
Раздел III

ПАЙКА. АДГЕЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ. АДГЕЗИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

УДК 620.178.1

**Ю. В. Найдич, В. П. Уманский, Н. П. Бродниковский, А. С. Кулаков,
Е. А. Рокицкая***

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ПОРОШКОВ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ АЛМАЗОВ МАРКИ АСМ 1/0 И МОЛИБДЕНА В СВЯЗКЕ ТРУБЧАТЫХ СВЁРЛ НА ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ПРИ ОБРАБОТКЕ НЕКОТОРЫХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Приведены результаты лабораторных испытаний в воде при сверлении алмазными свёрлами абразивного круга, гранита и стекла и при трении об абразив образцов связки этих инструментов. Основой связки свёрл и цилиндрических образцов служила бронза состава Си—15% (мас.) Sn, не содержащая и содержащая наполнитель из порошков ультрадисперсных алмазов марки АСМ 1/0 и молибдена. В связку свёрл вводили также крупные зёрна алмазов марки АС200 500/400. Показано, что введение и повышение концентрации в наполнителе связки порошков ультрадисперсных алмазов способствует улучшению работоспособности инструмента: увеличивается скорость сверления всех испытанных материалов и уменьшается его износ.

***Ключевые слова:** алмазные свёрла, образцы связки, испытания при сверлении и трении, скорость сверления, износ.*

* Ю. В. Найдич — академик НАН Украины, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом, Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича НАН Украины, Киев; В. П. Уманский — кандидат технических наук, старший научный сотрудник, там же; Н. П. Бродниковский — кандидат физ.-мат. наук, заведующий отделом, там же; А. С. Кулаков — главный технолог, там же; Е. А. Рокицкая — научный сотрудник, там же.

© Ю. В. Найдич, В. П. Уманский, Н. П. Бродниковский, А. С. Кулаков, Е. А. Рокицкая, 2017

Введение

В настоящее время алмазный инструмент находит всё большее применение при обработке целого ряда неметаллических материалов: природного камня, стекла, кварца, корунда, керамики, полудрагоценных и драгоценных камней и т. д. [1—6]. Эффективность работы такого инструмента во многом зависит от качества входящих в его состав алмазных зёрен, а также от прочности их закрепления в связке. И если при изготовлении алмазного инструмента выбрать необходимое сырьё из широкого спектра стандартных марок алмазов достаточно легко, то закрепление зёрен в связке требует проведения специальных технологических приёмов на соответствующем оборудовании. Как правило, закрепление абразивных частиц осуществляют двумя способами: механическим охватом либо адгезионным взаимодействием с материалом связки. По первому варианту алмазное зерно механически удерживается в связке при выступании над её поверхностью не более чем на одну треть. В процессе работы инструмента по мере износа связки и под воздействием возникающих усилий зерно преждевременно выпадает. Второй вариант обеспечивает значительно более высокую работоспособность и стойкость инструмента благодаря высокой прочности алмазometаллического контакта. Такое адгезионное закрепление алмазных зёрен достигается за счёт сил химического взаимодействия между алмазом и материалом связки.

На практике, чтобы надёжно закрепить абразивы, используют покрытия из карбидообразующих металлов, осаждённых при высоких температурах в вакууме или защитной атмосфере и сформировавших на межфазной границе тонкий слой карбидов, которые и обеспечивают высокую прочность алмазometаллического контакта. Кроме того, карбидообразующие металлы часто вводят непосредственно в связку перед изготовлением инструмента, что также гарантирует надёжное закрепление алмазов в связке.

Важное значение имеет также выбор связки инструмента, а точнее, её механические характеристики. Применение мягкой связки, которая быстро изнашивается при эксплуатации алмазного инструмента, приводит к тому, что даже прочно закреплённые в ней алмазные зёрна быстро выпадают. Такой алмазный инструмент не отличается высокой работоспособностью и надёжностью. Разработке составов связок для алмазных инструментов различного назначения посвящено достаточно много исследований [7—11]. В литературе большое внимание уделяется способам изготовления связок, а также размещению и закреплению в них алмазных зёрен.

