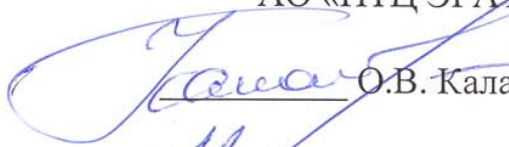


УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
АО «НТЦ ЭРАТ»

 О.В. Калашников

«12» апреля 2016 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о результатах сравнения выявляемости дефектов
магнитной суспензией для магнитопорошкового контроля,
наносимой на проверяемые детали поливом из фляги
либо распылением из аэрозольного баллона

Для обнаружения дефектов магнитопорошковым методом на поверхность проверяемых деталей наносят сухой мелкодисперсный магнитный порошок либо суспензию магнитного порошка в жидком носителе. В местах дефектов образуются индикаторные рисунки в виде скоплений частиц порошка, которые визуальное обнаруживает контролер (дефектоскопист). На стационарных рабочих местах контроля в цеховых условиях магнитную суспензию на поверхность деталей обычно наносят поливом из шланга либо погружением деталей в ванну с суспензией. При небольшом объеме работ, в том числе при контроле деталей, находящихся в конструкции самолетов, вертолетов, машин, оборудования и других технических изделий, суспензию наносят, как правило, поливом из фляги. Это позволяет обеспечивать высокую чувствительность магнитопорошкового контроля к дефектам. При правильной технологии контроля деталей этот метод позволяет обнаруживать поверхностные микротрещины шириной раскрытия 0,001 мм, глубиной 0,01 мм, протяженностью 0,5 мм и более крупные [1].

В конце 90-х, начале 2-тысячных годов стали появляться разнообразные магнитные суспензии в аэрозольных баллонах зарубежного производства. Содержимым упаковки, помимо магнитной суспензии, является сжиженный газ, называемый *пропеллентом* – это фреон (хлорфторзамещенный углеводород) или смесь фреонов, вместо которых в последние годы применяют пропан-бутановые смеси или сжатый воздух (рис. 1). Сжиженный газ служит для создания давления в упаковке, обеспечивает выдачу из нее и распыление дефектоскопического материала. В герметичной упаковке невозможно испарение или проливание дефектоскопических материалов. Компоненты аэрозолей подбирают так, чтобы содержимое аэрозольных баллонов с течением времени не портилось и эксплуатационные свойства дефектоскопических материалов не ухудшались.

