



Обозначение: В 177 - 01

Одобрено Американским обществом  
гальваностегов  
Одобрено Национальной ассоциацией по  
отделке металлов

## Гальваническое хромирование. Технические характеристики<sup>1</sup>

### Standard Guide for Engineering Chromium Electroplating<sup>1</sup>

---

*Фиксированным обозначением данного стандарта является В 177; число, непосредственно следующее за данным обозначением, указывает на год первоначального утверждения стандарта, либо год его последнего обновления. Число в скобках указывает на год последнего подтверждения стандарта. Надстрочный индекс эpsilon (ε) указывает на изменения редактора, внесенные после последнего обновления или подтверждения стандарта.*

---

<sup>1</sup> Данные методы испытаний находятся под юрисдикцией Комитета ASTM В08 по металлическим и неорганическим покрытиям и под прямой ответственностью Подкомитета В08.08 по промышленным покрытиям. Настоящее издание утверждено 10 ноября 2001 года, опубликовано в январе 2002 года, первоначально под номером В 177-55. Последнее предшествующее издание – В 177-93.



**Содержание:**

1. Область применения .....	3
2. Ссылки .....	3
3. Процедура .....	4
4. Монтаж изделий на подвесках .....	5
5. Обезжиривание .....	6
6. Удаление окисных пленок и травление .....	6
7. Хромирование .....	8
8. Обработка хромовых покрытий .....	9
9. Восстановление хромового покрытия на стальных основах .....	10
10. Методы испытаний .....	10
11. Ключевые слова .....	11

## 1. Область применения

1.1 Настоящее Руководство содержит сведения о нанесении хрома на стальные поверхности для промышленного использования. Такое хромовое покрытие иногда называется функциональным или твердым. Обычно наносится непосредственно на основной металл и превышает по толщине слой отделочного хромирования.

1.2 Настоящее Руководство не являет собой стандартизованную процедуру, но является руководством по получению гладких адгезионных хромовых покрытий требуемой толщины с одновременным сохранением физических и механических свойств основного металла. Гальваническое хромирование стальных поверхностей описано в Спецификации В 650.

1.3 *Данный стандарт не определяет меры безопасности при его применении. Перед проведением испытаний необходимо определить соответствующие нормы безопасности и охраны здоровья.*

## 2. Ссылки

### 2.1 Стандарты ASTM:

В 183 Технология приготовления низкоуглеродистой стали для покрытий<sup>2</sup>

В 242 Технология приготовления высокоуглеродистой стали для покрытий<sup>2</sup>

В 244 Метод измерения толщины анодированного алюминиевого покрытия и прочих непроводящих покрытий на немагнитные основные металлы при помощи приборов для измерения вихревых токов<sup>2</sup>

В 253 Технология подготовки алюминиевых сплавов для покрытий<sup>2</sup>

В 254 Технология подготовки нержавеющей стали для покрытий<sup>2</sup>

В 281 Технология подготовки меди и медных сплавов для гальванического и химического нанесения покрытий<sup>2</sup>

В 320 Технология подготовки чугунных отливок для покрытий<sup>2</sup>

В 322 Технология чистки поверхности металла перед нанесением покрытий<sup>2</sup>

В 481 Технология подготовки титана и титановых сплавов для покрытий<sup>2</sup>

В 487 Способ измерения толщины металлического и окисного покрытия путем исследования под микроскопом поперечного сечения<sup>2</sup>

В 499 Магнитный метод измерения толщины немагнитного покрытия на углеродистых сталях<sup>2</sup>

В 504 Колориметрический способ измерения толщины металлических покрытий<sup>2</sup>

В 507 Технология изготовления деталей с нанесением покрытий на подвесках<sup>2</sup>

В 558 Технология приготовления никелевых электролитов для покрытий<sup>2</sup>

В 568 Метод измерения толщины покрытия посредством рентгеновской спектрометрии<sup>2</sup>

В 571 Технология качественных испытаний адгезии гальванических покрытий<sup>2</sup>

В 578 Метод измерения микротвердости гальванических покрытий<sup>2</sup>

В 602 Метод отбора образцов металлических и неорганических покрытий по качественным признакам<sup>2</sup>

В 630 Технология подготовки поверхности для гальванического хромирования<sup>2</sup>

В 650 Спецификация промышленных гальванических хромовых покрытий на основы из черных металлов<sup>2</sup>

В 697 Руководство по выбору планов отбора образцов для исследования металлических и неорганических гальванических покрытий<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Ежегодный сборник стандартов ASTM, номер 02.05.