Особое место занимают работы, в которых исследовали упрочнение связок алмазных инструментов дисперсными частицами [12—15]. Такими частицами могут служить порошки оксидов, карбидов, нитридов и др. В последнее время в качестве дисперсного наполнителя некоторые исследователи стали применять микро- и ультрадисперсные порошки алмазов с размером частиц от нескольких микрон до долей микрона [16—19]. Если нужно изготовить алмазный инструмент, в связке которого закреплены микро- и ультрадисперсные алмазные порошки, используют

прессование с последующим спеканием или горячее прессование смеси алмазов и компонентов будущей связки.

Главным недостатком указанных методов является невозможность предотвратить пористость изготовленных алмазных инструментов. Поры в алмазном инструменте могут привести к ухудшению эксплуатационных характеристик алмазного инструмента или даже к его досрочному выходу из строя. Причиной этого может быть заполнение пор в алмазном инструменте продуктами абразивного износа обрабатываемых материалов. Кроме того, при эксплуатации алмазного инструмента в сложных условиях поры в алмазоносном слое служат концентраторами механических напряжений, которые могут привести к образованию микро- и макро- трещин, постепенно разрушающих инструмент. Таким образом, в ряде случаев важно изготовить алмазный инструмент, в котором практически полностью отсутствуют поры. Эту проблему можно решить, используя пропитку. Пропитку применяют при изготовлении большого количества алмазных инструментов: свёрл, шлифовальных брусков, буровых коронок и т. д. [20—23].

В указанных случаях алмазные зёрна брали относительно больших размеров, пропитать алмазные порошки с зёрнами малых размеров (<10/7 мкм) весьма затруднительно. При использовании не адгезионно-активных сплавов пропитка затруднена из-за отсутствия смачиваемости алмазов и, как следствие, заполнения капилляров — зазоров между частицами.

В случае применения адгезионно-активных сплавов, содержащих переходные металлы 4—6-й групп периодической системы элементов, в результате химической реакции их с углеродом алмаза имеет место хорошая смачиваемость и начальное заполнение пор. Однако из-за малых размеров в поперечном сечении пор-капилляров они быстро “зарастают”, то есть забиваются образующимися слоями карбидных фаз. Поэтому процесс пропитки достаточно быстро останавливается. Избежать этого можно, используя способ, описанный в работе [24]. Смешав порошки крупных и мелких алмазов с порошками некоторых металлов, например Mo, W, Ta, можно легко пропитать полученную смесь в вакуумной печи сплавом на основе меди. (Следует отметить, что в состав сплава не должны входить токсичные и летучие добавки, такие как бериллий, цинк, сурьма, висмут и т. д.).

Цель настоящей работы — изготовить алмазные трубчатые свёрла и цилиндрические образцы — основу связки, не содержащие и содержащие в своём составе наполнитель из порошков ультрадисперсных алмазов марки АСМ 1/0 и молибдена. Представляется важным изучение зависимости работоспособности свёрл от концентрации алмазов в наполнителе при сверлении абразивного круга на основе карбида кремния SiC, гранитной пластины, оконного стекла, а также зависимости твёрдости образцов, их прочности при сжатии и износостойкости при трении об абразивный круг на основе карбида кремния.

Методика экспериментов и объекты исследований

Первоначально изготовили алмазные трубчатые свёрла и образцы связки этих инструментов (рис. 1). В состав алмазных свёрл и образцов входили



Рис. 1. Алмазные трубчатые свёрла и образцы связки этих инструментов, предназначенные для испытаний

Fig. 1. Diamond tubular drills and standards are the copulas of these instruments, intended for tests

тщательно перемешанные и утрамбованные смеси порошков молибдена и алмаза марки АСМ 1/0, пропитанные сплавом Си—15% (мас.) Sn. Для формирования алмазоносного слоя трубчатых свёрл, кроме указанных компонентов, добавляли крупные абразивные зерна алмазов марки АС 200 500/400, чтобы они могли сверлить абразивный круг, гранит и стекло. С целью качественного закрепления в связке такие алмазы предварительно покрывали тонкими слоями хрома и меди [25]. Затем смеси порошков укладывали в специальные формы, изготовленные из высокоплотного и высокопрочного графита марки МПГ-6. При изготовлении алмазных свёрл графитовые формы размещали на стальных трубках. Сверху на уплотнённые смеси порошков помещали навеску заранее приготовленного сплава Си—15% (мас.) Sn. Пропитку осуществляли в вакууме 10^{-3} Па при температуре 960—980 °С в течение 7 ч 10 мин. После пропитки и охлаждения до комнатной температуры полученные изделия извлекали из вакуумной печи и проводили механическую очистку от налипших частиц графита.