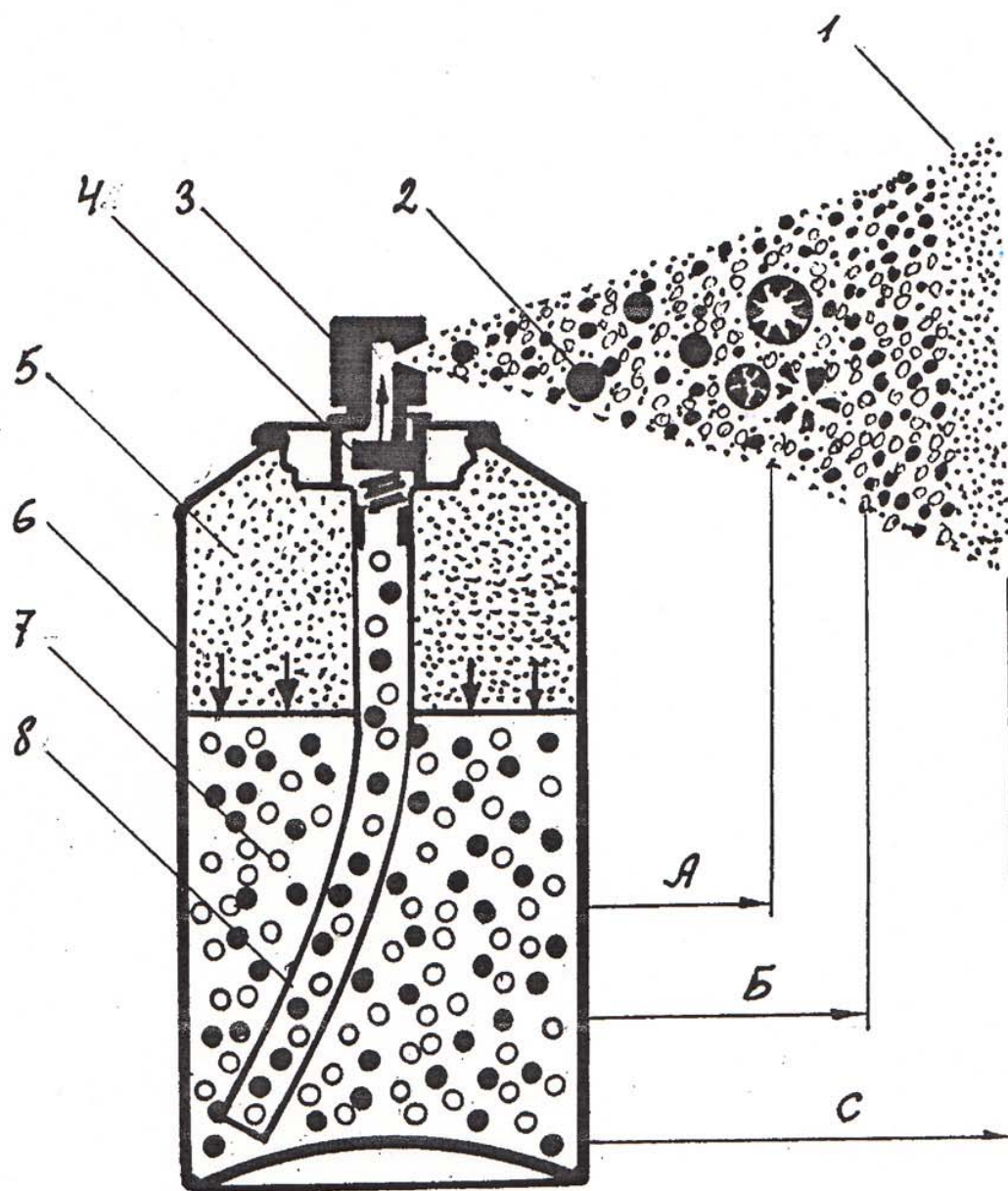


Рис. 1. Схема работы аэрозольного баллона и деление струи дефектоскопического материала на зоны:

1 – распыляемая магнитная суспензия; 2 – смесь расширяющихся и дробящихся частиц пропеллента и суспензии; 3 – распылительная головка; 4 – клапан; 5 – насыщенные пары пропеллента (или сжатый воздух); 6 – корпус баллона; 7 – магнитная суспензия (черные кружки) и жидкий пропеллент (светлые кружки); 8 – сифонная трубка.

Баллон герметически закрыт, и, поскольку его содержимое постоянно находится под давлением сжатого пропеллента, он всегда готов к применению. При открывании клапана (нажатием сверху на распылительную головку) внутренняя полость баллона через сильфонную трубку и клапан сообщается с атмосферой. Открывается путь для струи дефектоскопического материала из баллона наружу. При работе аэрозольного баллона объем, занимаемый газообразным пропеллентом, постепенно увеличивается. Однако при использовании в качестве пропеллента сжиженного газа давление в баллоне остается неизменным, так как пропеллент из раствора переходит в газовую фазу. Постоянство давления сохраняется до тех пор, пока в баллоне находится жидкий пропеллент. Эта особенность позволяет поддерживать неизменным, при прочих равных условиях, качество распыления дефектоскопического материала по мере его расходования.

