

CONCEITOS DE ANODIZAÇÃO

 Cursoslivres



O que é a Camada de Óxido Protetora

A camada de óxido protetora é uma película formada naturalmente ou por processos controlados na superfície de certos metais, cuja principal função é proteger o material contra a ação de agentes externos, como oxidação, corrosão e desgaste. Esse fenômeno ocorre de maneira espontânea em metais como alumínio, titânio e nióbio, devido à reação do metal com o oxigênio presente no ar ou na água, mas pode ser significativamente intensificado por processos industriais, como a anodização. Essa película funciona como uma barreira física e química, estabilizando a superfície do metal e aumentando sua durabilidade, especialmente em ambientes onde a exposição a umidade, poluentes e agentes químicos é frequente.

No caso do alumínio, o metal mais associado à anodização, a formação de óxido ocorre naturalmente logo após o contato com o ar, resultando em uma camada fina de óxido de alumínio (Al_2O_3). Embora essa camada natural já proporcione certo grau de proteção, sua espessura é limitada e insuficiente para garantir resistência prolongada em condições agressivas, como atmosferas industriais, regiões costeiras ou locais sujeitos a variações extremas de temperatura e umidade. Por isso, o processo de anodização é amplamente utilizado para ampliar artificialmente a espessura e a uniformidade dessa camada, criando uma barreira muito mais robusta e durável.

A camada de óxido protetora formada pela anodização difere de revestimentos superficiais convencionais, como pinturas ou depósitos metálicos, por ser parte integrante da estrutura do metal e não um recobrimento externo. Ela não se desprende ou descasca, mesmo sob condições severas de uso, pois é criada a partir da própria superfície metálica, de modo que se torna uma extensão do material base. Além disso, a estrutura porosa da camada resultante pode ser explorada para conferir propriedades adicionais, como a capacidade de receber corantes e selagens que aumentam ainda mais sua resistência à corrosão e ao desgaste.

Outra característica importante da camada de óxido protetora é seu papel na preservação da integridade mecânica e estética do metal. Ao evitar a corrosão, a película impede a degradação estrutural, prolongando a vida útil de peças e componentes e reduzindo custos com manutenção e substituição. Em aplicações arquitetônicas e de design, essa proteção contribui para a manutenção do aspecto visual ao longo do tempo, evitando manchas, desbotamentos e perda de brilho, mesmo em condições de exposição contínua ao sol e à umidade.

Em termos industriais, a camada de óxido protetora é especialmente valorizada em setores que demandam desempenho e confiabilidade, como aeroespacial, automotivo, eletroeletrônico e construção civil. Em todos esses contextos, a película garante não apenas proteção, mas também possibilita melhorias funcionais, como aumento da dureza superficial e isolamento elétrico em algumas aplicações. Além disso, a durabilidade da camada reduz a necessidade de revestimentos adicionais e contribui para práticas de produção mais sustentáveis, já que o alumínio anodizado é totalmente reciclável e mantém suas propriedades ao longo de sucessivos ciclos de reaproveitamento.

Assim, a camada de óxido protetora não deve ser vista apenas como um efeito químico natural, mas como uma tecnologia fundamental que, quando otimizada por processos como a anodização, amplia consideravelmente a vida útil e a funcionalidade de produtos e estruturas metálicas. Sua importância vai além da proteção, pois também agrega valor estético e funcional, consolidando-se como um elemento central para diversas cadeias produtivas modernas.

Referências Bibliográficas

- ASM International. *Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance*. Materials Park, OH: ASM International, 2017.
- Davis, J. R. (Ed.). *Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys*. Materials Park, OH: ASM International, 1999.
- Hatch, J. E. (Ed.). *Aluminum: Properties and Physical Metallurgy*. Metals Park, OH: American Society for Metals, 1984.

- Sheasby, P. G.; Pinner, R. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 6th ed. Finishing Publications Ltd, 2001.
- Wernick, S.; Pinner, R.; Sheasby, P. G. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 5th ed. ASM International, 1987.



Papel da Eletrólise na Formação da Camada Anodizada

A anodização é um processo eletroquímico cujo funcionamento depende diretamente da eletrólise, mecanismo central para a formação da camada de óxido protetora na superfície de metais, especialmente o alumínio. A eletrólise é a base do procedimento, pois permite controlar a oxidação do metal de forma artificial e direcionada, criando uma película de óxido mais espessa, uniforme e resistente do que a que se forma naturalmente quando o metal entra em contato com o ar. Sem a aplicação desse princípio eletroquímico, a anodização não alcançaria a precisão e a durabilidade que a tornam tão relevante para usos industriais e comerciais.