В 762 Метод отбора образцов переменного объема металлических и неорганических покрытий<sup>2</sup>

В 849 Метод предварительной обработки металла для снижения риска водородной хрупкости после покрытия<sup>2</sup>

В 850 Руководство по постгальванической обработке стали для снижения риска водородной хрупкости<sup>2</sup>

В 851 Спецификация автоматической управляемой дробеструйной обработки металлических изделий перед никелированием, или хромированием, либо в качестве средства окончательной обработки<sup>2</sup>

F 519 Метод механической оценки процессов гальванизации и условий эксплуатации с точки зрения риска водородной хрупкости<sup>3</sup>

*2.2 Военные стандарты:*

MIL-S-13165B Дробеструйная обработка металлических деталей<sup>4</sup>

### 3. Основы методики

3.1 Технический хром может наноситься непосредственно на поверхность ряда обычно используемых промышленных металлов, таких как алюминий, никелевые сплавы, чугун, стали, медь, медные сплавы и титан. Прочность сцепления слоя хрома зависит от качества подготовки активного металла. Тем не менее, при условии соблюдения процедуры, описанной в соответствующих источниках, сила сцепления позволяет осуществлять шлифовку и хонингование без отслаивания нанесенного покрытия.

3.2 *Шероховатость* – Степень шероховатости поверхности материала, подлежащего нанесению покрытия, должна соответствовать требованиям, предъявляемым к готовой продукции. Хромирование не предусматривает нивелирования, поэтому шероховатость поверхности наносимого слоя всегда будет выше, чем у подлежащего металла. Любые механические операции, приводящие к появлению отметин или блеска поверхности металла, должны быть исключены. Требуемая шероховатость поверхности может быть достигнута путем применения соответствующих механических, химических или электрохимических процедур. В зависимости от толщины покрытия и его шероховатости может потребоваться его шлифовка.

3.3 *Фактор усталости* – Появление трещин в хромовом покрытии вследствие как воздействия гальванических реактивов, так и самой процедуры нанесения покрытия, либо в результате обработки электрослоя, может привести к снижению долговечности хромового покрытия. Если это имеет конструктивное значение, усталостную прочность покрытия можно повысить применяя такие методы, как дробеструйная обработка (см. Спецификацию В 851 или стандарт MIL-S-13165B или оба документа) или дополнительная обработка поверхности (гидрофибляция). Последний метод осуществляется после отпуска.

3.4 *Снятие напряжений с высокопрочных сталей*

3.4.1 Все стальные детали, предел прочности на разрыв которых составляет 1000 МПа (150000 фунтов на квадратный дюйм или примерно 32 единицы твердости по шкале С Роквелла) и выше и которые могут иметь остаточное напряжение, являющееся следствием различных технологических операций, таких как шлифовка. Обработка, выпрямление или холодное формование, перед проведением покрытия требуют применения одной из процедур снятия остаточных напряжений, описанных в Спецификации В 849. В любом случае период отжига начинается с того момента, когда вся деталь нагревается до опре-

<sup>3</sup> Ежегодный сборник стандартов ASTM, номер 15.03.

<sup>4</sup> Отдел заказов стандартизационной документации, Building 4D, 700 Robbins Avenue, Philadelphia, PA 19111-5094, Издательско-документарная служба ВМС.

деленной температуры. Эта процедура необходима для исключения возможности появления водородной хрупкости.

3.4.2 Детали, имеющие участки закаленной поверхности, которые в результате отжига в соответствии со Спецификацией В 849 значительно теряют в твердости, могут отжигаться при температуре около 130 °С, в течение минимум 8 часов. Если наблюдаемая потеря твердости является приемлемой, можно применять и более высокие температуры в течение более короткого периода времени.