Поступающие на рынок аэрозольные баллоны с магнитной суспензией отличались дисперсностью магнитного порошка, его оптическими свойствами и составом дисперсионной среды. В Россию поставлялись аэрозольные баллоны различных зарубежных фирм, например:

- HELLING GmbH, Германия. Баллоны с люминесцирующей масляной суспензией NRF 101 и с черной масляной суспензией NRS 103;

- Chemetall Aerospace Technologies (Chemetall GmbH), Германия. Баллоны с люминесцирующей керосиновой суспензией ARDROX 8530 и с черной керосиновой суспензией ARDROX 800/3;

- ITW Tiede GmbH, Германия. Баллоны с люминесцирующей масляной суспензией Fluoflux и с черной масляной суспензией Ferroflux.

В числе зарубежных поставщиков аэрозольных баллонов с магнитной суспензией являются также фирмы BYCOTEST AB (Швеция), SherwinBabb Co (Франция), MAGNAFLUX (Англия), ELY Chemical Company Ltd (Англия) и другие. Все магнитные суспензии указанных фирм обладают высокой чувствительностью к дефектам, соответствующей чувствительности отечественного магнитопорошкового контроля. Однако они не могли применяться в условиях эксплуатации военной авиационной техники по ряду причин, прежде всего вследствие того, что они поставлялись зарубежными производителями. Кроме того, они имеют большую стоимость. Например, в настоящее время один зарубежный аэрозольный баллон емкостью 400 – 500 мл, в котором находится всего лишь 200 – 250 мл суспензии, стоит 600 – 800 руб.

В последнее время на рынке стали появляться аэрозольные баллоны, содержащие магнитную суспензию, изготавливаемые отечественными фирмами. К ним, например, относятся баллоны, поставляемые ООО «ОМНИКОМ», (г. Санкт-Петербург). В случае удовлетворительного выявления дефектов, такие баллоны могли бы использоваться в процессе магнитопорошкового контроля деталей и узлов военной авиационной техники. В связи с этим возникла задача оценить качество магнитной суспензии, содержащейся

в этих баллонах, в сравнении с суспензией, применяемой в настоящее время, а также сравнить техническую эффективность магнитопорошкового контроля при нанесении магнитной суспензии поливом из фляги и распылением из аэрозольного баллона. В данной работе свойства магнитной суспензии и техническую эффективность контроля оценивали качественно по выявляемости дефектов, без статистического оценивания параметров выявляемости. Эксперименты проводили с применением объектов с поверхностными дефектами, размеры которых были близки порогу чувствительности магнитопорошкового контроля. При выполнении исследований использовали:

1. Аэрозольные баллоны с магнитной суспензией под наименованием: «Индикатор дефектов для магнитопорошковой дефектоскопии - 1 – цвет черный». ТУ 2374-001-77720383-2015. Емкость баллонов - 400 мл и 200 мл. Изготовитель: ООО «ОМНИКОМ», (г. Санкт-Петербург).

2. Флягу с масляно-керосиновой магнитной суспензией состава:

- масло МС-8п 50 %;

- топливо ТС-1 50 %;

- присадка АКОР-1 ГОСТ 15171-70 $1,0 \pm 0,5$ г/л;

- черный магнитный порошок «МИНК-070М» ТУ 2379-001-73527608-2004 при концентрации 25 ± 5 г/л.

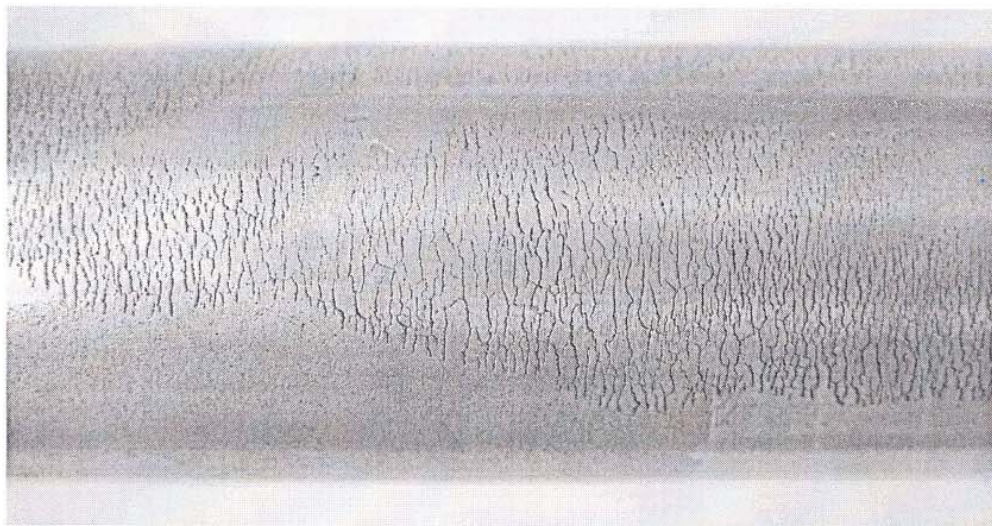
3. Объекты контроля с дефектами:

- цилиндрические детали диаметром 25 мм (усл. №№ 1, 2 и 3) со шлифовочными трещинами шириной раскрытия в пределах 0,4 – 3,0 мкм;

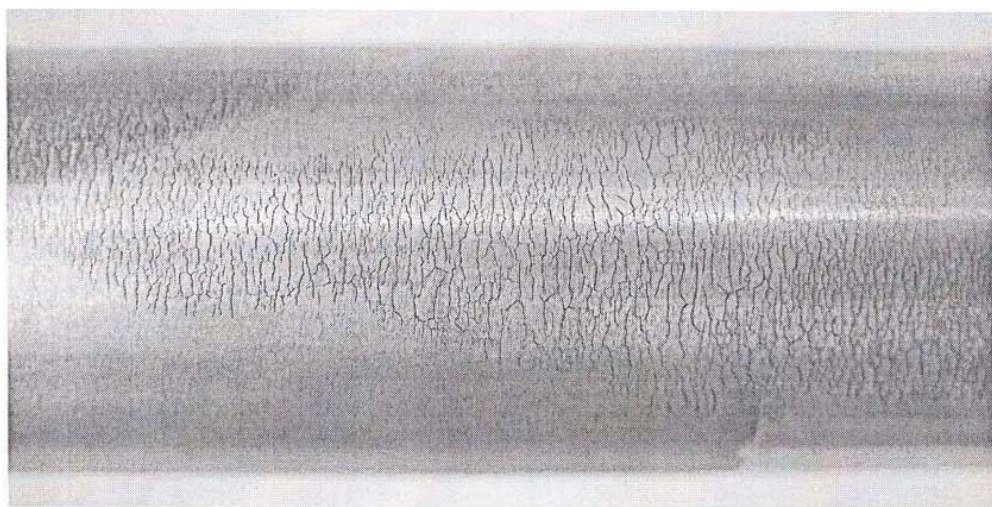
- контрольные образцы типа МО-2 (усл. №№ 4, 5 и 6) с искусственными дефектами в виде узких щелей шириной раскрытия 1,5 - 2,0 мкм.

Магнитопорошковый контроль деталей и образцов выполняли способом остаточной намагниченности. Сначала контроль всех указанных объектов проводили с применением свежеприготовленной магнитной суспензии, залитой в пластмассовую флягу. Затем, после осмотра объектов, анализа образовавшихся индикаторных рисунков дефектов и фотографирования, объекты контролировали с использованием аэрозольных баллонов. Перед каждым нанесением суспензии объекты намагничивали импульсным током силой около 2000 А в соленоиде диаметром 8 см, длиной 12 см. Количество витков соленоида 10. Наносимые суспензии предварительно перемешивали встряхиванием фляги и аэрозольного баллона в течение 25 – 30 с. Одновременно с встряхиванием, для лучшего перемешивания суспензии, емкости несколько раз переворачивали. Для предотвращения смывания образующихся индикаторных рисунков дефектов струей, суспензию наносили рядом с ожидаемыми дефектами, а затем наклоняли объекты контроля так, чтобы суспензия текла в зоны дефектов. Обнаружение и осмотр индикаторных рисунков дефектов, анализ их качества и фотографирование выполняли при освещении разрядными лампами при освещенности около 2000 лк. Результаты экспериментов показали, что при использовании масляно-керосиновой магнитной

суспензии из фляги и из аэрозольного баллона дефекты выявляются примерно одинаково. Примеры полученных индикаторных рисунков выявляемых дефектов показаны на рис. 2 – 6.

