавов вредные примеси (например, железо) переходят в разряд легирующих, так как их равномерно распределенные дисперсные выделения играют роль упрочняющих фаз.

Исследования проводили на порошке сплава АД33, полученного распылением водой высокого давления (таблица).

Таблица 1. Химический состав порошка сплава АД33

| Химический состав, % масс. |      |      |       |      |     |           |
|----------------------------|------|------|-------|------|-----|-----------|
| Cu                         | Mg   | Si   | Mn    | Fe   | Zn  | Al        |
| 0,3                        | 1,00 | 0,54 | 0,159 | 0,78 | 0,2 | остальное |

Водораспыленные порошки сплава АД33 имеют развитую поверхность, толщина оксидной пленки по приближенным оценкам составляет около 2-5 нм. Результаты термогравиметрических исследований показали, что потеря кристаллизационной влаги в порошке происходит до температур 410-440°C. По результатам исследования влияние удельного давления на пористость холоднопрессованных брикетов, влияния температуры и времени выдержки на процессы десорбции кристаллизационной воды были выбраны оптимальные режимы холодного компактирования, режимы нагрева и выдержки в процессе горячего деформирования.

Порошковый сплав АД33 получали по двум технологическим схемам:

1) холодное компактирование порошка до плотности 70-75 %; дегазация в вакуумной печи при температуре 410 °C, 1 час; холодное компактирование до плотности 96 -98%; термическая обработка (закалка при температуре 510 °C, время выдержки 20 минут); прессование заготовок, нагретых до 420-440 °C, на горизонтальном прессе. Скорость истечения (средняя) при прессовании не превышала 0,05 м/с. Заготовки после горячего прессования подвергали искусственному старению при температуре 165 °C в течение 8 час. Прутки после горячего прессования и термической обработки имели следующий уровень прочностных характеристик:  $\sigma_B = 450 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{0.2} = 405 \text{ МПа}$  и относительное удлинение  $\delta = 10.8 \%$ , относительное сужение  $\psi = 24.5 \%$ .

2) холодное компактирование порошка до плотности 70-75 %; дегазация в вакуумной печи при температуре 410 °C, 4 час; холодное компактирование до плотности 100%; термическая обработка (закалка при температуре 510 °C,

время выдержки 20 минут); искусственное старение при температуре 165 °C в течение 8 час.

Заготовки после холодного прессования и термической обработки имели следующий уровень прочностных характеристик:  $\sigma_B = 305 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{0.2} = 205 \text{ МПа}$  и относительное удлинение  $\delta = 7.2 \%$ , относительное сужение  $\psi = 9.0 \%$ . Исследования показали, что использование методов традиционной порошковой металлургии позволяет получать материал с высокими механическими свойствами.

К.т.н. Свяцкий В.В., Свяцка Л.П.

#### Кіровоградський національний технічний університет, Україна КЕРУВАННЯ ЯКІСТЮ ДЕТАЛЕЙ, ОТРИМАНИХ ЗІ СКЛОНАПОВНЕНИХ ПОЛІАМІДІВ В УЛЬТРАЗВУКОВОМУ ПОЛІ

Стрімкий розвиток промисловості поліамідних склонаповнених композицій за останні десять років відбувається завдяки створенню спеціальних добавок, які дозволяють поліпшити умови переробки полімерів і фізико-механічні властивості пластмасових виробів. Так, наприклад, добавка модифікатора переробки пластмас КЭМПОЛ [1] в полімерні композиції в кількості від 0,005 до 0,3% дозволяє: знизити температуру переробки; збільшити зміст наповнювача; підвищити плинність розплаву; переробляти вторинні полімери з одержанням кондиційних виробів; різко знизити і, у ряді випадків, практично виключити спрацювання литкових систем устаткування і формоутворюючих поверхонь прес-форм. Останнє особливо важливо при переробці склонаповнених матеріалів; з цієї причини до недавнього часу більшість виробників відмовлялась від переробки склонаповнених поліамідів із-за швидкого спрацювання прес-форм, навіть незважаючи на переваги таких матеріалів над іншими полімерами. Доречно також відмітити, що значною більшістю виробників поліамідів узятий курс на власні рецептурно-технологічні розробки і створення на їхній основі фірмового марочного асортименту пластмас (так званих „функціональних пластмас” [2]), що мають яскраво виражені спеціальні властивості, що не властиві базовим полімерам.

