

М.П. Купреев

УО «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины», Гомель, Беларусь

**ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ
ВЫСОКОПОРИСТЫХ АБРАЗИВНЫХ КРУГОВ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Введение

В различных отраслях машиностроения значительно увеличилось применение сложнолегированных сталей. При их шлифовании, особенно при интенсивных режимах, появляются прижоги – структурные изменения металла, вызванные высоким тепловыделением. Указанные явления значительно возрастают при использовании способа глубинного шлифования, когда толщина снимаемого за один проход слоя металла составляет 0,5–5 мм (0,02–0,05 мм при обычном шлифовании).

Существенно уменьшить температуру в зоне шлифования и избежать отрицательных изменений структуры поверхностного слоя металла позволяет использование высокопористых шлифовальных кругов. Наличие большого числа достаточно крупных пор способствует:

- отводу из зоны шлифования и размещения между абразивными зёрнами снимаемой стружки, что уменьшает «засаливание» круга;
- улучшению подачи СОЖ непосредственно в зону контакта круга с деталью, предотвращая этим появление прижогов и трещин;
- дополнительному охлаждению зоны контакта воздушным потоком;
- уменьшению площади соприкосновения круга со шлифуемой деталью.

В настоящее время наиболее широкое распространение получил метод изготовления высокопористого шлифовального инструмента полусухим прессованием с введением выгорающих добавок (наполнителей), как наиболее простой, дешёвый и легко осуществимый. В качестве порообразующих наполнителей в разное время использовали: пробковую крошку, древесные опилки, крошку мрамора, бурый уголь, торф, солому, гипс, синтетический кокс, сланец, древесный уголь, отходы производства пластмассовых изделий, нафталин, вспучиваемые перлиты, порошки синтетических смол, а также полистиролы марок ПСС, ПСВ, бисер сополимера МСН и другие искусственные или природные материалы [1–3].

В процессе изготовления инструмента у всех названных порообразователей выявлены те или иные недостатки. Например, древесный уголь, опилки, пробковая крошка, скорлупа грецких орехов, торф и т.п., придают абразивной массе значительную упругость, что ведёт к растрескиванию сырца, при обжиге поры приобретают неправильную форму; кокс обладает повышенной зольностью; нефтяной кокс и сланец плохо выгорают при обжиге [3]. В связи с отрицательным влиянием на окружающую среду вредных веществ, применение полистиролов, нафталина и бисера сополимера МСН в качестве порообразователя также ограничено.

В настоящее время на предприятиях РФ ведутся работы по использованию в качестве выгорающего порообразователя молотых фруктовых косточек [3]. Фруктовые косточки относительно низко стоят и легко сгорают при обжиге, не выделяя вредных веществ. Однако брак при их использовании может достигать до 40% от объёма изготовленных изделий.

На ОАО «Волжский абразивный завод» совместно с Волжским институтом строительства и технологий велись работы по использованию в качестве порообразователя крупы манной. В процессе исследований выявлено следующее: абразивная масса обладает хорошей технологичностью, манка равномерно в ней распределяется, прочность сырца увеличивается. Однако в процессе

естественной сушки на кругах большого размера образовывались трещины, а круги меньшего размера сильно деформировались при обжиге. По всей видимости, эта технология требует дальнейшей доработки.

Поэтому в качестве порообразующего наполнителя в проведенном исследовании выбрана мука манная.

1. Исследование процесса выгорания манки при обжиге изделий

Существенное влияние на процесс выгорания порообразующего наполнителя оказывает его химический состав. Основными компонентами манной крупы являются углеводы, преимущественно крахмал – 68,5 % по массе. Известно, что в ходе термообработки при температуре 150–250 °С крахмал переходит в менее сложные полисахариды. Поэтому изучался процесс выгорания манки при ее обжиге в указанном интервале температур. Исследования проводились на образцах, выполненных в виде цилиндров диаметром 25 мм и высотой 15 мм (рисунок 1).



