

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОФОРМЛЯЮЩИХ ВСТАВОК ЛИТЬЕВЫХ ПРЕСС-ФОРМ

Н. А. ДУБИНСКИЙ

Витебский государственный университет им. П. М. Машерова

Разработка дешевой, конкурентоспособной и ресурсосберегающей технологии изготовления пресс-форм для изготовления деталей в мелкосерийном производстве для транспорта является важной и актуальной задачей. Экономические расчеты показывают, что изготовление пресс-форм методом гальванопластики рентабельно в том случае, если необходимо выпустить небольшую серию изделий (7 000 – 20 000 шт.). Затраты на гальванопластику быстро окупятся также в том случае, когда необходима высокая точность изготовления детали. Например, при цилиндрической форме детали точность размеров матрицы не выходит за пределы 10 мкм, а перпендикулярность составляет 500 мкм на 300 мм. Точность копирования микрорельефа поверхности происходит вплоть до размеров неровностей порядка нескольких долей микрометра. Однако существующие оболочковые пресс-формы имеют низкие механические характеристики покрытия (предел прочности на разрыв 45–50 МПа), что в ряде случаев приводит к их частой поломке, а также малую скорость осаждения 5–20 мкм/ч.

Для исключения указанных недостатков мы предложили получать изделия из композиционных материалов (на основе железокерамики) путем совместного электрохимического осаждения частиц порошка и металла. Скорость роста композиций ($v_{км}$) больше скорости роста металла (v_m) из-за наличия в них включений дисперсной фазы и пористости осадка, т. е. объем осаждаемого композиционного материала включает в себя объемы электроосажденного металла, дисперсной фазы и воздушной прослойки (пор), которая образуется над дисперсными частицами при их включении в осадок:

$$W_{км} = W_m + W_{дф} + W_{п},$$

где $W_{км}$ – объем осаждаемой композиции; W_m – объем металлической матрицы; $W_{дф}$ – объем дисперсной фазы в КМ; $W_{п}$ – пористость покрытия.

Нами установлено, что включение частиц дисперсной фазы в покрытие в небольших количествах (до 3–5 масс. %) влечет упрочнение металла матрицы от 45–50 МПа (для «чистого» железа) до 70–75 МПа за счет уменьшения включения в осадок соединений трехвалентного железа и соединенный водорода, постоянного депассивирования катода частицами порошка и создания препятствий (в виде частиц порошка и пор) распространению трещин в покрытии.

Далее, с увеличением количества включений, возрастает предел прочности металла матрицы, однако растет пористость покрытия и уменьшается удельная площадь металла от площади разрыва. В результате трещина проходит по соседним порам или местам контакта частиц ДФ и металла матрицы, и, как следствие, прочность покрытия начинает уменьшаться.

На основании результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана новая технология изготовления литейного инструмента, включающая следующие этапы: изготовление модели, являющейся негативным изображением требуемой пресс-формы; обезжиривание и промывка поверхности модели; нанесение на поверхность модели токопроводящего слоя; нанесение первоначального слоя металла толщиной до 5 мкм; гальванопластическое нанесение железной формы от модели; растворение тонкого, первоначально наращенного слоя железа, в соляной кислоте; промывка и обезжиривание оформляющей вставки литейной пресс-формы; слесарная обработка и армирование тыльной стороны оформляющей вставки литейной пресс-формы эпоксидной смолой с наполнителем. В качестве наполнителя использовали алюминиевый порошок, в количестве 60–80 массовых %.

Композиционные материалы получали из хлористого электролита железнения, составленного из химикатов со степенью чистоты «ХЧ» и «ЧДА» путем растворения их в дистиллированной воде. Данный электролит нетоксичен, стабилен, сравнительно дешев и высокопроизводителен. В качестве дисперсной фазы использовались порошки оксида алюминия марки М5 Н (ГОСТ 3647-80), каолина (ГОСТ 21286-82) и силиката кальция, концентрация которых в электролите составляла 100 г/л.