З цієї причини перед конструкторами і технологами стає нелегкий вибір марки матеріалу для виробу, що проектується. Утруднено проведення комплексної техніко-економічної оцінки проекту, основними критеріями якої є: можливість одержання якісного виробу на наявному або доступному устаткуванні, визначення продуктивності процесу і мінімальної вартості виробу. Як показує практика, ціна матеріалу не є однозначним критерієм. Мінімізація витрат може бути забезпечена, наприклад, при використанні більш дорогих, але більш міцних матеріалів, що дозволяють зменшити товщину стінки (ваги) виробу. Таким чином, вибір матеріалу пов'язаний не тільки із задачею оптимізації конструкції виробу, а й з вибором найкращого технологічного маршруту переробки і конструкції прес-форми.

Відповідно до вище наведеного у Кіровоградському національному технічному університеті проведено теоретичне та експериментальне дослідження процесу виготовлення (або відновлення) деталей із поліамідної сировини литтям під тиском під впливом ультразвуку [3]. Використання ультразвукового впливу на прес-форму під час формування в ній деталі (або нанесення покриття на зношенні поверхні) дозволяє значно поліпшити експлуатаційні характеристики готового виробу.

Об'єктом даного дослідження є технологічний процес виготовлення (або відновлення) деталей із склонаповнених поліамідів литтям під тиском в ультразвуковому полі.

Поставлена задача – керування якістю отримання деталей із склонаповнених полімерів в ультразвуковому полі. Вирішення її зводилося до побудови і використання математичної моделі процесу отримання полімерів із залученням математичного апарату [4]. Аргументами при побудові математичної моделі для склонаповнених поліамідів КПС-30, ПА12 ВС, П68 ВС є технологічні параметри ультразвукового впливу, а коефіцієнти регресії представлені через функціональні залежності від фізико-механічних характеристик полімерної сировини. Застосування методики математичної обробки даних експериментальних досліджень [5] дозволяє одержувати рівняння регресії для розглянутих функцій відгуку. Ці рівняння устанавлюють функціональний зв'язок між значеннями трьох груп показників: фізико-механічними характеристиками полімерної сировини, технологічними параметрами ультразвукового впливу і фізико-механічними показниками виробу, і дозволяють керувати властивостями деталей, виготовлених (або відновлених) полімерами в ультразвуковому полі.

Так, наприклад, була отримана формула, що дозволяє зв'язати спрацювання як функцію подвійної амплітуди ультразвукових коливань з фізико-механічними властивостями вихідного матеріалу:

$$I(A, Hb, Tct, G) = A_{Hb} - B_{Hb} \cdot Hb + C_{Hb} \cdot Hb^2 - (A_{Tct} - B_{Tct} \cdot Tct + C_{Tct} \cdot Tct^2) \cdot A + (A_G - B_G \cdot G + C_G \cdot G^2) \cdot A^2, \quad (1)$$

де  $I(A, Hb, Tct, G)$  – спрацювання (мкм) як функція подвійної амплітуди ультразвукових коливань ( $A$ ) і властивостей полімерної сировини (відповідно твердості, теплостійкості по Мартенсу, межі міцності при вигині).

Результати теоретичних досліджень відображені на рисунку 1.