Рисунок 1 – Спрессованные образцы керамической массы

Образцы изготавливались из электрокорунда белого марки 25А зернистостью F60 и керамической связки. Использовалась манная крупа с размером зерна 0,32–0,63 мм в количестве 10 % от массы формовочной смеси. Она добавлялась в смесь после перемешивания абразивного зерна, керамической связки и жидкого декстрина. Полученная смесь протиралась через сито с размером ячейки 2 мм. Из протертой массы способом двухстороннего прессования при давлении 12 МПа формовались экспериментальные образцы, которые сушились в течение 3 ч при температуре 100 °С и взвешивались на электронных весах. Масса высушенных при 100 °С образцов принималась за начальную (m_0). Далее образцы обжигались в течение определенного времени в печи и взвешивались. Относительную потерю массы образцом оценивали как разницу между массой образца после его сушки в течение 3 часов при 100 °С m_0 и его массой после термической обработки при определенной экспериментом температуре обжига m , отнесенную к массе до обжига m_0 (после сушки). Состояние образцов при различных температурах в печи фиксировалось с помощью фотосъемки. Кроме того, состояние образцов исследовалось на микроскопе МБС-10.

Таблица 1 – Потеря массы манкой при обжиге абразивных композиций, изготовленных на шлифовальном зерне из электрокорунда белого зернистости F 60

Температура обжига, °С	Время выдержки при температуре обжига			
	3ч	6ч	9ч	12ч
	Потеря массы манкой, %			
210	2,7	6,7	20,7	41,3
После дополнительного обжига в течение 7 ч при 240 °С	14,7	14,7	19,3	16,7
Итого, после обжига при температурах 210 °С и 240 °С	17,3	21,3	40,0	58,0
220	3,3	4,0	22,0	41,3
После дополнительного обжига в течение 7 ч при 240 °С	8,7	6,0	18,7	16,7
Итого, после обжига при температурах 220 °С и 240 °С	12,0	10,0	40,7	58,0
230	14,7	23,3	36,7	41,3
После дополнительного обжига в течение 7 ч при 240 °С	8	5	2,7	0,7
Итого, после обжига при температурах 230 °С и 240 °С	22,7	28,3	39,3	42,0
240	25	40	41	–

В таблице 1 представлены экспериментальные значения относительной потери массы манной крупы при обжиге абразивных композиций, изготовленных на шлифовальном зерне из электрокорунда белого зернистости F 60. Установлено, что с повышением времени выдержки более 6 ч при температурах 210–230 °С значительно увеличивается степень выгорания компонентов абразивной массы. Относительная потеря массы порообразующего наполнителя достигает при этом до 41 %. Дополнительная выдержка этих образцов при 240 °С способствует увеличению степени выгорания до 58 %. Обусловлено это тем, что выгорание манной крупы, содержащих в своем составе большое количество углеводов в виде крахмала сопровождается деструкции сухого крахмала на смесь менее сложных, чем крахмал, полисахаридов (декстрин и другие). При температурах 230–240 °С в отсутствие активатора этот процесс идет очень медленно. При температуре 240 °С и выше процесс выгорания манной крупы существенно ускоряется и через 6 часов она теряет до 40 % массы. В этой связи можно заключить, что для ускорения выгорания манной крупы обжиг абразивных изделий следует проводить медленно при температурах превышающих 240 °С.

2. Исследование и отработка режимов изготовления высокопористого абразивного инструмента из электрокорунда

Изучены зависимости структуры, прочности на изгиб и твердости абразивной композиции из зерна электрокорунда белого F 60 от содержания в ней манной крупы различного зернового состава (рисунки 2,а и 2,б).

