



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013156640/02, 19.12.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.12.2013

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 19.12.2013

(43) Дата публикации заявки: 27.06.2015 Бюл. № 18

(45) Опубликовано: 20.10.2015 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2471017 C1, 27.12.2012. SU 1719417 A1, 15.03.1992. US 5028304 A, 02.07.1991. DD 10207632 A1, 11.09.2003

Адрес для переписки:
450027, Республика Башкортостан, г.Уфа, ул. Трамвайная, 5, корп. 1, ООО "НПП "Уралавиаспецтехнология", Петровой Л.П.

(72) Автор(ы):
Смыслов Анатолий Михайлович (RU),
Таминдаров Дамир Рамилевич (RU),
Мингажев Аскар Джамилевич (RU),
Смыслова Марина Константиновна (RU),
Самаркина Александра Борисовна (RU),
Михеев Сергей Викторович (RU),
Слизов Александр Кузьмич (RU),
Сауткин Александр Алексеевич (RU),
Кравченко Вячеслав Евгеньевич (RU),
Шевчук Ирина Юрьевна (RU),
Зевиг Георгий Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Общество с ограниченной ответственностью
"Научно-производственное предприятие
"Уралавиаспецтехнология" (RU)

(54) СПОСОБ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО УДАЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ С ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ ИЗ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

(57) Реферат:
Изобретение относится к технологии электролитно-плазменного удаления защитных покрытий из полимерных материалов с поверхности деталей из легированных сталей, в частности из нержавеющей трип-сталей высокой прочности и пластичности, и может быть использовано при восстановлении особо ответственных деталей летательных аппаратов, например торсионов несущих винтов вертолетов. Способ включает погружение детали в электролит, формирование вокруг обрабатываемой поверхности детали парогазовой оболочки и зажигание разряда между

обрабатываемой деталью и электролитом путем подачи на обрабатываемую деталь электрического потенциала. При этом к обрабатываемой детали прикладывают электрический потенциал от 270 В до 300 В, а в качестве электролита используют водный раствор соли сульфата аммония концентрацией от 4 до 8 г/л, причем удаление покрытия ведут при температуре от 70°C до 90°C до полного снятия покрытия. Технический результат: полное удаление полимерного покрытия с получением полированной поверхности детали при снижении трудоемкости процесса. 6 з.п. ф-лы, 1 ил., 1 пр.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 566 139** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
C25F 1/00 (2006.01)
C25F 5/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013156640/02, 19.12.2013

(24) Effective date for property rights:
19.12.2013

Priority:

(22) Date of filing: 19.12.2013

(43) Application published: 27.06.2015 Bull. № 18

(45) Date of publication: 20.10.2015 Bull. № 29

Mail address:

450027, Respublika Bashkortostan, g.Ufa, ul.
Tramvajnaja, 5, korp. 1, OOO "NPP
"Uralviaspetstekhnologija", Petrovoj L.P.

(72) Inventor(s):

**Smyslov Anatolij Mikhajlovich (RU),
Tamindarov Damir Ramilevich (RU),
Mingazhev Askar Dzhamilovich (RU),
Smyslova Marina Konstantinovna (RU),
Samarkina Aleksandra Borisovna (RU),
Mikheev Sergej Viktorovich (RU),
Slizov Aleksandr Kuz'mich (RU),
Sautkin Aleksandr Alekseevich (RU),
Kravchenko Vjacheslav Evgen'evich (RU),
Shevchuk Irina Jur'evna (RU),
Zevig Georgij Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
"Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatje
"Uralviaspetstekhnologija" (RU)**

(54) **METHOD FOR ELECTROLYTE-PLASMA REMOVAL OF POLYMER COATINGS FROM SURFACE OF PART FROM ALLOYED STEELS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to a technology of electrolyte-plasma removal of protective coatings from polymer materials from surface of parts from alloyed steels, namely from stainless trip steels of high strength and ductility, and can be used at recovery of especially important parts of aircrafts, for example torsions of lifting propellers of helicopters. The method involves loading of the part into an electrolyte, formation around the processed surface of the part of a steam-gas envelope and discharge ignition between the processed

part and the electrolyte by supplying an electric potential to the processed part. The electrical potential of 270 V to 300 V is applied to the processed part, and a water solution of salt of ammonium sulphate with a concentration of 4 to 8 g/l is used as an electrolyte; removal of the coating is performed at the temperature of 70°C to 90°C till complete removal of the coating.