К преимуществам разработанной технологии следует отнести то, что она позволяет быстро выполнять изменения в производстве; не требует сложного оборудования; снижает, по сравнению с традиционными методами, расход электрической энергии более чем в 2 раза и трудоемкость изготовления форм в 3–10 раз; дает возможность гальванику 2-го разряда заменить фрезеровщика, токаря, слесаря 5–6 разрядов; обеспечивает полный контроль в процессе осаждения и может быть использована на большинстве предприятий Беларуси и стран СНГ, имеющих гальванические производства. Необходимо отметить, что предложенное гальваническое производство является экологически чистым. Отработанный хлористый электролит железнения после фильтрации утилизировали путем введения в него концентрированной серной кислоты. В результате получали железный купорос, который можно использовать в сельском хозяйстве в качестве инсектицида.

УДК 621.891.2

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С МАКРОГЕТЕРОГЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

В. И. ЖОРНИК, В. А. КУКАРЕКО

Институт механики и надежности машин НАНБ

А. С. КАЛИНИЧЕНКО, В. Я. КЕЗИК

Белорусский национальный технический университет

Литые композиционные материалы с макрогетерогенной структурой (ЛМКМ) находят все более широкое применение в узлах трения. Узлы трения, в которых в настоящее время используются разработанные ЛМКМ, работают при удельных нагрузках до 10 МПа и невысоких скоростях скольжения (до 0,5 м/с) с применением как пластичных, так и жидких смазок. При этих условиях наиболее вероятно установление граничного режима трения или даже проявление режима сухого трения в случае, если пополнять смазку в процессе работы невозможно.

Целью данной работы является изучение влияния материала матрицы, характера термообработки армирующих элементов ЛМКМ, а также модифицирования смазочных материалов ультрадисперсными частицами синтетического углерода на триботехнические свойства пар трения из ЛМКМ.

Исследование триботехнических свойств проводилось на образцах, изготовленных из ЛМКМ с бронзовой матрицей различного состава и термообработанных чугуновых гранул ДЧЛ или гранул износостойкого чугуна ИЧХ22. Для сравнения испытывались образцы из закаленной стали 45, чугуна СЧ-20, литых бронз БРОЦС5-5-5 и БрОФ10-1. Триботехнические испытания проводились на модернизированном лабораторном трибометре МТВП-9м, работающем по схеме возвратно-поступательного перемещения образца. Испытания проводились при нагрузках от 0,8 до 8 МПа с максимальной скоростью 0,1 м/с, при изменении температуры в зоне трения в диапазоне от 20 до 90 °С. Контртело изготавливалось из закаленной стали 45 (твердость HRC 47).

В качестве смазочного материала использовались солидол УС-2 (ГОСТ 1033-76), масло турбинное Тп-22 (ГОСТ 9972-74) и масло моторное МС-20С (ГОСТ 9320-60). Смазочные материалы применялись как в чистом виде, так и с их модифицированием алмазографитовой шихтой УДАГ-СП (ТУ РБ 28619110.001-95). При использовании пластичной смазки ее нанесение осуществлялось однократно. Коэффициент трения измерялся в процессе испытаний, интенсивность изнашивания определялась на основе убывания массы образцов.

Для анализа полученных результатов разработанные композиционные материалы с макрогетерогенной структурой можно разбить на три группы: 1) ЛМКМ с быстрозакаленными чугуновыми упрочняющими гранулами ДЧЛ и матрицей из низколегированных бронз БрКЗМц, БрК5,5, БрКЗМц5; 2) ЛМКМ с быстрозакаленными чугуновыми упрочняющими гранулами ДЧЛ и матрицей на основе высоколегированных или сложнелегированных бронз БрК5,5Мц7Ж4, БрКЗМц10, БрК5,5Мц14; 3) ЛМКМ с термообработанными (закалка и отжиг) чугуновыми упрочняющими гранулами ДЧЛ или износостойкими чугуновыми упрочняющими гранулами ИЧХ22 с матрицей из бронзы БрКЗМц.

При сухом трении образцы из чугуна и бронз характеризовались значительной величиной интенсивности изнашивания для выбранных режимов испытаний. Для бронз она составляла примерно 5,1–7,5 мм/км при нагрузке 8 МПа и 1,8–2,0 мм/км при нагрузке 0,8 МПа, для чугуна СЧ-20 эта ве-