Твёрдость образцов в единицах HRВ измеряли методом вдавливания стального шарика на твердомере марки ТК. Пористость образцов определяли методом гидростатического взвешивания. Микроструктуру образцов изучали на микроскопе МИМ-9. Испытания образцов связки и свёрл проводили при обработке абразивного круга на основе карбида кремния SiC на сверлильном станке марки Sachsenwerk, Dresden в холодной проточной воде для предотвращения окисления алмазов и



Рис. 2. Устройство для размещения и закрепления образцов связки

Fig. 2. Device for placing and fixing of standards of copula

связки из-за их нагрева в процессе трения. Исходные образцы размещали в отверстиях специального устройства (рис. 2), а сбоку прижимали винтами, чтобы они не выпадали в процессе

испытаний. Затем устройство закрепляли в патроне станка.

При испытаниях образцы связки заметно истирались, а поверхность абразивного круга практически оставалась неизменной. Чтобы провести испытания алмазных свёрл, последние закрепляли в патроне станка без применения каких-либо дополнительных устройств. В отличие от образцов, алмазные сверла за счет находящихся в связке крупных прочных зёрен алмаза достаточно легко высверливали отверстия в исследованном материале. Число оборотов патрона обеспечивало постоянную линейную скорость трения об этот материал как образцов связки, так и алмазных свёрл, равную примерно 2,2 м/с. Время трения образцов об абразивный круг было постоянным и составляло одну минуту. Давление образцов и алмазных свёрл на поверхность абразивного круга также было постоянным и составляло 6 МПа. Износ образцов связки или убыль их массы определяли по её разнице до и после испытаний. Для взвешивания использовали аналитические весы марки ДВ-200М. Прочность при сжатии определяли на универсальной установке для механических испытаний производства НИКИМП типа 1236У-10.

Испытания алмазных свёрл проводили при сверлении отверстий глубиной 40 мм в исследованных материалах. При этом измеряли с помощью секундомера промежутки времени, затраченные на сверление одного отверстия каждым сверлом, и затем вычисляли скорость сверления. Кроме того, определяли, как и в случае с образцами, износ (убыль массы) каждого алмазного сверла.

Результаты экспериментов и их обсуждение

Результаты испытаний алмазных трубчатых свёрл представлены в табл. 1. Как следует из таблицы, для всех испытанных материалов минимальную скорость сверления отмечали в тех случаях, когда в связку не вводили наполнитель с порошками ультрадисперсных алмазов и молибдена. С введением наполнителя и повышением концентрации АСМ 1/0 в нём до 9% (мас.) скорость сверления всех исследованных материалов значительно возрастала. Причём в случае с абразивным кругом она увеличилась примерно в полтора раза, в случае со стеклом — в 3 раза, а с гранитом — более чем в 6 раз. Дальнейшее возрастание концентрации АСМ 1/0 в наполнителе до 11% (мас.) приводило уже к некоторому снижению скорости сверления для всех исследованных материалов, соответственно, на 12, 36 и 27%.

Т а б л и ц а 1. Результаты испытаний алмазных трубчатых свёрл при сверлении абразивного круга, гранитной пластины и оконного стекла

Table 1. Results of tests of diamond tubular drills at boring of abrasive circle, granit plate and window-pane

Концентрация алмазов АСМ 1/0 в наполнителе, % (мас.)	Абразивный круг		Гранитная пластина		Стекло	
	Скорость сверления, мм/мин	Износ свёрл, г	Скорость сверления, мм/мин	Износ свёрл, г	Скорость сверления, мм/мин	Износ свёрл, г
Без добавок	51,95	0,061	2,59	0,251	3,48	0,012
1	52,74	0,051	3,04	0,196	3,92	0,011
3	54,55	0,039	3,54	0,082	4,44	0,010
5	63,50	0,021	5,28	0,003	6,08	0,004
7	70,18	0,046	7,33	0,037	9,76	0,011
9	75,47	0,050	16,02	0,054	10,44	0,014
11	66,67	0,085	11,70	0,155	6,67	0,026

Повышение концентрации АСМ 1/0 в наполнителе способствовало также и снижению износа исследованных алмазных трубчатых сверл. Важно отметить, что минимальный износ свёрл имел место при концентрации АСМ 1/0 в наполнителе 5% (мас.). Причём в случае с абразивным кругом и стеклом износ снижался в 3 раза, а в случае с гранитом — почти в 84 раза.

