

«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор АО «ВНИИАЛМАЗ»
В.Б.Дудаков
11 2015 года



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

АО «ВНИИАЛМАЗ» на диссертационную работу Анатолия Львовича Маслова
«Разработка композиционных связок импортозамещающего алмазно-гальванического
инструмента, упрочненных нанодисперсными порошками алмаза и оксида алюминия»,
предоставленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Актуальность темы диссертационной работы.

Диссертация посвящена важной народнохозяйственной проблеме создания эффективного инструмента для обработки труднообрабатываемых материалов: силицированного графита, ситаллов, бакора, материала углерод-углерод, лейко-сапфира и др. широко используемых в оборонной промышленности, электронике, авиации, строительстве.

Структура и основное содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы и имеет приложения.

В первой главе представлены аналитический обзор литературы, в котором рассмотрены известные способы изготовления алмазного инструмента и технические решения по увеличению ресурса работы инструмента.

Впервые подробно рассмотрены теория и механизм коагуляции наночастиц в электролитах и методы повышения устойчивости нанодисперсных порошков в электролите.

По первой главе диссертации можно сделать следующие замечания:

- отсутствует анализ работоспособности гальванического инструмента, особенности износа алмазно-гальванического рабочего слоя (работы Р.С. Сайфулина, Е.Л. Прудникова, Е.И. Старовойтова, АО «ВНИИАЛМАЗ»), что привело к ряду необоснованных утверждений таких как, «никелевая связка имеет низкие прочностные свойства, повышение стойкости инструмента не привело к снижению производительности; «...Рядом иностранных фирм, занимающихся производством АГЦ налажен выпуск инструмента с наномодифицированной связкой, обладающей повышенной износостойкостью (стр. 7); а также к неточностям в оценке преимуществ и недостатков связок (табл. 11, стр. 16);

- в разделе 12 «Дисперсное упрочнение электрохимических покрытий» приведены расчеты критических напряжений и оптимального объема содержания дисперсной фазы (объемной доли) в композите. В обеих формулах используется показатель L , (свободное расстояние между частицами, м), однако не описана методика определения L и сравниваются между собой частицы алмаза и Al_2O_3 разной крупности (стр. 27). Учитывая это, вывод на стр.26 об оптимальном содержании наночастиц вызывает сомнение;

- нельзя согласиться с диссертантом в его утверждении «...Использование ультразвука для дезагрегации нанодисперсных частиц в электролите перспективно в небольших объемах. Использование ультразвука затруднено в промышленных ваннах никелирования... »;

- не сформулирована позиция авторов диссертации почему необходимо увеличивать концентрацию наночастиц в электролите тогда, как (смотрите ссылку на стр.28) микропорошки алмаза (в 1000 раз крупнее нано) при концентрации 5-100 г/л защелачивают катод;

- необходимо более четко сформулировать позицию автора в вопросе импортозамещающего инструмента, принятого к разработке.

Во второй главе дано описание исходных материалов, методик исследования, используемого оборудования, а также результаты комплексного исследования применяемых нанопорошков. Для исследования структуры нанодисперсных порошков, их фракционного состава, фазового состава использовались современные методики и оборудование. Для оценки стабильности дисперсной фазы в электролите использовалось значение (ϵ потенциала) электрокинетического потенциала, метод электрофоретического рассеяния света. Измерения твердости КЭП проводилось на микротвердомере (ПМТ-3) при нагрузке 200 г.

По второй главе диссертации можно сделать следующие замечания:

- при замерах микротвердости осадков толщиной в 40 мкм необоснованно используется нагрузка в 200 г.;

- утверждение, что «...Суспензии нанопорошков в разбавленных электролитах нестабильны и агломерируют, следовательно, нанопорошки также будут нестабильны в неразбавленном электролите» (с. 87), не подтверждено фактами. Вызывает сомнение, что изменение плотности электролита при увеличении $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ до 300 г/л (стр. 53) не влияет на устойчивость суспензии.

В третьей главе представлены результаты исследований влияния концентрации нанопорошков в сульфатном электролите никелирования на твердость и морфологию КЭП.

Установлен важный для практики и теории формирования КЭП факт зависимости твердости КЭП от концентрации наноалмазов, A_2O_3 в электролите.