3.5 *Окисление* – Необходимо принять все возможные меры предосторожности во избежание окисления поверхности металла между заключительным этапом механической подготовки и покрытием. Такие материалы, как алюминий и титан имеют на своей поверхности оксидную пленку, которая может быть удалена или сведена к минимуму непосредственно перед проведением покрытия (см. п.п. 6.1.1 и 6.1.2). При наличии особенно неблагоприятных условий необходимо принять определенные меры, направленные на выполнение данного требования, включая хранение в неагрессивной среде и применение специальных покрытий, исключающих воздействие воздуха и влаги.

#### **4. Монтаж изделий на подвесках**

4.1 Детали из стали, нержавеющей стали и чугуна, подлежащие покрытию, должны быть смонтированы на подвесках (оснастке) на стадии подготовительного процесса (обезжиривания, травления). Для изделий из алюминия, титана и некоторых сплавов может потребоваться дополнительная обработка поверхности до монтажа на подвеске, т.к. при окончательном монтаже подготовленные растворы могут попасть на поверхность изделия и вызвать дефекты при нанесении покрытия.

4.2 Требования к конструкции подвесок приведены в Руководстве В 507. Несмотря на общие принципы качественного размещения деталей подвесках, применимые в практике хромирования, использование значительно более высоких значений плотности тока и необходимость обеспечения равномерной толщины наносимого слоя требуют значительно более высокого уровня точности при конструировании подвесок и соблюдения технологии. Требования к конструкции подвесок для нанесения гальванических покрытий на различные основные металлы должны в максимальной степени обеспечивать следующее.

4.2.1 Все части подвески должны иметь достаточную пропускную способность по току как в катодном, так и в анодном контуре.

4.2.2 Должен обеспечиваться жесткий электрический контакт покрываемых деталей с анодами, а также с контактными шинами ванны.

4.2.3 Ток должен равномерно распределяться между гальванизируемыми деталями. Для этого часто требуется придать анодам особенную форму, соответствующую форме детали или ее части, подлежащей гальванизации.

4.2.4 Может возникнуть необходимость в применении защитных экранов, которые являются предохранителями выступающих участков.

4.2.5 Важно обеспечить защиту участков, на которые не должен осаждаться хром. Для этого используются экраны из токоизоляционных материалов. Свинцовые и алюминиевые экраны могут обеспечить четкую линию демаркации между гальванизированной и негальванизированной поверхностью с минимальным наплывом по ней.

4.2.6 Отверстия, не требующие покрытия, могут закрываться пробками (проводящими или непроводящими), что позволяет получить четкую границу без ободков по краю.

4.2.7 Необходимо помнить, что неправильное применение ограничительных материалов или недочеты в конструкции катодной оснастки могут привести к коррозии основного материала или загрязнению растворов, используемых в ходе последующих операций, либо и к тому и к другому.

4.2.8 Для изготовления оснастки должны использоваться материалы, обладающие достаточной устойчивостью к растворению и загрязнению электролита.

4.2.9 Покрываемые изделия должны размещаться в ванне таким образом, чтобы газовыделение подвески и экрана не препятствовало осаждению наносимого металла.

4.3 *Аноды* – Для покрытия можно использовать свинцовые аноды, содержащие 4-6 % сурьмы, 4-7 % олова или 1 % серебра, либо комбинацию вышеназванных элементов. В случаях, когда жесткость и твердость анода не имеют значения, может использоваться химически чистый свинец, однако он образует большое количество чешуек, которые могут оседать на покрытии и обуславливать его шероховатость. Свинцовая проволока, используемая для изготовления небольших анодов, должна содержать 0,25 % сурьмы, что обеспечивает наилучшее соотношение жесткости и пластичности. Освинцованная сталь, медь или серебро могут использоваться при наличии особых требований к прочности или проводимости. Для покрытия внутренних поверхностей небольших отверстий может использоваться платиновая, платино-ниобиевая или даже стальная проволока или штыри, однако последние будут загрязнять ванну железом. Если анод содержит небольшое количество свинца или не содержит его вообще, это приведет к ухудшению результатов покрытия.

4.3.1 Некоторые ванны могут требовать использования специальных анодов, которые рекомендуются поставщиком оборудования.

## 5. Обезжиривание

5.1 Обезжиривание деталей, подлежащих покрытию, должно осуществляться в соответствии с Методиками В 183, В 242, В 254, В 281, В 320, В 322, В 481, В 558 или В 630 или Руководством В 253.