Перевірку математичної моделі, представленої рівнянням (1), проводили на поліаміді марки ПА6-211-ДС ОСТ 6-11-498-79. При цьому були здійснені випробування на спрацювання полімерного покриття по сталевому шліфованому валу або ролику, які найбільш повно імітують умови експлуатації більшості з'єднань у машинах і механізмах [6]. Визначення величини спрацювання поверхонь проводилось за методикою, яка викладена в роботі [7]. Аналіз теоретичної кривої спрацювання, побудованої для поліаміду марки ПА6-211-ДС ОСТ 6-11-498-79 (при  $Hb = 22 \times 10^7 \text{ Н/м}^2$ ;  $G = 2100 \times 10^5 \text{ Н/м}^2$ ;  $Z = 45 \times 10^3 \text{ Нм/м}^2$ ;  $Tct = 190 \text{ }^\circ\text{C}$ ) відповідно до математичної моделі (1), та

результатів експериментальних даних впливу ультразвукового випромінювання на величину спрацювання композицій з поліаміду ПА6-211-ДС свідчить про достатній збіг теоретичних і практичних результатів.

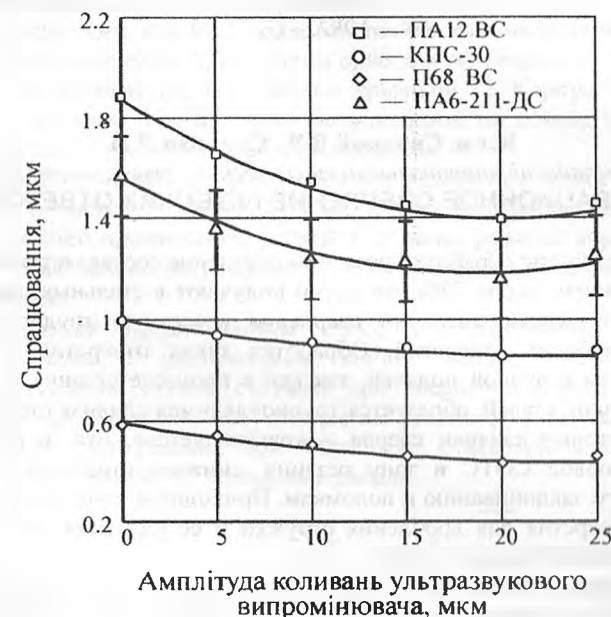


Рис. 1. Залежність “спрацювання – амплітуда коливань ультразвукового випромінювача”

#### Література:

1. И. Д. Симонов-Емельянов. Специальные добавки для повышения качества литье-вых изделий из полимерных композиционных материалов // Литье под давлением изделий из термопластов (Материалы семинара). – М.: ЦРДЗ, 2002. – С. 4 – 7.
2. А.М. Криваткин. Функциональные пластмассы // Литье под давлением изделий из термопластов (Материалы семинара). – М.: ЦРДЗ, 2002. – С. 8 – 12.
3. Лукьяненко Л., Василенко Ф., Федунец А. Моделирование процесса восстановления деталей сельскохозяйственной техники полимерами в ультразвуковом поле // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КДТУ, 2000. – Вип. 29. – С. 288 – 293.
4. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. – К.: Техніка, 1975 – 168 с.
5. Ф.И. Василенко, Л.П. Лукьяненко. Прогнозирование износа деталей, восстановленных полимерными покрытиями, полученными с использованием

ультра-звуковой обработки // Збірник наукових праць КІСГМ. – Кіровоград: КІСГМ, 1998. – Вип. 2. – С. 166 – 170.

6. Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1984. – 280 с.

7. Василенко Ф.И., Булей И.А. Прибор для измерения износа поверхностей // Измерительная техника. – №8. – 1982. – С. 17 – 21.

**К.т.н. Свяцкий В.В., Свяцкая Л.П.**

*Кировоградский национальный технический университет, Украина*  
**ВИБРАЦИОННОЕ СВЕРЛЕНИЕ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ**

В общем объеме обработки резанием сверление составляет около 30% всех операций, причем, около 75% отверстий получают в стальных деталях. Среди всех технологических операций сверления известную трудность вызывает обработка глубоких отверстий. Обработка таких отверстий, как правило, осуществляется с ручной подачей, так как в процессе резания, особенно при обработке вязких сталей, образуется трудноудаляемая сливная стружка, которая забивает винтовые канавки сверла – «пакетируется», что, в свою очередь, осложняет подвод СОТС в зону резания, снижает стойкость инструмента, приводит к его заклиниванию и поломкам. Приходится периодически выводить сверло из отверстия для дробления стружки и ее удаления, что значительно снижает производительность труда.

