

УДК 621.923.04

## ШЛИФОВАЛЬНЫЕ КРУГИ НА БАКЕЛИТОВОЙ СВЯЗКЕ С НАПОЛНИТЕЛЯМИ ИЗ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ GRINDING WHEELS ON BAKELITE BOND FILLED WITH CARBONACEOUS MATERIALS

В. В. Сапунов, Н. И. Веткасов, А. В. Степанов  
V. V. Sapunov, N. I. Vetkasov, A. V. Stepanov  
Ульяновский государственный технический университет  
Ulyanovsk State Technical University

*Consider ways of improving the manufacturing technology of grinding wheels on bakelite bond, analysis and provide a rationale for the effectiveness of the use of carbon materials as fillers in the manufacture of grinding wheels on bakelite bond.*

Шлифовальные круги (ШК) широко применяются в машиностроении в абразивной обработке материалов на чистовых и отделочных операциях. Задача снижения стоимости и повышения качества шлифовальных кругов (ШК) на бакелитовой связке может быть решена за счет совершенствования технологий их изготовления (рис. 1).

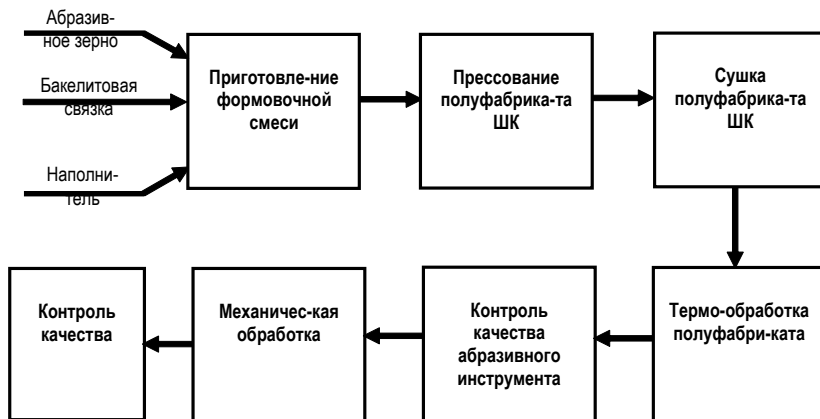


Рис. 1. Технологический процесс изготовления шлифовальных кругов (ШК) на бакелитовой связке

Наиболее длительной операцией технологического процесса изготовления ШК на бакелитовой связке является термическая обработка. В настоящее время на всех предприятиях, изготавливающих абразивные инструменты на бакелитовой связке, применяется технология термообработки их полуфабрикатов на основе конвективного теплообмена в печах - бакелизаторах. Нагрев полуфабри-

катов конвективным способом до 60°C производят относительно быстро - со скоростью роста температуры теплоносителя порядка 1 °С/мин, а средняя скорость нагрева полуфабрикатов составляет примерно 5 °С/ч. При этом полуфабрикаты разогреваются по направлению от поверхности к внутренним зонам, в результате чего нагретые наружные слои материала полуфабриката уже выделяют летучие вещества, а внутри полуфабрикатов формовочная смесь остается сравнительно холодной, и эти вещества образуются с существенным сдвигом во времени. Выходу вновь образовавшихся летучих веществ препятствуют наружные слои, в которых уже начался процесс полимеризации, вследствие чего увеличение скорости нагрева приведет к деформации полуфабриката. Производственные циклы термообработки инструментов по этим технологиям весьма длительны и составляют в среднем 13 – 40 часов (в зависимости от типоразмера и характеристики инструмента). Удельные энергозатраты составляют 2,5 – 2,9 кВт/кг массы абразивного инструмента, к тому же эти технологии не отвечают современным требованиям по экологической чистоте. Эти задачи можно решить путем применения нагрева полуфабрикатов ШК под воздействием сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения.

Сотрудниками Ульяновского государственного технического университета (УлГТУ) и ОАО «Димитровградхиммаш» была разработана технология изготовления ШК на бакелитовой связке, где был применен нагрев полуфабрикатов ШК под воздействием сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения, а также спроектирована и изготовлена опытная СВЧ - установка. В результате были снижены длительность технологического процесса и его удельная энергоемкость не менее чем в 5 раз. Однако даже при применении СВЧ - технологии, операция термообработки остается одной из самых продолжительных операций технологического процесса изготовления ШК.