5.2 Могут применяться и другие методы подготовки поверхности перед нанесением покрытия, включая струйную обработку и легкую шлифовку.

## 6. Удаление окисных пленок и травление

6.1 Перед проведением процесса хромирования изделие требует специальной подготовки с целью достижения максимальной адгезии. В зависимости от типа и характера металла и состояния поверхности после проведенной подготовки можно использовать различные методы травления.

6.1.1 *Алюминий* – Хром может наноситься непосредственно на большинство литых и катаных изделий из алюминия, используемых в промышленных целях. Руководство В 253 содержит описание методов подготовки алюминия к хромированию. Удаление прочной оксидной пленки с поверхности алюминия представляет определенные затруднения. При проведении процесса, в ходе которого поверхность алюминия защищается от окисления путем нанесения цинковой пленки, изделие должно погружаться в ванну для хромирования под током.

6.1.2 *Титан* – На титане присутствует прочная оксидная пленка, которая подлежит удалению перед гальванизацией. Различные способы подготовки титана к гальванизации описаны в Руководстве В 481.

6.1.3 *Никелевые сплавы* – Различные методы подготовки деталей из различных никелевых сплавов описаны в Руководстве В 558. Основной трудностью при хромировании этих материалов является поляризация поверхности никелевого сплава, которая приводит к деактивации материала и препятствует покрытию.

6.1.4 *Медь и медные сплавы* – Различные методы подготовки меди и медных сплавов к хромированию описаны в Руководстве В 281. Фактически подготовка поверхностей из-

делий из меди и медных сплавов заключается в их раскислении (удалении оксидных пленок).

6.1.5 *Нержавеющая сталь* – Различные методы подготовки нержавеющей стали к хромированию описаны в Руководстве В 254. Некоторые виды нержавеющей стали перед проведением хромирования требуют никелирования по Вудсу. Без проведения необходимой активации поляризация поверхности нержавеющей сталей с высоким содержанием никеля может привести к отслаиванию хромового покрытия.

6.1.6 *Чугун* – Различные методы подготовки чугуна к хромированию описаны в Руководстве В 320. Анодное травление в растворе для хромирования не рекомендуется. За счет высокого содержания углерода в чугуне в ходе анодного травления на поверхности металла остаются отложения, что приводит к снижению адгезии покрытия к основе.

6.2 Хромирование стали является наиболее частой промышленной процедурой. Отдельные процедуры активации стали перед гальваническим хромированием требуют дополнительного описания.

6.2.1 *Травление стали* перед гальваническим хромированием обычно рекомендуется для повышения адгезии между покрытием и основным материалом. Для минимизации шероховатости поверхности, вызываемой травлением, необходимо сводить время травления к минимуму, в особенности, если речь идет о гладких поверхностях.

6.2.2 *Анодное травление в растворе хромовой кислоты* – Деталь, подлежащая гальваническому хромированию, может быть подвергнута анодному травлению в растворе, концентрация хромовой кислоты в котором практически такая же, как и в гальваническом растворе (например, 250 г/л или 33 унции на галлон), и при температуре, при которой осуществляется гальванизация. Присутствие серной кислоты не допускается. Детали погружаются в ванну при выключенном токе и анодируются от 2 секунд до 10 минут при плотности тока 11-32 А/дм<sup>2</sup> (100-400 А /кв. фут). Напряжение в ванне обычно составляет 4-5 В. Споласкивания деталей перед перенесением их в гальваническую ванну не производится, однако необходимо дать им как следует стечь во избежание разбрызгивания травильного раствора.

6.2.3 *Анодное травление в гальваническом растворе* – Используя те же условия, что и в п. 6.2.2, можно провести травление деталей непосредственно в растворе для гальванизации. Для изменения поляризации детали необходимо наличие реверсивного выключателя. Это процесс проще, чем описанный в п. 6.2.2, и требует наличия только одной ванны, однако его недостатком является загрязнение электролита железом, медью и т.д.

6.2.4 *Анодное травление в растворе серной кислоты* – Для травления может использоваться раствор серной кислоты концентрацией 50-70 % по объему. Температура должна быть не выше 25-30 °С. Время травления составляет от 10 секунд до 2 минут, а плотность тока – 11-54 А/дм<sup>2</sup> (100-500 А /кв. фут) при напряжении 4-6 В. Необходимо использовать свинцовые катоды, ванна выполняется из материала, устойчивого к серной кислоте, например, из свинца или винила.