Возрастание концентрации АСМ 1/0 в наполнителе до 11% (мас.) приводило к увеличению износа. Так, убыль массы алмазных свёрл по сравнению с минимальной при сверлении абразивного круга увеличилась примерно в 4 раза (что даже превысило этот показатель для инструмента при отсутствии наполнителя в связке). Соответственно, износ при сверлении стекла увеличился в 6,5 раз, а гранита — более чем в 50 раз.

Итак, в результате введения в связку наполнителя и увеличения в нём концентрации ультрадисперсного алмазного порошка скорость сверления всех исследованных материалов повышалась до концентрации АСМ 1/0 9% (мас.). При этом износ связки инструмента снижался до концентрации АСМ 1/0 5% (мас.). То есть введение в связку алмазных трубчатых сверл относительно небольшого количества АСМ 1/0 способствовало повышению эксплуатационных характеристик инструмента.

Результаты испытаний образцов, моделирующих связку сверла при трении об абразивный круг на основе карбида кремния SiC, представлены в табл. 2. Как следует из таблицы, с повышением концентрации до 5% (мас.) ультрадисперсного алмазного порошка марки АСМ 1/0 в наполнителе твёрдость образцов возрастала примерно на треть и достигала максимума — $96,5 \pm 5,8$ ед. HRB. Дальнейшее увеличение концентрации АСМ 1/0 приводило к некоторому снижению твёрдости — на 10% при концентрации 9% (мас.) и, соответственно, на 22% — при концентрации АСМ 1/0 11% (мас.). Прочность при сжатии исходных

Т а б л и ц а 2. Результаты испытаний образцов связки при трении об абразивный круг

T a b l e 2. Results of tests of standards of copula at a friction at an abrasive circle

Концентрация алмазов АСМ 1/0 в наполнителе образцов связки трубчатых свёрл, % (мас.)	Твёрдость образцов HRB	Износ образцов в результате трения об абразивный круг, г	Прочность при сжатии образцов, МПа	Пористость образцов, %
Без добавок	75,0 ± 1,4	4,0100	141,1	0
1	87,4 ± 3,2	3,7465	335,0	0
3	94,7 ± 3,5	3,4605	612,1	0
5	96,5 ± 5,8	2,2765	563,7	0
7	92,7 ± 3,6	0,2743	567,4	5,0
9	87,5 ± 1,9	0,2280	420,1	7,8
11	79,2 ± 19,8	0,0423	354,3	18,8

образцов, равная 141,1 МПа, также значительно возрастала (в 4 раза) при введении в них АСМ 1/0 в количестве 5—7% (мас.) благодаря армирующему эффекту наполнителя. При большей концентрации алмазного порошка, как и в случае с твёрдостью, прочность при сжатии заметно снижалась. По мере возрастания содержания ультрадисперсного алмазного порошка в наполнителе износ образцов постоянно снижался. В итоге он уменьшился в 95 раз (!) по сравнению с исходными образцами и составил всего 0,0423 г. Увеличение твёрдости образцов, моделирующих связку сверла, и снижение их износа с повышением концентрации наполнителя объясняется тем, что твёрдость алмаза значительно выше твёрдости сплава Си—15% (мас.) Sn. Снижение твёрдости образцов и их прочности при сжатии в случае содержания в них АСМ 1/0, превышающего 5—7% (мас.), вызвано появлением небольшой пористости в образцах, а значит, и в связке свёрл (табл. 2, рис. 3).

Появление пористости при относительно высоком содержании АСМ 1/0 объясняется интенсификацией химической реакции между углеродом алмаза и тонкими слоями оксидов молибдена, которые всегда присутствуют на поверхности металлических порошков. В результате такой реакции в процессе пропитки увеличивалось количество продукта реакции — газообразного оксида углерода, который выделялся в виде мелких пузырьков. Сохранившиеся пузырьки в затвердевшей связке свёрл образовывали небольшую пористость, которая и снижала эксплуатационные характеристики алмазных трубчатых свёрл. Важно отметить, что больше всего пор присутствовало в верхней части свёрл (рабочая часть) и образцов. Разброс значений твёрдости образцов вызван большим различием её величины у верхнего и нижнего торцов (примерно на 25%). Причём появление пористости не снижало износостойкости