EFFECT: complete removal of a polymer coating so that a polished surface of a part is obtained at reduction of labour intensity of a process.

7 cl, 1 dwg, 1 ex

R U 2 5 6 6 1 3 9 C 2

R U 2 5 6 6 1 3 9 C 2

Изобретение относится к технологии электролитно-плазменного удаления защитных покрытий из полимерных материалов с поверхности деталей из легированных сталей, в частности из нержавеющей трип-сталей высокой прочности и пластичности, и может быть использовано при восстановлении особо ответственных деталей летательных аппаратов, например торсионов несущих винтов вертолетов.

Несущий винт летательного аппарата, содержащий V-образные торсионы, соединенные с втулкой и через вертикальные шарниры с переходниками крепления лопастей, кожухи из композиционного материала, размещенные вокруг торсионов, при этом на одном конце каждого закреплен рычаг управления углом установки лопасти и сферический подшипник, надетый на палец, закрепленный на втулке, а другой конец кожуха через вертикальный шарнир присоединен к торсиону и к переходнику крепления лопасти, упругий элемент, расположенный в кожухе вдоль оси рукава между переходником крепления лопасти и рычагом управления углом установки лопасти, при этом разрезанным концом упругий элемент жестко соединен с проушинами переходника лопасти, а противоположным концом вставлен в направляющие на рычаге управления углом установки лопасти [патент Р.Ф. №2033943, **НЕСУЩИЙ ВИНТ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**. Вертолетный научно-технический комплекс им. Н.И. Камова, 1991 г.], (подобные конструкции несущего винта представлены также в патенте Р.Ф №2289530).

Пластинчатые торсионы несущих винтов вертолетов изготавливаются из высокопрочных легированных сталей, сочетающих высокую прочность и пластичность, обеспечиваемую их составом, режимами термической обработки и пластической деформации. Состав такой стали должен обеспечивать после закалки при комнатной температуре получение чистой аустенитной структуры. Эти стали подвергают деформации при температуре, не превышающей температуру рекристаллизации, после чего охлаждают до комнатной температуры. Например, известны стали, механические свойства которых после закалки и пластической деформации при 400-500°C со степенью 60-80% достигают в 180-200 кгс/мм², 0,2- 140-170 кгс/мм², =20-30% (А.П. Гуляев "Металловедение". - М.: "Металлургия", 1977 г., с.335-396).

Однако пластинчатые торсионы из легированных сталей (например, стали марки ВНС9-Ш) имеют толщину порядка 0,3 мм и качество обработки поверхностного слоя указанных деталей в значительной степени определяет их эксплуатационные свойства.

В настоящее время для снятия полимерных покрытий производят механическими методами, что приводит к ухудшению качества поверхностного слоя (шероховатость, степень наклепа, неоднородность физико-механических свойств материала поверхностного слоя и т.п.), что, учитывая незначительную толщину пластинчатых деталей, приводит к резкому ухудшению эксплуатационных свойств деталей.

Известны способы снятия покрытий, основанные на использовании различных физико-механических, механических и химических эффектов.

Например, известен способ механического удаления слоя неэлектропроводящего материала с поверхности металлического изделия [патент РФ №2105651, МПК В23Р 11/00, СПОСОБ ОТДЕЛЕНИЯ РЕЗИНОВОГО СЛОЯ ОТ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ С ВЫСОКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ АДГЕЗИИ. Оpubл. 27.02.1998]. Однако этот метод вызовет появление различного рода дефектов типа царапин и т.п., что ухудшит эксплуатационные свойства торсионов.