Durante o processo de anodização, a peça metálica é imersa em uma solução eletrolítica, que geralmente é composta por ácidos específicos, e conectada a uma fonte de corrente elétrica contínua. A peça atua como ânodo no circuito elétrico, ou seja, como o eletrodo positivo. Ao aplicar a corrente, ocorrem reações que induzem a liberação de íons de oxigênio no eletrólito e na interface com o metal. Esses íons reagem com a superfície do alumínio ou de outros metais compatíveis, promovendo a formação de uma camada de óxido controlada. A intensidade da corrente, o tempo de exposição e a composição da solução determinam características como espessura, porosidade e propriedades mecânicas da camada final.

A importância da eletrólise na anodização está diretamente relacionada à capacidade de criar uma camada que é parte integral do metal e não apenas um revestimento superficial. O óxido formado é incorporado à estrutura do material base, de modo que a película não descasca nem se separa, mesmo em condições de uso intensivo. Essa integração é um dos diferenciais mais significativos do processo em relação a outros tratamentos de superfície, como pintura ou galvanização, que aplicam camadas externas sobre o metal. Por meio do controle do processo eletrolítico, é possível criar camadas de óxido com diferentes espessuras e acabamentos, adequadas tanto a finalidades protetivas quanto estéticas.

Outro ponto essencial do papel da eletrólise na anodização é que o processo gera uma superfície microporosa, característica que pode ser explorada de diversas formas. Essa porosidade permite que a camada seja tingida com corantes, resultando em uma ampla variedade de cores sem comprometer a resistência ou a durabilidade. Além disso, a porosidade facilita a aplicação de selagens químicas posteriores, que reduzem a permeabilidade e aumentam a capacidade de proteção contra agentes corrosivos, tornando o material mais durável em ambientes agressivos.

A eletrólise também possibilita padronização e repetibilidade, aspectos fundamentais em escala industrial. O controle preciso da corrente elétrica, do tempo de exposição e da temperatura da solução eletrolítica garante que peças diferentes apresentem propriedades idênticas, algo essencial para setores como o automotivo, aeroespacial e eletrônico, onde a confiabilidade é prioritária. Sem essa base eletroquímica controlada, a anodização não poderia atender às exigências de uniformidade e desempenho que a caracterizam como um tratamento de superfície avançado.

Portanto, a eletrólise não é apenas uma etapa técnica da anodização, mas o núcleo que viabiliza a transformação da superfície metálica em uma barreira protetora eficiente, personalizável e durável. Ao permitir a formação controlada e incorporada de óxido, o processo eletrolítico sustenta as vantagens que fazem da anodização uma tecnologia indispensável em diversas indústrias, desde a construção civil até a produção de bens de consumo e equipamentos de alta tecnologia.

Referências Bibliográficas

- ASM International. *Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance*. Materials Park, OH: ASM International, 2017.
- Davis, J. R. (Ed.). *Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys*. Materials Park, OH: ASM International, 1999.
- Hatch, J. E. (Ed.). *Aluminum: Properties and Physical Metallurgy*. Metals Park, OH: American Society for Metals, 1984.
- Sheasby, P. G.; Pinner, R. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 6th ed. Finishing Publications Ltd, 2001.

- Wernick, S.; Pinner, R.; Sheasby, P. G. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 5th ed. ASM International, 1987.



Por que a Anodização Aumenta a Durabilidade do Metal

A anodização é reconhecida como um dos tratamentos de superfície mais eficazes para prolongar a vida útil de metais, em especial o alumínio e suas ligas. Esse aumento na durabilidade ocorre porque o processo cria uma camada de óxido protetora controlada, uniforme e incorporada ao metal, que atua como barreira física e química contra agentes de degradação. Diferentemente de revestimentos superficiais tradicionais, como tintas ou películas aplicadas, a camada resultante da anodização é parte integrante da estrutura do metal, não se desprendendo nem sofrendo descascamentos com o tempo, mesmo em ambientes desafiadores. Essa característica é fundamental para garantir que peças anodizadas mantenham sua integridade estrutural e estética ao longo de anos de uso.

O principal fator que explica o aumento da durabilidade está na capacidade da camada anódica de proteger o metal contra a corrosão. Em condições naturais, o alumínio forma uma película muito fina de óxido quando exposto ao ar, que oferece proteção limitada. No entanto, essa película espontânea pode ser facilmente comprometida por arranhões, produtos químicos agressivos ou exposição contínua à umidade. A anodização potencializa esse fenômeno natural, criando uma camada muito mais espessa e resistente de óxido de alumínio, que funciona como uma barreira impenetrável à penetração de água, oxigênio e outros agentes corrosivos. Essa barreira evita a degradação da superfície e, por consequência, o enfraquecimento do material.