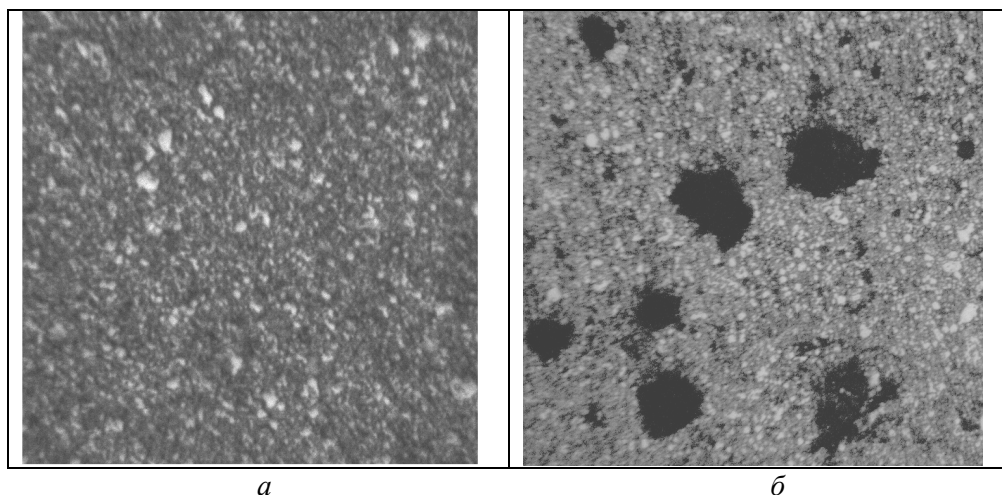


Рис. 3. Микроструктуры сплавов с содержанием алмазов АСМ 1/0 3 (а) и 9% (мас.) (б). Темные участки — поры, серые — бронза, светлые — молибден

Fig. 3. Microstructures of alloys with different maintenance of diamonds АСМ 1/0 3 (а) and 9% (mass.) (б). Dark areas—pores, grey is a bronze, light is a molybdenum

образцов. В то же время наличие пор в алмазных свёрлах с наполнителем состава Мо + 11% (мас.) АСМ 1/0 приводило к некоторому ухудшению их рабочих характеристик — износ увеличивался, а скорость сверления уменьшалась (табл. 2).

Выводы

Введение в связку алмазных трубчатых сверл наполнителя и с повышением в нём концентрации АСМ 1/0 до 9% (мас.) способствовало значительному возрастанию скорости сверления всех исследованных материалов: абразивного круга на основе карбида кремния SiC, гранитной пластины и оконного стекла. Причём максимальная скорость сверления этих материалов составила 75,47; 16,02 и 10,44 мм/мин соответственно и увеличилась по сравнению со свёрлами без наполнителя в полтора раза для абразивного круга, в 3 раза — для стекла и более чем в 6 раз (!) — для гранита. Дальнейшее возрастание содержания АСМ 1/0 в наполнителе до 11% (мас.) приводило уже к некоторому снижению скорости сверления всех исследованных материалов, соответственно, на 12, 36, 27%.

С повышением концентрации АСМ 1/0 от 0 до 5% (мас.) в наполнителе связки износ алмазных свёрл сначала снижался в 3 раза при сверлении стекла и абразивного круга и в 84 раза при сверлении гранита, а затем увеличивался. Минимальный износ алмазных трубчатых свёрл — 0,021; 0,003 и 0,004 г — зафиксирован при концентрации АСМ 1/0, равной 5% (мас.). Некоторое снижение рабочих характеристик свёрл при повышенном содержании порошков алмазов в наполнителе (более 9% (мас.)) объясняется появлением небольшой пористости при изготовлении инструмента. Таким образом, оптимальное количество

ультрадисперсного алмазного порошка марки АСМ 1/0 в наполнителе бронзовой связки Си—15% (мас.) Sn для алмазных трубчатых свёрл составляет 5—9% (мас.).