Известен также способ удаления покрытий, основанный на лазерной обработке поверхности. Традиционно защитные покрытия удаляют химическим травлением. Известен, например, раствор для травления титановых сплавов (А.С. СССР №1 194907, С23F 1/26, 1983), содержащий, мас. %: хлористо-водородную кислоту 10,0-15,0; фтористый

аммоний 2,0-4,0; хлористый натрий 0,05-1,0; уксуснокислый натрий 0,05-0,5; воду - остальное.

Снятие покрытия с использованием известного раствора приводит к ухудшению качества поверхностного слоя, формируется неоднородная поверхность, и, кроме того, такой способ характеризуется невысокой скоростью удаления покрытия.

Известен также раствор для удаления покрытий (Патент РФ №2081207, С23F 1/44, 1/26, 1997 г.), содержащий, г/л: плавиковую кислоту - 70-100; соляную кислоту - 40-80; фосфорную кислоту - 100-290; воду - остальное, а также состав для очистки поверхностей из стали и титановых сплавов от комплексных нитридных покрытий (Патент РФ №2151821, С23G 1/02, 2000 г.), содержащий, г/л: азотную кислоту - 28,0-32,0; тетрафтороборат калия - 26,0-30,0; полифосфат натрия - $0,5 \cdot 10^{-3}$ - $1,5 \cdot 10^{-3}$; воду - остальное.

Однако известные способы удаления покрытий не позволяют обработать детали из легированных сталей без значительного растравливания материала поверхностного слоя. Кроме того, известные способы используют травящие растворы, состав которых неэкологичен.

В связи с тем, что торсионы несущих винтов вертолетов, выполненные из легированных сталей, обладают повышенной чувствительностью к концентраторам напряжения, возникновение дефектов при снятии с них покрытий недопустимо, поскольку в процессе эксплуатации дефекты, образованные на поверхностях торсионов, приводят к их разрушению. Поэтому развитие способов снятия покрытий, позволяющих получать высококачественные поверхности торсионов при высокой экологичности и производительности процесса удаления покрытия, является весьма актуальной задачей.

Наиболее перспективными методами обработки поверхностей деталей являются электрохимические методы (Гриликес С.Я. Электрохимическое и химическое полирование: Теория и практика. Влияние на свойства металлов. Л., Машиностроение, 1987), при этом наибольший интерес для рассматриваемой области представляют методы электролитно-плазменной обработки деталей и снятия покрытий (например, Патент ГДР (DD) №238074 (A1), МПК С25F 3/16, опубл. 06.08.86, а также Патент РБ №1132, МПК С25F 3/16, 1996, Бюл. №3).

Известен способ обработки металлических поверхностей, включающий анодную обработку в электролите (Патент РБ №1132, МПК С25F 3/16, 1996, Бюл. №3), а также способ электрохимической обработки (Патент США N 5028304, МПК В23Н 3/08, С25F 3/16, С25F 5/00, опубл. 02.07.91).

Однако известные способы электрохимической обработки не позволяют производить удаление полимерных покрытий с поверхности торсионов из легированных сталей.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению является способ электролитно-плазменного удаления покрытий с поверхности металлической детали, включающий погружение детали в электролит, формирование вокруг обрабатываемой поверхности детали парогазовой оболочки и зажигание разряда между обрабатываемой деталью и электролитом путем подачи на обрабатываемую деталь электрического потенциала (Патент РФ №2471017, МПК С23F 1/26. СПОСОБ УДАЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ИЗ НИТРИДА ТИТАНА С ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ. Бюл. №36, 2012).

Однако известный способ (патент РФ №2471017) предназначен для снятия нитридных покрытий с поверхности титановых сплавов и не может быть применен для снятия полимерных пленок с пластинчатых торсионов из легированных сталей, без нанесения ущерба качеству торсионов. Способ-прототип (патент РФ №2471017) включает

обработку детали в агрессивном травильном растворе (состава, мас. %: азотная кислота 38,5-40,5, плавиковая кислота 59,2-61,4, фениламин 0,1-0,3), причем обработку детали в указанном растворе проводят до его разрыхления без полного удаления, а после чего обработанное покрытие удаляют путем механического полирования. Указанные факторы, в том числе агрессивный электролит и необходимость механического снятия остатков пленки не позволяет использовать способ-прототип для обработки торсионов, поскольку приводит к резкому ухудшению их эксплуатационных свойств за счет образования концентраторов напряжений, ухудшения шероховатости и неполного снятия полимерной пленки или покрытия.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является разработка процесса удаления полимерных пленок или покрытий, позволяющего получать высококачественные поверхности пластинчатых торсионов несущих винтов вертолетов, выполненных из пластин при высокой производительности процесса удаления полимерного покрытия с поверхности пластинчатого торсиона из легированной стали в процессе его ремонта или восстановления.