Недостатки данного метода:

6.2.4.1 Если после травления детали промыты не полностью, добавление серной кислоты приводит к повышению концентрации сульфатов в ванне для гальванизации со всеми отрицательными последствиями;

6.2.4.2 Если перемещение деталей вызывает определенные трудности, существует опасность коррозионного поражения их поверхностей до того, как они будут погружены в ванну для хромирования.

6.2.5 *Легкое травление погружением в кислоту* – Легкое травление достигается коротким погружением при комнатной температуре в раствор соляной кислоты концентрацией 10-50 % об. (37 % HCl по весу), либо в раствор серной кислоты концентрацией 5-15 % об. (98 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> по весу). Эта процедура обычно применяется для обработки стальных деталей с гладкой поверхностью, на которые наносится тонкий слой хрома, поскольку ее ис-

пользование в других случаях может привести к снижению адгезии покрытия и появлению водородной хрупкости. Перенос травильного раствора в ванну для гальванизации может вызвать ее загрязнение.

## 7. Хромирование

7.1 Если детали не подвергались предварительному травлению, то при загрузке в ванну хромирования они подвергаются декопированию (обработке на обратном токе). Детали, загруженные в ванну хромирования, выдерживаются, пока изделие не примет температуру ванны, после чего начинается процесс хромирования. Детали загружаются в электролит под напряжением, а затем некоторое время (около 5 мин.) выдерживаются на обратном токе (реверсе), после чего цепь переключается в рабочее положение.

7.2 Гальванические ванны – помимо двух нижеописанных типов ванн существует множество различных ванн, которые применяются в соответствии с указаниями производителя. В большинстве случаев используются гальванические растворы, которые помимо традиционного сульфатного аниона содержат дополнительный катализатор. Дополнительные катализаторы могут иметь органическое или неорганическое происхождение и используются, если необходимо нанести высококачественное покрытие за более короткое время. В последнее время не используются фторидные катализаторы и не проводится травление незащищенных участков с низкой плотностью тока. Существуют добавки, такие как селен, которые также вызывают появление микротрещин наносимого слоя.

7.2.1 Ниже представлен наиболее используемый состав ванны. Скорость осаждения хрома составляет примерно 25 мкм за 80 минут при плотности тока 31 А/дм<sup>2</sup> (2,0 А/кв. фут).

Хромовый ангидрид	250 г/л
Серная кислота	2,5-3,1 г/л
Соотношение хромата к серной кислоте	80-100:1
Температура	55 °С (40-65 °С)
Плотность тока	31 А/дм <sup>2</sup> (2,0 А/кв. фут)
Диапазон	25-124 А/дм <sup>2</sup> (1,6-8,0 А/кв. фут)

*Примечание 1 – Выбор плотности тока зависит от многих факторов. При очень сильном перемешивании допускается использование максимальной плотности тока с сокращением времени гальванизации.*

*Примечание 2 – Осаждение хрома происходит удовлетворительно при концентрации хрома в ванне от 75 г/л до 500 г/л. При низких концентрациях повышается эффективность процесса, однако сила проникновения уменьшается. Нормально высокая концентрация хрома составляет 400 г/л, соотношение хромата к сульфату сохраняется тем же, что и в ванне с концентрацией 250 г/л. Высокая концентрация несколько повышает силу проникновения и делает покрытие более устойчивым к растрескиванию, однако с меньшей микротвердостью.*

*Примечание 3 – Внимание: Сульфатный анион добавляется в ванну в форме серной кислоты. Перед заливкой в ванну кислота разводится дистиллированной водой. Необходимо использовать средства защиты и соблюдать правила техники безопасности.*

7.2.2 При прочих равных условиях следующий состав ванны с дополнительным катализатором обеспечивает более высокую эффективность процесса по сравнению с классической ванной из п. 7.2.1. Добавление фторида или кремнефторида повышает эффективность травления стальной поверхности на незащищенных участках с малой плотностью тока, поэтому может потребоваться дополнительная защита участков, не подлежащих гальванизации. Аналитический контроль кремнефторида представляет наибольшую трудность, однако успешно осуществляется ионоселективными методами. Скорость осаждения хрома составляет примерно 37,5 мкм за 60 минут при плотности тока 31 А/дм<sup>2</sup> (2,0 А/кв. фут).