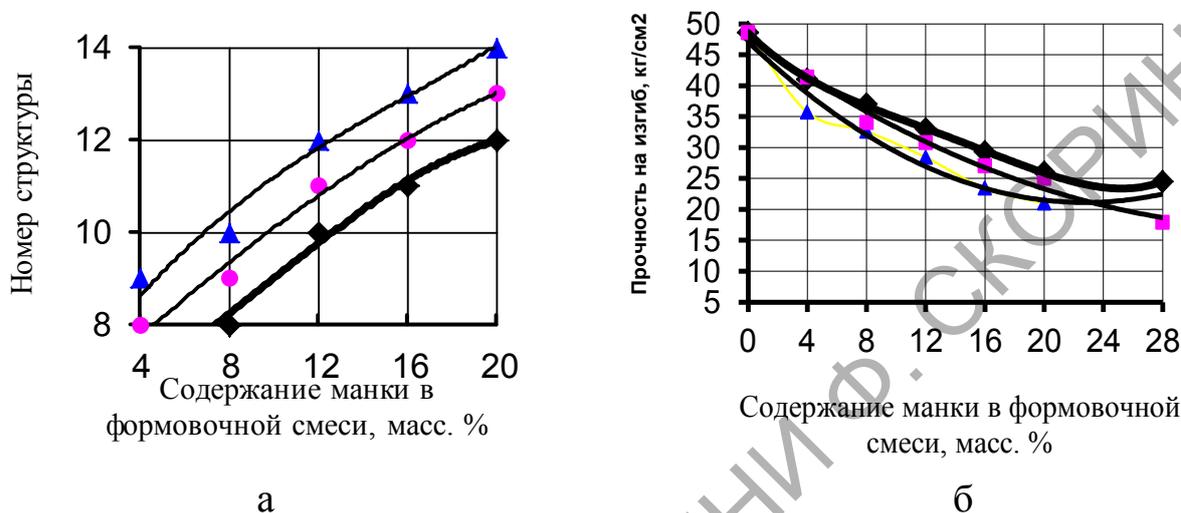


Рисунок 2 – Прочность на изгиб (а) и структура (б) абразивной композиции из электрокорунда А25 зернистостью F60 при размерах частиц манки:

◆ – 0,2–0,35 мм; ● – 0,2–0,35 мм; ▲ – 0,35–0,63 мм

Установлено, что структура абразивной композиции повышается с увеличением размеров частиц манки. Это обусловлено тем, что за счет больших размеров частиц манки при ее выгорании в абразивной композиции образуются большие поры. Однако при больших порах абразивные частицы слабее связаны связкой и прочность инструмента снижается. При содержании в шихте более 20 % крупной манки изделия деформируются в процессе обжига, а некоторые рассыпаются. Уменьшение размеров частиц до размеров абразивного зерна и ниже способствует существенному увеличению прочностных свойств абразивной композиции (на 10–20 %). При этом изделия не деформируются даже при содержании в шихте 28 % манки.

На основании проведенных исследований разработан лабораторный технологический процесс изготовления высокопористых шлифовальных кругов 7–14 структур с использованием в качестве выгорающего наполнителя манной крупы. Организовано их производство по заказам предприятий. Высокопористые шлифовальные круги, изготовленные из белого электрокорунда на легкоплавкой керамической связке, испытаны в условиях производства на ОАО «МТЗ», ООО «Арвит-авто», ОАО «САЛЕО-Гомель», ООО «ДОЗАТОР-ПЛЮС». Обработывались детали из сталей: сталь 20ХНР, Х12, 40Х, а также резиновые изделия. Результаты производственных испытаний показали, что

изготовленный по разработанной технологии абразивный инструмент повышенной пористости отличается высокой режущей способностью и по стойкости в 3...10 раз превышает инструмент, производимый в РБ и России по традиционной технологии.

Заключение

На примере манной крупы изучено влияние состава органических порообразователей на процесс их выгорания из абразивной массы при ее обжиге. Установлено, что при длительной выдержке изделий при температурах 220–240°C выгорает до 58% манки, что обусловлено деструкцией входящего в манку крахмала на смесь менее сложных, чем крахмал, полисахаридов (декстрин и другие). При быстром подъеме температуры это приводит к разрыхлению, а при более высоком содержании порообразователя, и к рассыпанию обжигаемых изделий. Разработан лабораторный технологический процесс изготовления высокопористых шлифовальных кругов 7–14 структур с использованием в качестве выгорающего наполнителя манной крупы.

Литература

1. Бакуль, В.Н. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента / В.Н. Бакуль. – М. : Машиностроение, 1975. – 296 с.
2. Любомудров, В.Е. Абразивные инструменты и их изготовление / В.Е. Любомудров, Н.Н. Васильев. – М-Л : Машгиз, 1953. – 352 с.
3. Старков, В.К. Шлифование высокопористыми кругами / В.К. Старков. – М. : Машиностроение, 2007. – 688 с.