Перспективным методом снижения длительности технологического процесса изготовления и повышения качества стандартных и композиционных шлифовальных кругов является применение в качестве наполнителей углеродсодержащих материалов. У углерода есть такие аллотропные модификации как графит, алмаз, лонсдейлит, углеродные нанотрубки (УНТ), фуллерен, графен, карбин, а также аморфный углерод в виде сажи, техуглерода и угля. Графит и углеродные нанодобавки, к которым относятся фуллерен и УНТ, увеличивают СВЧ - поглощающие свойства материала. В частности отечественный наноматериал «Таунит» применяется в качестве нанесения поглощающих СВЧ излучение оболочек и покрытий.

Кроме ускорения процесса полимеризации, некоторые углеродсодержащие материалы (УМ) оказывают положительное влияние и на механические свойства полимерных изделий [2]. Это позволит увеличить допустимые скорости шлифования, что особенно важно для композиционных и прерывистых ШК, прочность на разрыв которых меньше чем у стандартных кругов, из-за наличия конструктивных элементов.

Важным последствием от введения УМ в связку, является увеличение антифрикционных характеристик полимера. Таким образом, введение УМ в бакелитовую связку шлифовального круга позволит уменьшить силы трения при шлифова-

нии и как следствие понизить силы резания и температуру в зоне контакта шлифовального круга и заготовки. Введением УМ, также можно существенно повысить смазывающее действие твердого смазочного материала (ТСМ) при изготовлении композиционных ШК (КШК). Антифрикционные свойства ТСМ определяются составом наполнителя и процентным соотношением наполнителя и связующего. В качестве наполнителя применяют например графит и более эффективный, но более дорогой дисульфид молибдена. Связующее вещество (фенольные смолы, фенолвиниловый сополимер и др.) непосредственного участия в снижении трения не принимает, однако его свойства оказывают существенное влияние на эксплуатационные характеристики ТСМ, в особенности на температурные пределы их применения [1]. Увеличение прочности, при введении УМ в ТСМ позволит увеличить содержание дешевых наполнителей, например графита, а увеличение антифрикционных свойств позволит снизить содержание дорогостоящего дисульфида молибдена.

Аморфный углерод в виде активированного угля и сажи, а также фуллерены, обладают отличными сорбционными свойствами. Благодаря этому они могут резко снизить выход летучих продуктов при бакелизации, что позволит повысить скорость нагрева полуфабрикатов ШК, независимо от способа термообработки.

Следует отметить, что комплексное применение СВЧ - технологии и УМ для сокращения длительности цикла термообработки возможно не только для кругов на бакелитовой связке, но и для любых материалов на термореактивных связках.

В лаборатории УлГТУ проведены предварительные исследования работоспособности ШК на бакелитовой связке с наполнителем из графита, термообработанные в СВЧ-поле. По результатам проведенных исследований установлено, что при обработке заготовок из стали Р6М5, при увеличении содержания графита до 4 % значение среднего арифметического отклонения профиля уменьшается на 20 %, касательная и радиальная составляющие силы шлифования уменьшаются примерно на 35 %, средняя контактная температура, уменьшается в среднем на 7 %. Введение графита в связку позволило в 1,5 раза сократить длительность цикла термообработки, что не привело к деформации полуфабриката. Следовательно, можно сделать вывод о появлении перспективного направления в технологии изготовления шлифовальных кругов на бакелитовой связке – модификации этих кругов углеродсодержащими материалами, с последующей термообработкой полуфабрикатов в СВЧ-поле.

#### Литература:

1. Абозин И.Ю., Бахарева В.Ф., Казаков М.Е., Мараховская М.Л., Никитин В.А., Пономарев А.Н. «Модифицированные антифрикционные углепластики» Вопросы материаловедения.- 2001.- №2(26).
2. Наполнители для полимерных композиционных материалов / Г.С. Кац, Д.В. Милевски, Под ред. Г.С. Кац. – М.: Химия, 1981.