По третьей главе диссертации можно сделать следующие замечания:

- вводится понятие о критическом размере агломерата (стр. 74, 75, 93) наночастиц, который при заданной плотности тока может быть закреплен слоем никеля на катоде, что, якобы, подтверждается данными табл. 3.3, стр. 3.4, табл. 3.4. На самом деле табл. 3.3 связана с содержанием алюминия в КЭП в зависимости от концентрации нанопорошка Al_2O_3 в электролите, а табл. 3.4 вообще отсутствует;

- заявлено (стр. 95) «Разработан способ поддерживать оптимальную концентрацию нанопорошка в электролите...». В действительности разработан метод контроля содержания нано Al_2O_3 в осадке и сделано предположение о том, что это можно использовать как способ контроля за концентрацией нано в электролите;

- учитывая, что электролитические процессы являются кинетическими, желательно было бы во всех случаях осаждения осадков указывать время их формирования, это дало бы возможность построить кинетические кривые в зависимости от концентрации нанопорошков в электролите плотности тока и других параметров электрохимического процесса;

- не сформулирована позиция диссертанта по вопросу возможности формирования КЭП на вертикальных, горизонтальных поверхностях при использовании нанопорошков высокой концентрации в электролите.

В четвертой главе представлены результаты исследования влияния ПАВ на твердость гальванического осадка.

Результаты исследований представлены в табл. 4.1, 4.3 и рис. 4.4, 4.5, 4.6.

- из табл. 4.1 (стр. 101) следует, что на твердость осадков (с ПАВ, без ПАВ) плотность тока в пределах 1,3 - 2,0 А/дм² не влияет, что противоречит работам, выполненным во АО ВНИИАЛМАЗ, ИСМ АН СССР (Е.Л. Прудников). Из табл. 4.2 (стр.103) видно, что использование ПАВ (этиловый спирт, диаметилкетон) приводит к

увеличению твердости осадков на $\approx 9,4 \div 12,7$ %. Использование лауралсульфаматнатрия $\approx 20\%$, что не согласуется с рис. 4.6 (стр. 105).

Исследование влияния ПАВ на твердость осадков на катоде ставит под сомнение использование ПАВ в производстве, т.к. это связано с необходимостью герметизации гальванических ванн (табл. 4.2, стр. 103), усложняет работы по корректировке электролитов и очистке сточных вод.

В пятой главе представлены результаты испытаний на работоспособность алмазных инструментов, технологические схемы получения КЭП. Техникоэкономический анализ работоспособности алмазных сверл.

По пятой главе диссертации можно сделать следующие замечания:

- нельзя согласиться с утверждением, что из-за разности твердостей материала корпуса и осажденного слоя никеля целесообразно уменьшать толщину корпуса сверла. На наш взгляд уменьшение толщины корпуса сверла, входящего в структуру рабочего слоя определяется: «самозатачиванием рабочего слоя сверла», позволяющим использовать алмазоносный слой инструмента на большую высоту; сопротивлением утоненного корпуса скручивающим нагрузкам при сверлении. Использование неутоненного корпуса приводит к резкому снижению скорости сверления, увеличению сколов на входе / выходе сверла.

- предложенная методика (стр. 122, 123) определения абразивной стойкости КЭП не может быть распространена на сверла, т.к. абразивная стойкость сверла во многом определяется соотношением толщины алмазоносного слоя и корпуса (участвующего в процессе разрушения алмазоносного слоя);

- стр. 114, 117 необходимо более четко описать процессы изготовления алмазных сверл в лаборатории и на заводе (базу сравнения);

- трудно согласиться с утверждением (стр. 117), что скорость проходки сверла с наномодифицированной связкой не изменилась (это противоречит опыту эксплуатации сверл, имеющихся в ИСМ АН УССР. АО «ВНИИАЛМАЗ»);

- рис. 5.13 противоречит тексту, (стр. 118), т.к. нарисован срез алмазоносного слоя без утонения корпуса;

стр. 119 текст, посвященный изготовлению алмазно-гальванических шлифовальных головок, нуждается в техническом редактировании;

- не понятно, зачем наносится второй слой алмазов, когда алмазоносный слой на головках не вскрывается, что следует из рис. 5.17 (б) и это приводит к образованию на алмазах площадок трения, повышению сил резания, температур в зоне резания и в конечном итоге к слою головки;

- табл. 5.1 «Себестоимость выпуска двухслойных трубчатых сверл»

Из табл. 5.1 не видно, какие сверла взяты для анализа изготовленные с ПАВ или без ПАВ. Правильно указывается на то, что окончательный анализ может быть проведен только с учетом потерь нанопорошков, с оснасткой, промывкой, испарением и др.

Научная новизна диссертационной работы.

Сформулирована крайне узко на уровне перечисления результатов, проведенных исследований.

На наш взгляд, научная новизна данной диссертационной работы может быть сформулирована следующим образом:

1. Впервые показана возможность (исследованы, оптимизированы режимы, составы электролитов, физико-механических свойств осадков) формирования композиционных слоев электрохимическим методом из золь, что позволило резко увеличить концентрацию наночастиц в композите;

2. Определены критические точки разрушения золь для алмазных наночастиц крупностью ~ 50 нано, для частиц Al_2O_3 крупностью ~ 80 нано в электролитах никеля с содержанием 300 г/л NiSO_4 с использованием ПАВ;

3. Показана принципиальная возможность использования части корпуса инструмента в процессе разрушения алмазоносного слоя в целом.