Техническим результатом настоящего изобретения является повышение качества удаления полимерной пленки или покрытия с поверхности пластинчатого торсиона в процессе его ремонта или восстановления за счет полного удаления полимерной пленки при одновременном полировании поверхности торсиона и снижении трудоемкости процесса обработки торсиона.

Поставленная задача решается за счет того, что в способе электролитно-плазменного удаления полимерных покрытий с поверхности детали из легированных сталей, включающем погружение детали в электролит, формирование вокруг обрабатываемой поверхности детали парогазовой оболочки и зажигание разряда между обрабатываемой деталью и электролитом путем подачи на обрабатываемую деталь электрического потенциала, в отличие от прототипа, к обрабатываемой детали прикладывают электрический потенциал от 270 В до 300 В, а в качестве электролита используют водный раствор соли сульфата аммония концентрацией от 4 до 8 г/л, причем удаление покрытия ведут при температуре от 70°C до 90°C до полного снятия покрытия, при этом возможны следующие дополнительные варианты выполнения способа: удаление покрытия с детали ведут при величине тока от 0,2 А/дм² до 0,8 А/дм²; удаление покрытия с детали ведут с площади от 1 см до 4000 см; что в качестве детали используют пластинчатый торсион несущего винта вертолета; в состав электролита дополнительно вводят поверхностно-активные вещества в концентрации, вес. %: от 0,4 до 0,8.

Заявляемый способ электролитно-плазменного удаления полимерного покрытия с поверхности пластинчатого торсиона в процессе его ремонта или восстановления, осуществляется следующим образом. Обрабатываемую деталь погружают в ванну с водным раствором электролита, прикладывают к изделию положительный электрический потенциал, а к электролиту - отрицательный, в результате чего достигают возникновения разряда между обрабатываемым изделием и электролитом. Процесс электролитно-плазменного удаления покрытия осуществляют при электрическом потенциале от 270 В до 300 В, а в качестве электролита используют водный раствор соли сульфата аммония концентрацией от 4 до 8 г/л, причем удаление покрытия ведут при температуре от 70°C до 90°C до полного снятия покрытия. Удаление покрытия, в зависимости от параметров детали (при площади обработки от 1 см до 4000 см) и заданной микрогеометрии поверхности ведут при величине тока от 0,2 А/дм² до 0,8 А/дм², до полного снятия покрытия. Для повышения качества снятия покрытия в состав

электролита могут быть дополнительно введены поверхностно-активные вещества в концентрации, вес. %: от 0,4 до 0,8%. Удаление полимерного покрытия ведут в среде электролита при поддержании вокруг детали парогазовой оболочки. В качестве ванны используют емкость, выполненную из материала, стойкого к воздействию электролита.

5 При осуществлении способа возникают следующие процессы. Под действием протекающих токов происходит нагрев поверхности детали и образование вокруг нее парогазовой оболочки. Излишняя теплота, возникающая при нагреве детали и электролита, отводится через систему охлаждения. При этом поддерживают заданную температуру процесса. Под действием электрического напряжения (электрического
10 потенциала между деталью и электролитом) в парогазовой оболочке возникает разряд, представляющий из себя ионизированную электролитическую плазму, обеспечивающую протекание интенсивных химических и электрохимических реакций между обрабатываемой деталью и средой парогазовой оболочки.