Хромовый ангидрид	250 г/л
Серная кислота	1,5 г/л
Кремнефторид (см, Примечание 4)	2,0 г/л
Температура	55 °С
Плотность тока	31-62 А/дм <sup>2</sup> (2-4 А/кв. фут)

*Примечание 4- Внимание: кремнефторид (иногда обозначается как фторосиликат) наиболее удобно вводить в форме гексафторкремнекислоты (H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>), которая обычно продается в концентрации по весу 31 %. При этом добавление 1,6 мл/л создаст концентрацию в ванне 2,0 г/л. При работе с этой кислотой также необходимо соблюдать большую осторожность и правила техники безопасности.*

7.2.3 Описанный ниже состав электролита обеспечивает очень мягкое (твердость по Виккерсу менее 25 единиц) покрытие, не имеющее трещин. Оно имеет тускло-серый цвет и при необходимости может быть отполировано. Эффективность метода очень высокая, а кристаллическая структура покрытия отличается от получаемой в других ваннах. Описано множество модификаций, некоторые производители предлагают свои варианты.

Хромовая ангидрид	325 г/л
Натрия дихромат	175 г/л
Серная кислота	0,75 г/л
Температура	15-25 °С
Плотность тока	20-90 А/дм <sup>2</sup>

*Примечание 5 – Внимание: часто описывается приготовление этой ванны путем добавления гидроксида натрия к 4-молярному раствору хромовой кислоты. Это очень опасная экзотермическая реакция. Работа с данным раствором также требует соблюдения всех мер предосторожности, установленных для работы со стандартными ваннами для гальванического хромирования.*

7.2.4 Ниже представлен способ получения черного хромового покрытия. Оно часто используется на солнечных батареях, а также для покрытия стальных и иных основ, если требуется стойкая защита против износа. При этом важно избегать присутствия серной кислоты. Все ванны этого типа включают соли бария и прочие вещества, образующие с сульфатами нерастворимый осадок. Поскольку покрытие не является проводником, его максимальная ожидаемая толщина составляет 3-5 мкм и достигается в течение 5-8 минут. Обычно используются аноды из мягкой стали.

Хромовый ангидрид	250 г/л
Ледяная уксусная кислота	20 мл/л
Бария ацетат	20 г/л
Температура	20-40 °С
Плотность тока	5-15 А/дм <sup>2</sup>

## 8. Обработка хромовых покрытий

8.1 *Водородная хрупкость* – Присутствие водорода в процессе гальванического хромирования придает стали хрупкость, величина которой зависит от твердости стали. Чтобы избежать возникновения водородной хрупкости, необходимо отжигать детали, это приводит к снятию остаточных напряжений. В Руководстве В 850 содержится описание процедуры отжига для снятия остаточных напряжений; необходимо также проконсультироваться относительно типов и классов отжига деталей после гальванического хромирования. Отжиг начинается после того, как все детали достигнут определенной температуры и в минимально короткий срок после извлечения деталей из ванны для гальванизации, их споласкивания и сушки. Максимальная продолжительность периода отжига указана в Руководстве В 850.

*Примечание 6 – Предполагается, что выбор соответствующей процедуры отжига осуществляется совместно с заказчиком во избежание ее отрицательного действия на механические свойства детали.*

*Примечание 7 – Эффективность уменьшения водородной хрупкости хромированных высокопрочных сталей путем отжига может быть проверена в соответствии с Методом испытаний F 519.*

**8.2 Механическая обработка поверхности** - Хромированные поверхности доводятся до требуемого состояния путем шлифования, хонингования или притирки. Если шлифовка выполняется агрессивно и сопровождается удалением большого количества металла за один проход и разогревом до высоких температур, существует опасность образования в покрытии трещин, видимых невооруженным глазом. Это значительно сократит усталостную прочность покрытия детали. Создание напряжения поверхности перед хромированием путем дробеструйной обработки (см. Спецификацию В 851 или MIL-C-13165C, или оба документа) помогут избежать сокращения усталостной прочности детали. Хромовое покрытие, полученное в сульфатных ваннах с более высокой концентрацией, менее подвержено растрескиванию, чем при использовании дополнительных катализаторов в идентичных условиях (п. 7.2.2) или в сульфатных ваннах с низкой концентрацией (п. 7.2.1). Данный момент может не иметь значения для деталей, погружаемых в напряжении или не подвергающихся циклическому приложению нагрузок в процессе эксплуатации <sup>1</sup>.