Износ образцов связки снижался пропорционально повышению концентрации АСМ 1/0 в наполнителе до 11% (мас.). В итоге, он уменьшился в 95 раз (!) по сравнению с исходными образцами. Низкий износ образцов связки очень важен, если использовать их как самостоятельный абразивный материал при полировке целого ряда неметаллических материалов. Таким образом, появляющаяся небольшая пористость в образцах связки при концентрациях АСМ 1/0 в наполнителе более 5% (мас.) не приводила к большому их износу. С повышением концентрации ультрадисперсного алмазного порошка марки АСМ 1/0 в наполнителе до 5% (мас.) твёрдость образцов возрастала примерно на треть и достигала максимума — $96,5 \pm 5,8$ ед. HRB. Дальнейшее увеличение концентрации АСМ 1/0 в образцах вызывало некоторое снижение их твёрдости. Прочность при сжатии образцов также значительно повышалась при введении в них 5—7% (мас.) АСМ 1/0 благодаря армирующему эффекту наполнителя и затем снижалась при увеличении содержания ультрадисперсного алмазного порошка.

РЕЗЮМЕ. Наведено результати лабораторних випробувань у воді в процесі свердління діамантовими свердлами абразивного круга, граніту і скла, а також об абразив зразків зв'язки цих інструментів. Основою в'язки свердел і циліндрових зразків служила бронза складу Си—15% (мас.) Sn, що не містить і містить наповнювач з порошків ультрадисперсних алмазів марки АСМ 1/0 і молібдену. У в'язку свердел вводили також крупні зерна алмазів марки АС200 500/400. Показано, що введення і підвищення концентрації в наповнювачі в'язки порошків ультрадисперсних алмазів сприяє поліпшенню працездатності інструмента: збільшується швидкість свердління всіх випробуваних матеріалів і зменшується його знос.

Ключові слова: алмазні свердла, зразки зв'язки, випробування в процесі свердління та тертя, швидкість свердління, знос.

1. Бакуль В. Н. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента. — М. : Машиностроение, 1975. — 297 с.
2. Найдич Ю. В. Пайка и металлизация сверхтвёрдых инструментальных материалов / [Ю. В. Найдич, Г. А. Колесниченко, И. А. Лавриненко, Я. Ф. Моцак]. — К. : Наук. думка, 1977. — 186 с.
3. Evans D. The wetting and bonding of diamonds by copper titanium alloys / D. Evans, M. Nicholas, P. Scott // Ind. Diamond Rev. — 1977. — No. 9. — P. 306—309.
4. Бугаёв А. А. Синтетические алмазы в геологоразведочном бурении / [А. А. Бугаёв, В. Н. Лившиц, В. В. Иванов и др.] — К. : Наук. думка, 1978. — 232 с.
5. Синтетические сверхтвёрдые материалы. В 3-х т. Т. 2. Композиционные инструментальные сверхтвёрдые материалы / Под ред. Н. В. Новикова. — К. : Наук. думка, 1986. — 264 с.