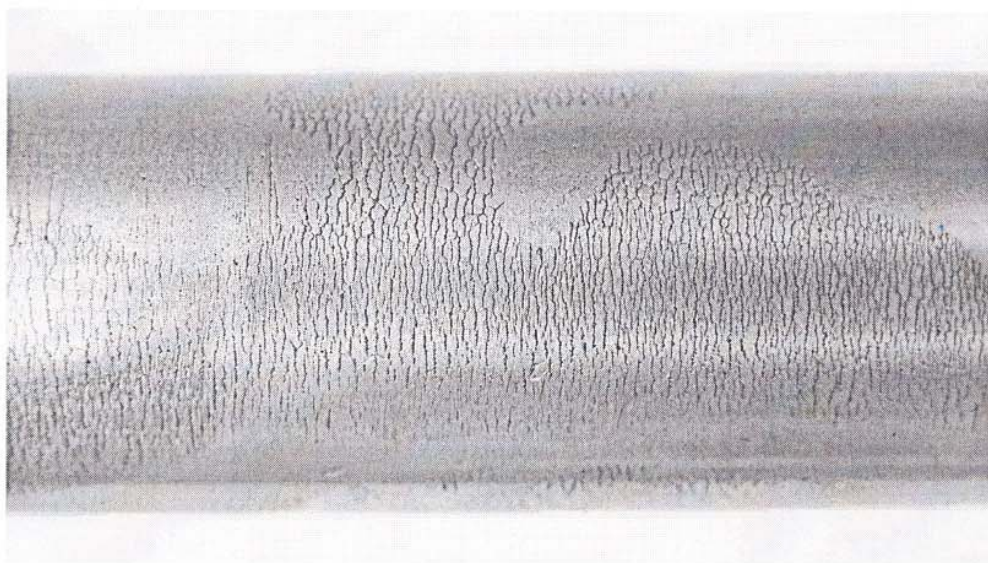


а)



б)

Рис. 2. Шлифовочные трещины, выявленные магнитопорошковым методом на детали усл. № 1 с помощью магнитной суспензии, наносимой на деталь:
а) поливом из фляги; б) распылением из аэрозольного баллона

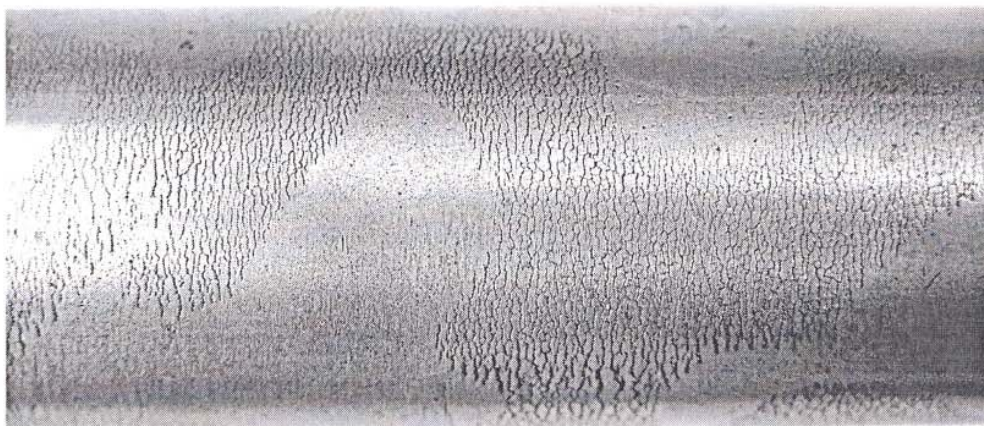


а)