При подаче положительного потенциала на деталь, в процессе протекания указанных
15 реакций, происходит анодирование поверхности детали с одновременным химическим травлением образующегося окисла. Причем при анодной поляризации парогазовый слой состоит из паров электролита, анионов и газообразного кислорода. Поскольку травление происходит, в основном, на микронеровностях, где образуется тонкий слой окисла, а процессы анодирования продолжаются, то в результате совместного действия
20 этих факторов происходит удаление покрытия с обрабатываемой поверхности деталей. Введение ПАВ уменьшает коэффициент поверхностного натяжения раствора, что улучшает состояние парогазового слоя на границе «газ-жидкость». Однако не следует создавать значительных концентраций ПАВ, поскольку это может привести к образованию нежелательных несмываемых пленок на поверхности изделия. Кроме
25 того, увеличение концентрации ПАВ может привести к обратному эффекту, т.е. увеличению величины коэффициента поверхностного натяжения раствора. Для минимизации джоуль-ленцовых потерь электролит должен обладать достаточной электропроводимостью.

Пример. Удаление полимерных покрытий толщинами от 20 мкм до 1000 мкм
30 производили с поверхности пластинчатых образцов толщинами 0,2 мм, 0,3 мм, 0,5 мм. Обрабатываемые образцы погружали в ванну с водным раствором электролита и прикладывали к детали положительное, а к электролиту - отрицательное напряжение. Удаление покрытий проводили в среде электролита: водный раствор соли сульфата аммония концентрацией от 4 до 8 г/л. Кроме того, в ряде случаев в состав электролита
35 дополнительно вводили добавки - поверхностно-активные вещества в концентрации 0,4-0,8%. При обработке проводили циркуляционное охлаждение электролита (поддерживалась средняя температура процесса в интервале 70°...90°С).

Условия обработки по предлагаемому способу: электрический потенциал (напряжение) от 270 В до 300 В (250 В - Неудовлетворительный результат (Н.Р.); 270
40 В - Удовлетворительный результат (У.Р.); 280 В - У.Р.; 290 В - У.Р.; 300 В - У.Р.; 320 В - Н.Р.); электролит - водный раствор соли сульфата аммония концентрацией от 4 до 8 г/л (3 г/л - Н.Р.; 4 г/л - У.Р.; 6 г/л - У.Р.; 8 г/л - У.Р.; 10 г/л - Н.Р.; добавки в электролит - поверхностно-активные вещества в концентрации 0,4-0,8% (0,2% - Н.Р.; 0,4% - У.Р.;
45 0,6% - У.Р.; 0,8% - У.Р.; 1,0% - Н.Р.); величина тока от 0,2 А/дм² до 0,8 А/дм², при температуре от 70°С до 90°С (60°С - Н.Р.; 70°С - У.Р.; 80°С - У.Р.; 90°С - У.Р.; 98°С - Н.Р.), время обработки - до полного удаления полимерного покрытия и окончания процесса полирования поверхности, при площади обработки от 1 см до 4000 см.

По сравнению с используемым механическим способом удаления полимерного

покрытия производительность процесса по предлагаемому способу, в среднем, в 3-4 раза, а средние значения шероховатости поверхности от Ra 0,65...0,45 мкм, для предлагаемого способа улучшается до Ra 0,03...0,02 мкм.

5 На чертеже показаны поверхности пластинчатых торсионов, обработанных механическим способом (а) и предлагаемым способом (б).

Использование способа электролитно-плазменного удаления полимерных покрытий с поверхности детали из легированных сталей, включающего следующие существенные признаки: погружение детали в электролит; формирование вокруг обрабатываемой поверхности детали парогазовой оболочки и зажигание разряда между обрабатываемой
10 деталью и электролитом путем подачи на обрабатываемую деталь электрического потенциала; приложение к обрабатываемой детали электрического потенциала от 270 В до 300 В; использование в качестве электролита водного раствора соли сульфата аммония концентрацией от 4 до 8 г/л; удаление покрытия при температуре от 70°C до 90°C до полного снятия покрытия; удаление покрытия с детали при величине тока от
15 0,2 А/дм² до 0,8 А/дм²; удаление покрытия с деталей с площади от 1 см² до 4000 см²; что в качестве детали используют пластинчатый торсион несущего винта вертолета; в состав электролита дополнительно вводят поверхностно-активные вещества в концентрации, вес. %: от 0,4 до 0,8, позволяют достичь технического результата заявляемого способа - повысить качество удаления полимерной пленки или покрытия
20 с поверхности пластинчатого торсиона в процессе его ремонта или восстановления за счет полного удаления полимерной пленки при одновременном полировании поверхности торсиона и снижении трудоемкости процесса обработки торсиона. Другими словами, предлагаемый способ позволяет качественно и при незначительной трудоемкости процесса снять с торсиона полимерное покрытие и получить торсион с
25 полированной поверхностью.