6. *Naidich Yu. V. Strength of the diamond — metal interface and brazing of diamonds / Yu. V. Naidich, V. P. Umanskiy and I. A. Lavrinenko // Cambridge Int. Sci. Publish., 2007. — 160 p.*
7. *Чертович А. Ф. Состав металлических связок для обработки прочных материалов (Обзор патентов) / А. Ф. Чертович, А. П. Панкевич, И. В. Балашова // Алмазы и сверхтвёрдые материалы. — 1981. — № 3. — С. 12—14.*
8. *Корнилов Н. И. Породоразрушающий инструмент для геолого-разведочных скважин: (Справ.) / [Н. И. Корнилов, В. С. Травкин, Л. К. Берестень, Д. И. Коган]. — М. : Недра, 1979. — 359 с.*
9. *Переяслов В. П. Алмазный инструмент на титановой связке / [В. П. Переяслов, Л. П. Примак, М. Н. Волошин и др.] // Сверхтвёрдые материалы. — 1987. — № 2. — С. 27—29.*
10. *Пат. 60—260589 Японии. Алмазный режущий инструмент / Тэцуо Накаи, Акио Хара, Дэнки Сумитомо. — Оpubл. 02.06.87.*
11. *Steidle H. Machining bores in aluminium alloys // Ind. Diamond Rev. — 1987. — 47, No. 523. — P. 247—248.*
12. *Ашкинази Е. Е. Алмазный поликристаллический композиционный материал с дисперсно-упрочнённой добавкой на основе никеля / [Е. Е. Ашкинази, А. А. Шульженко, В. Г. Гаргин и др.] // Сверхтвёрдые материалы. — 2013. — № 5. — С. 95—98.*
13. *Свег Г. А. Связки для алмазного инструмента // J. Lapidary. — 1975. — 28, No. 12. — С. 1848—1855.*
14. *Пат. 12217 України. Абразивна маса / [Г. Г. Карюк, А. А. Адамовський, А. О. Аранович та інш.]. — Оpubл. 25.12.96. Бюл. № 4.*
15. *Зайцев А. А. Алмазный инструмент для резки высокоармированного железобетона с дисперсно-упрочнёнными наночастицами металлической связкой / [А. А. Зайцев, Д. А. Сидоренко, Е. А. Левашов и др.] // Сверхтвёрдые материалы. — 2010. — № 6. — С. 78—89.*
16. *Новиков Н. В. Влияние добавок нанодисперсных алмазов на физико-механические свойства металлической матрицы бурового инструмента / [Н. В. Новиков, Г. П. Богатырёва, Р. К. Богданов и др.] // Там же. — 2011. — № 4. — С. 70—77.*
17. *Сафонова М. Н. Исследование влияния добавок микро- и ультрадисперсных порошков природного алмаза на свойства и структуру композитов на основе бронзы / [М. Н. Сафонова, А. А. Федотов, А. С. Сыромятникова и др.] // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент — техника и технология его изготовления. — 2013. — № 16. — С. 460—466.*
18. *Корисна модель 69459 України. Матеріал абразивного круга / А. І. Грабченко, І. М. Пижов, В. О. Федорович. — Оpubл. 25.04.12. Бюл. № 8.*
19. *Пат. 2286241 России. Связка для изготовления алмазного инструмента / Е. А. Левашов, В. В. Курбаткин, В. А. Андреев. — Оpubл. 27.10.2006. Бюл. № 5.*
20. *Пат. 85947 України. Спосіб виготовлення алмазно-твердосплавного макрокомпозитного матеріалу / [Ю. В. Найдіч, О. О. Бугайов, В. О. Євдокімов та інш.]. — Оpubл. 10.03.2009. Бюл. № 5.*

21. А. с. 782958 СССР. Способ изготовления алмазного бурового инструмента / [И. П. Грушевский, В. А. Баюнчиков, В. С. Кабанов и др.]. — Оpubл. 30.11.80. Бюл. № 44.
22. Найдич Ю. В. Пропитка металлизированных алмазных порошков металлическим расплавом / Ю. В. Найдич, Г. П. Волк, И. А. Лавриненко // Порошковая металлургия. — 1981. — № 9. — С. 22—25.
23. Евдокимов В. А. Особенности пропитки алмазных дисперсных композиций инструментального назначения расплавами, содержащими адгезионно-активный компонент / [В. А. Евдокимов, В. П. Уманский, Н. А. Красовская и др.] // Адгезия расплавов и пайка материалов. — 2014. — Вып. 47. — С. 89—99.
24. Заявка 201801107 України. Спосіб просочення мікро- та ультрадисперсних алмазних порошків при виготовленні інструменту / В. П. Уманський. — Оpubл. 06.02.2018.
25. Уманский В. П. Улучшение эксплуатационных характеристик алмазных трубчатых свёрл за счёт металлизации алмазов хромом / Адгезия расплавов и пайка материалов. — 2007. — Вып. 40. — С. 98—102.

Поступила 09.08.17

**Naidich Yu. V., Umansky V. P., Brodnikovskiy N. P., Kulakov A. S.,
Rokitskaja E. A.**

Influence of filler from powders of ultrafine diamonds of brand of ACM 1/0 and molybdenum in the copula of tubular drills on their capacity at treatment of some non-metal materials

Results over of laboratory tests are brought in water at boring the diamond drills of abrasive circle, granite and glass and at a friction at the abrasive of standards of copula of these instruments. Basis of copula of drills and cylindrical standards the bronze of composition Cu—15% (mass.). Sn not containing and containing in the composition a filler from powders of ultrafine diamonds of brand of ACM 1/0 and molybdenum.

In the copula of drills entered large grains of diamonds of brand of AC200 500/400 also. It is shown that introduction and increase of concentration in the filler of copula of powders of ultrafine diamonds assist the improvement of capacity of instrument : speed of boring of all tested materials increases and his wear diminishes.

Keywords: *diamond drills, standards of copula, tests at boring, tests at a friction, boring speed, wear.*