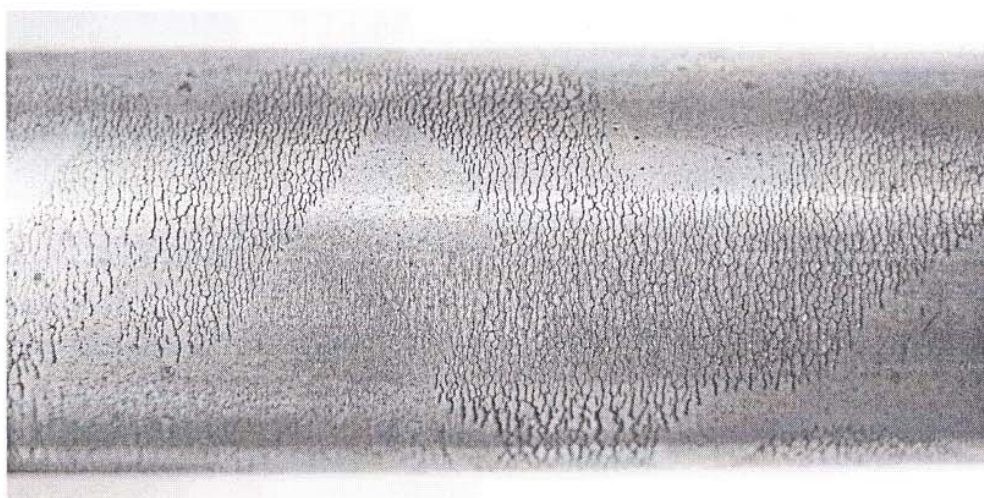


б)

Рис. 3. Шлифовочные трещины, выявленные магнитопорошковым методом на детали усл. № 2 с помощью магнитной суспензии, наносимой на деталь:
а) поливом из фляги; б) распылением из аэрозольного баллона

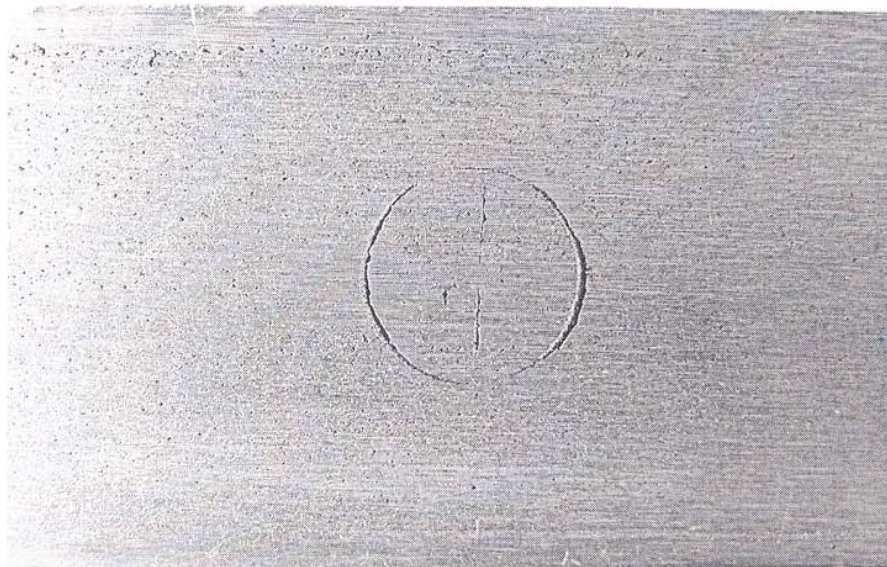


а)