Формула изобретения

1. Способ электролитно-плазменного удаления полимерных покрытий с поверхности детали из легированных сталей, включающий погружение детали в электролит,
30 формирование вокруг обрабатываемой поверхности детали парогазовой оболочки и зажигание разряда между обрабатываемой деталью и электролитом путем подачи на обрабатываемую деталь электрического потенциала, отличающийся тем, что к обрабатываемой детали прикладывают электрический потенциал от 270 В до 300 В, а в качестве электролита используют водный раствор соли сульфата аммония
35 концентрацией от 4 до 8 г/л, причем удаление покрытия ведут при температуре от 70°C до 90°C до полного снятия покрытия.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что удаление покрытия с детали ведут при величине тока от 0,2 А/дм² до 0,8 А/дм².

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что удаление покрытия с детали ведут с площади
40 от 1 см² до 4000 см².

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве детали используют пластинчатый торсион несущего винта вертолета.

5. Способ по п.2, отличающийся тем, что в качестве детали используют пластинчатый торсион несущего винта вертолета.
45

6. Способ по п.3, отличающийся тем, что в качестве детали используют пластинчатый торсион несущего винта вертолета.

7. Способ по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что в состав электролита

дополнительно вводят поверхностно-активные вещества в концентрации от 0,4 до 0,8 мас. %.

5

10

15

20

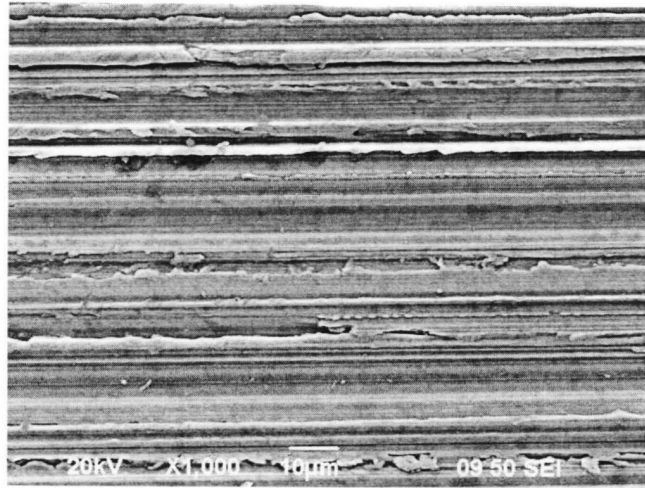
25

30

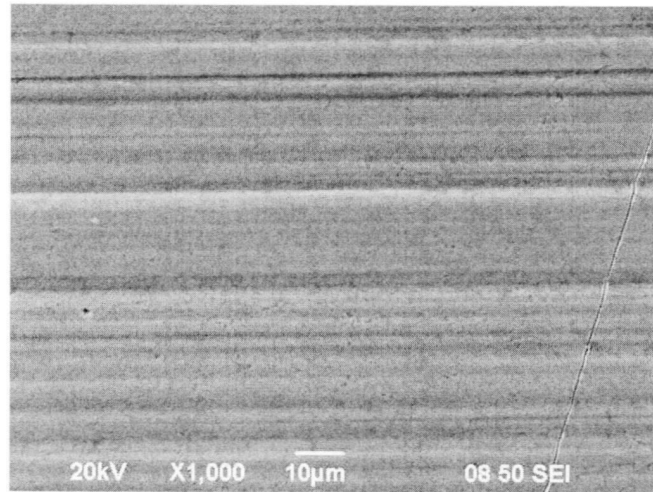
35

40

45



a



b