## **9. Восстановление хромового покрытия на стальных основах**

9.1 Изношенное хромовое покрытие должно быть восстановлено до первоначального размера посредством повторного хромирования.

9.2 Если деталь полностью покрыта хромом, ее подготовка осуществляется в соответствии с Руководством В 630.

9.3 Если через хромирование проглядывает сталь или в процессе анодного травления открывается стальная основа, перед повторным гальваническим хромированием деталь должна быть полностью очищена от предшествующего хрома. Это достигается анодным травлением при плотности тока 5-8 А/дм<sup>2</sup> (75 А/кв. фут) в растворе, содержащем 40-60 г/л гидроксида натрия или карбоната натрия. Температура раствора должна поддерживаться не выше 25 °С.

## **10. Методы испытаний**

10.1 Чтобы выбрать оптимальный размер образца для проведения испытаний, обратитесь к Руководству В 697, а также к Методам испытаний В 602 и В 762.

10.2 *Толщина* – Толщина хромового покрытия обычно не определяется напрямую, вместо этого измеряется хромированная деталь. При необходимости прямого измерения толщины хромового покрытия применяется Метод испытаний В 487. Если необходимо использовать неразрушающую методику, для хромовых покрытий на магнитных основах применимы магнитно-индукционные методы (см. Метод испытаний В 499), позволяющие измерить толщину покрытия от 2,5 мкм до 12 мм. Метод испытаний В 244 может использоваться в отношении покрытий толщиной до 500 мкм на алюминиевых или медных сплавах. Но не на титане. Для покрытий толщиной до 50 мкм можно использовать Метод В 504, не разрушающий деталь, однако приводящий к удалению хромирования с испытываемого участка. Рентгенолюминесцентный метод может применяться для измерения очень тонких слоев хрома – от 1 до 20 мкм (Метод испытаний В 568). По согласованию между изготовителем и заказчиком могут применяться и другие методики.

10.3 *Твердость* – Твердость покрытия зависит от состава ванны и условий проведения гальванизации. Измерение твердости осуществляется в соответствии с Методом испыта-

ний В 578, на панели, покрываемой одновременно с деталями, кроме случаев, когда деталь может быть подвергнута разрушающим испытаниям.

10.4 *Адгезия* – Адгезия оценивается в соответствии с Методикой В 571 на панели из того же материала, что и деталь, покрываемая одновременно с последней.

## **11. Ключевые слова**

### 11.1 Хромирование



*Американское общество специалистов по испытаниям и материалам не контролирует действительность патентных прав, заявленных в отношении какого-либо из пунктов данного стандарта. Лицам, использующим данный стандарт, настоятельно рекомендуется учитывать, что они сами несут ответственность за определение действительности подобных патентных прав, а также риск нарушения этих прав.*

*Данный стандарт может подвергаться в любое время пересмотру со стороны соответствующего технического комитета, который осуществляется не реже, чем раз в пять лет. Если подобный пересмотр не состоялся, стандарт должен быть либо утвержден повторно, либо отменен. Ваши предложения по пересмотру данного стандарта или по внедрению дополнительных стандартов просим присылать в главный офис ASTM. Ваши комментарии будут тщательно рассмотрены на заседании соответствующего технического комитета, на котором Вы также можете присутствовать. Если Вы считаете, что Ваши комментарии не получили должного внимания, Вы можете высказать свое мнение в Комитете по Стандартам ASTM, адрес см. ниже.*

*Стандарт охраняется авторским правом ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.*

*Копия/копии данного стандарта можно получить, связавшись с ASTM по вышеуказанному адресу или по телефону: 610-832-9585, а также по факсу : 610-832-9555 или e-mail: [service@astm.org](mailto:service@astm.org) или через сайт: [www.astm.org](http://www.astm.org).*