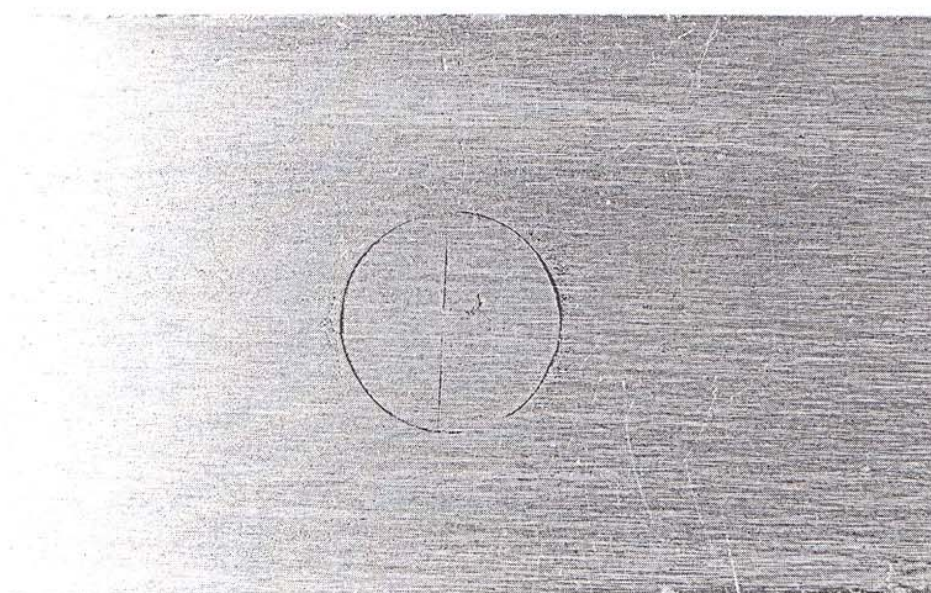


б)

Рис. 4. Шлифовочные трещины, выявленные магнитопорошковым методом на детали усл. № 3 с помощью магнитной суспензии, наносимой на деталь:
а) поливом из фляги; б) распылением из аэрозольного баллона

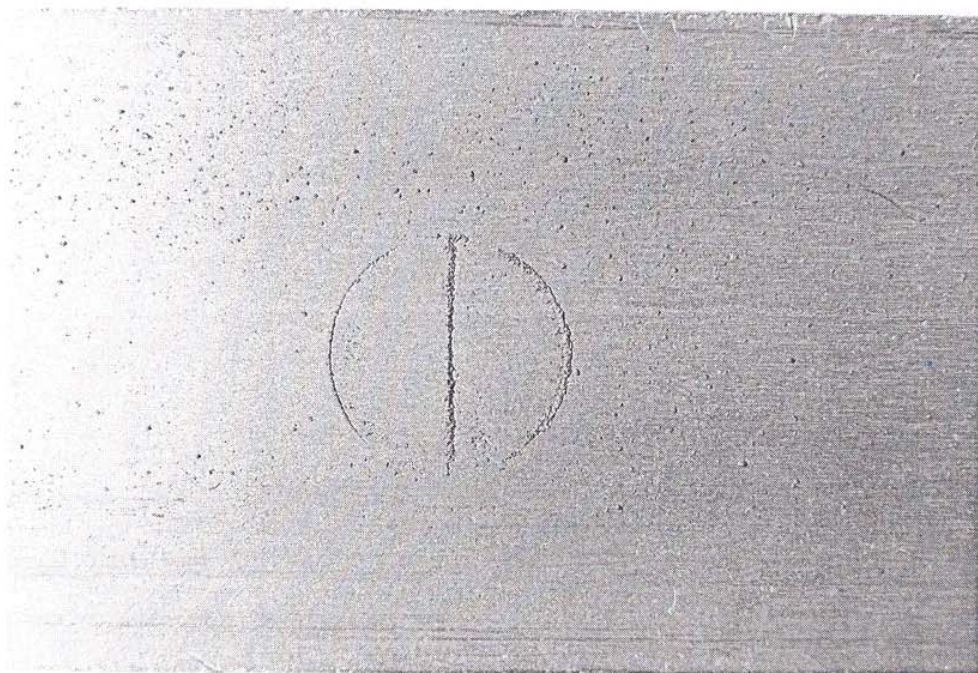


а)