Практическая значимость диссертационной работы.

Работа имеет большое практическое значение, так как отработанные приемы введения наночастиц (в заданных количествах) в электролит и режимы формирования КЭП могут быть непосредственно перенесены в технологические процессы изготовления широкой гаммы алмазных инструментов, например, правящих роликов, отрезных кругов с толщиной режущей кромки до 0,3 мм для раскроя полупроводниковых пластин на «чипсы» и др.

Показано, что не только для специфических условий разрушения алмазоносного слоя (сверла, АОК, резбошлифования), но и для традиционного алмазного инструмента, работающего в режиме плоского абразивного износа (на примере алмазно-абразивных головок) использование упрочнения никелевых связок наночастицами дает положительный (технический) эффект.

Разработаны ТУ на алмазные гальванические сверла и головки шлифовальные.

Достоверность и обоснованность полученных результатов.

В диссертации получен большой объем статистически обработанных данных при использовании современных методов исследований гальванических осадков и суспензий наночастиц в электролите никелирования.

Доказано, что предложенные конструкции алмазоносных слоев для режущего и шлифовального инструмента работоспособны.

По результатам работы получено пять патентов.

Основные замечания по работе.

1. В связи с тем, что иностранными фирмами алмазно-гальванический инструмент, упрочненный наночастицами (по нашим данным) не производится, необходимо уточнить, что понимается под формулировкой «импортозамещающий алмазногальванический инструмент»;

2. В литературно-аналитическом обзоре отсутствуют материалы по работоспособности алмазно-гальванического инструмента, специфики разрушения алмазоносного рабочего слоя;

3. Расчеты по определению оптимальных объемов содержания дисперсной фазы в осадке сделаны без описания методики определения расстояния между зернами дисперсной фазы;

4. Отказ от ультразвука не обоснован;

5. Вводится параметр критического размера агломерата частиц нанофазы, который может быть зарощен никелем на катоде. Не понятно, почему критический размер агломерата не может быть зарощен никелем, т.к. зарощенность определяется временем и силой тока;

6. Неплохо было бы построить кинетические кривые формирования осадка в зависимости от зернистости и количества нанофазы в электролите;

7. Утверждение, что разработана методика по поддержанию оптимальной концентрации нанопорошка в электролите, не обосновано;

8. Для получения более наглядной картины преимущества разработанных инструментов над базой (инструментов РЗАИ) необходимо более четко и подробно описать технологические схемы изготовления инструментов;

9. В качестве оценки работоспособности инструмента диссертантом выбрана стойкость, однако известно, что наряду со стойкостью необходимо использовать

производительность (скорость сверления) инструмента, качество обработки детали (сколы на входе/выходе инструмента);

10. В диссертационной работе отсутствуют данные о стойкостных испытаниях инструментов, полученных в присутствии ПАВ.

Общая оценка диссертационной работы.

В целом, отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки представленной диссертационной работы А. Л. Маслова. Диссертация является научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. В ней содержится решение важной народнохозяйственной задачи, установлены закономерности формирования алмазно-гальванических рабочих слоев на вертикальных, горизонтальных поверхностях инструмента, что позволит без больших усилий перенести полученные результаты на все виды инструментов, работающих по труднообрабатываемым материалам со стружкой повышенной абразивности.

Диссертация соответствует п. 9 Постановления «О порядке присуждения ученых степеней».

Установленные закономерности могут являться основой для разработки составов и технологий получения новых высокоэффективных покрытий в различных отраслях промышленности.

Результаты работы представляют интерес для ряда учебных и научных организаций (АО «ВНИИАЛМАЗ», МАТИ, «Станкин», МГТУ им. Баумана, ИМАШ РАН, НИТУ «МИСиС», ИТХТ) и могут быть использованы при разработке спецкурсов по материаловедению композиционных материалов и покрытий, основам нанотехнологий.

Диссертация А.Л. Маслова по своим целям, содержанию и использованным экспериментальным методам соответствует специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.


Автореферат отражает содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа А.Л. Маслова заслужена и обсуждена на научно-техническом совете АО «ВНИИАЛМАЗ» 6 ноября 2015 г., протокол № 9.

Бойцов Алексей Георгиевич
107996, г. Москва, Гиляровского ул. 65
+7 (495) 684 -39-89
vniialmaz@list.ru
АО «ВНИИАЛМАЗ»
Председатель НТС
Зам. Директора по научной работе, д.т.н. профессор



Кангун Виталий Рувимович
107996, г. Москва, Гиляровского ул. 65
+7 (495) 681 -06-21
vniialmaz@list.ru
АО «ВНИИАЛМАЗ»
Ученый секретарь НТС, к.т.н.


Руководитель
службы управления
качеством