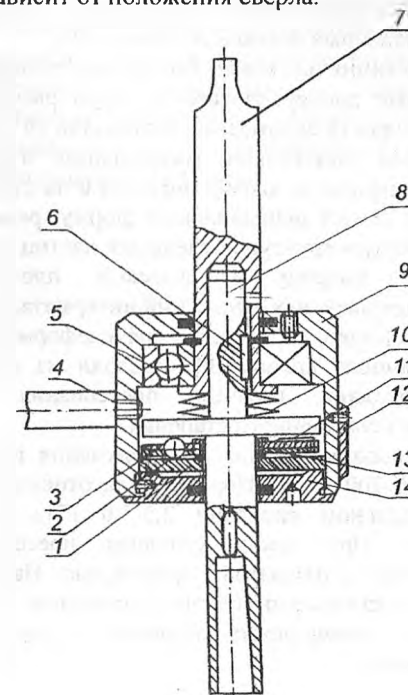
Эффективным средством борьбы с образованием трудноотводимой из зоны обработки сливной стружки является вибрационное сверление – вид обработки, при котором инструменту сообщаются осевые колебания с амплитудой, равной толщине срезаемого слоя и частотой в полтора раза превышающей скорость вращения. Известен целый ряд устройств для вибрационного сверления с заданием вынужденных осевых колебаний инструменту при помощи электродинамических, электрогидравлических и других вибраторов [1]. Наряду с достоинством – плавностью регулировки амплитуды колебаний, они достаточно сложны и имеют высокую стоимость. В последнее время находят применение различные вибрационные патроны, позволяющие использовать имеющееся на предприятиях оборудование и осуществлять надежное дробление стружки при сравнительно малых габаритах, простоте конструкции и невысокой стоимости изготовления.

Предложен шариковый вибрационный патрон [2] для обработки глубоких отверстий (рис. 1). Вибратор работает следующим образом. В шпинделе станка крепится хвостовик 7, в котором посредством шпонки 6 фиксируется инструментальный шпиндель 8, поджимаемый в направлении подачи тарельчатой пружиной 10. При сообщении хвостовику 7 вращательного движения шарики 2, помещенные в сепаратор, состоящий из колец 3 и 13 с выполненными под углом друг к другу пазами, перекатываются по дорожкам качения профильного кольца 1, поверхность которого образована наклонными

плоскостями, что вызывает осевые колебания инструментального шпинделя 8, поджимаемого в направлении подачи тарельчатой пружиной 10, сила сжатия которой больше осевой составляющей силы резания. Механизм изменения амплитуды колебаний выполнен в виде упругого элемента 11, соединенного с кольцом 3 и взаимодействующего с пазами, расположенными на периферии кольца 13. Профильное кольцо 1 поджимается в осевом направлении крышкой 14, сопряженной с корпусом 9, имеющим окно для регулировки относительного смещения колец сепаратора, закрываемое крышкой 12. Корпус 9 фиксируется от проворота штырем 4 и планкой, закрепленной на станке (не показано). Шариковый подшипник 5 сопряжен с хвостовиком 7.

Частота осевых колебаний инструмента определяется скоростью вращения хвостовика 7 и числом шариков 2, а амплитуда колебаний зависит от угла наклона плоскостей профильного кольца 1, а также радиуса дорожки качения шариков, который можно регулировать путем относительного смещения колец 3 и 13 сепаратора.

Для сверления предложенным способом применяются стандартные спиральные сверла с увеличенным задним ходом. Экспериментальные исследования условия отвода стружки при сверлении глубоких отверстий малых диаметров показали, что отношение полного момента на сверле к моменту только сил резания при обработке отверстий с относительной глубиной от 7 до 9 зависит от положения сверла.



**Рис. 1**