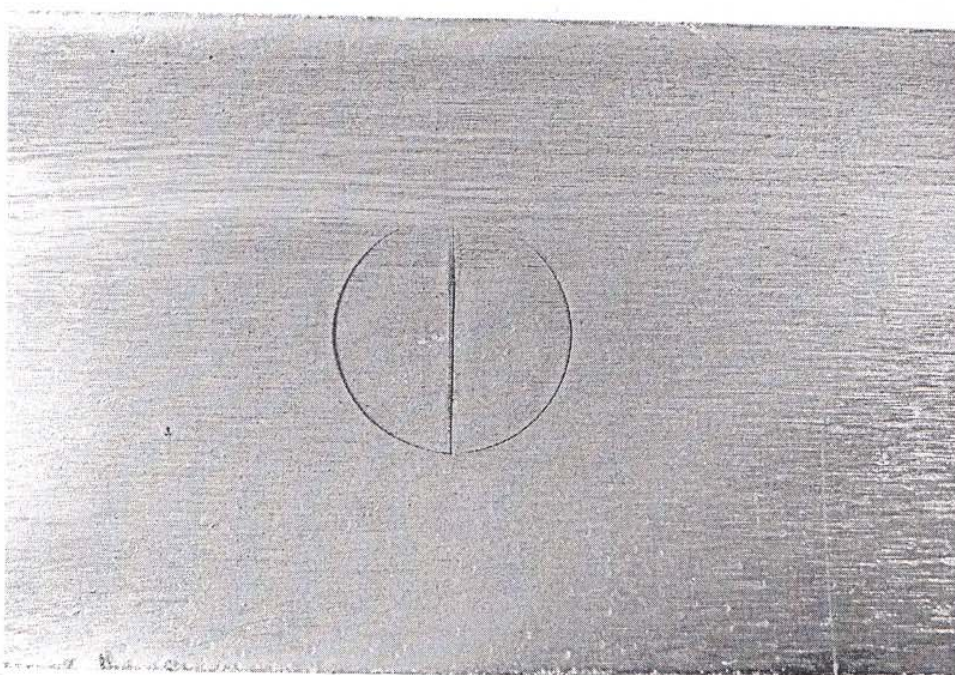


б)

**Рис. 5. Искусственные дефекты, выявленные
магнитопорошковым методом
на контрольном образце типа МО-2 усл. № 4
с помощью магнитной суспензии, наносимой на образец:
а) поливом из фляги; б) распылением из аэрозольного баллона**



а)



б)

**Рис. 6. Искусственные дефекты, выявленные
магнитопорошковым методом
на контрольном образце типа МО-2 усл. № 5
с помощью магнитной суспензии, наносимой на образец:
а) поливом из фляги; б) распылением из аэрозольного баллона**

Таким образом, установлено, что магнитная суспензия, содержащаяся в аэрозольных баллонах, изготавливаемых ООО «ОМНИКОМ», (г. Санкт-Петербург), по выявляемости дефектов примерно соответствует масляно-керосиновой суспензии, применяемой в настоящее время. Выявляемость дефектов при нанесении магнитной суспензии распылением из аэрозольного баллона и поливом из фляги примерно одинакова. Следовательно, аэрозольные баллоны, изготавливаемые ООО «ОМНИКОМ», (г. Санкт-Петербург), могут применяться при магнитопорошковом контроле деталей и узлов военной авиационной техники.

ВЫВОД

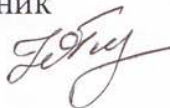
Аэрозольные баллоны с магнитной суспензией, изготавливаемые ООО «ОМНИКОМ», (г. Санкт-Петербург), могут применяться при магнитопорошковом контроле деталей и узлов военной авиационной техники. Их можно использовать для локального контроля съемных и несъемных деталей, находящихся в конструкции ЛА, при эксплуатации и войсковом ремонте, а также при исследовании причин отказов авиационной техники и при оценках технического состояния конструкции самолетов, претерпевших недопустимые перегрузки.

Начальник отделения неразрушающего контроля
старший научный сотрудник



В.М. Сапунов

Инженер
старший научный сотрудник



Ю.А. Глазков