Outro aspecto que contribui para a longevidade de metais anodizados é a maior resistência ao desgaste e à abrasão. A camada anódica é mais dura que o alumínio base, o que reduz os danos causados por atrito, arranhões e impactos leves, preservando a integridade e o acabamento do material. Essa propriedade é especialmente importante em aplicações industriais e de uso diário, como utensílios domésticos, componentes automotivos e estruturas arquitetônicas, onde o contato físico constante poderia comprometer superfícies não tratadas em pouco tempo.

A porosidade controlada da camada anódica também favorece o uso de selagens e acabamentos adicionais, que potencializam a proteção. Após a anodização, o preenchimento dos poros com substâncias específicas diminui a permeabilidade da camada e reforça a resistência contra a corrosão, mesmo em ambientes agressivos, como áreas marítimas ou atmosferas industriais com poluentes. Em paralelo, a possibilidade de tingimento da camada não apenas agrega valor estético, mas também pode aumentar a resistência aos efeitos da radiação ultravioleta e à degradação superficial ao longo do tempo.

Do ponto de vista estrutural, a anodização permite que o alumínio e outros metais mantenham suas propriedades mecânicas originais enquanto se tornam mais resistentes às condições externas. Isso viabiliza a utilização de ligas leves em setores como a indústria aeroespacial, automotiva e de construção civil, onde a durabilidade é essencial, mas a redução de peso é igualmente importante. Como resultado, produtos anodizados apresentam ciclos de vida prolongados, reduzindo custos de manutenção e substituição, o que os torna economicamente vantajosos e ambientalmente sustentáveis.

Por fim, a durabilidade adicional proporcionada pela anodização se reflete na confiabilidade e valorização de produtos e estruturas em diversos setores. A tecnologia não apenas protege contra os principais fatores de degradação, como também preserva o aspecto visual e funcional das peças, garantindo que mantenham suas características mesmo após longos períodos de uso e exposição. Essa combinação de benefícios técnicos e estéticos é a razão pela qual a anodização se consolidou como uma solução indispensável para ampliar a longevidade de metais utilizados em contextos industriais e de consumo.

Referências Bibliográficas

- ASM International. *Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance*. Materials Park, OH: ASM International, 2017.
- Davis, J. R. (Ed.). *Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys*. Materials Park, OH: ASM International, 1999.
- Hatch, J. E. (Ed.). *Aluminum: Properties and Physical Metallurgy*. Metals Park, OH: American Society for Metals, 1984.

- Sheasby, P. G.; Pinner, R. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 6th ed. Finishing Publications Ltd, 2001.
- Wernick, S.; Pinner, R.; Sheasby, P. G. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 5th ed. ASM International, 1987.



Preparação da Superfície: Limpeza e Polimento

A preparação da superfície é uma etapa fundamental nos processos de tratamento e acabamento de metais, especialmente na anodização, pois garante que o revestimento ou a camada de óxido formada apresente qualidade, uniformidade e aderência adequadas. A fase de limpeza e polimento é responsável por remover impurezas, contaminantes e irregularidades que possam comprometer o resultado final do processo, afetando tanto o desempenho funcional quanto o aspecto estético do material. Sem essa preparação, a anodização e outros tratamentos superficiais podem apresentar falhas, como manchas, porosidades irregulares ou descascamentos.

A limpeza, primeira etapa da preparação, tem como objetivo eliminar contaminantes presentes na superfície metálica, como óleos, graxas, partículas sólidas e resíduos de processos anteriores de fabricação ou manuseio. Esses contaminantes podem criar barreiras que dificultam a formação uniforme da camada protetora, comprometendo a aderência e a integridade do tratamento subsequente. Para metais como o alumínio, amplamente anodizado, a limpeza geralmente envolve processos químicos, como desengraxantes alcalinos ou ácidos suaves, e enxágues controlados, que removem as substâncias indesejadas sem danificar a superfície do metal. Em alguns casos, também são utilizadas técnicas mecânicas, como jateamento leve, para desprender partículas ou camadas superficiais indesejadas.

Após a limpeza, o polimento tem como função melhorar a regularidade e o acabamento da superfície, eliminando riscos, ondulações e outras imperfeições que possam ser evidenciadas ou amplificadas após o tratamento de anodização. O polimento pode ser realizado por processos mecânicos, utilizando abrasivos de diferentes granulometrias, ou por métodos químicos e eletroquímicos, que promovem a suavização controlada da superfície. A escolha da técnica depende da aplicação final e do tipo de acabamento desejado. Superfícies polidas resultam em camadas anodizadas mais uniformes, com melhor aparência e desempenho, além de reduzir pontos de fragilidade onde a corrosão poderia se iniciar.

Essas etapas também influenciam diretamente a estética e a durabilidade do produto final. Uma superfície mal preparada pode gerar variações de tonalidade, defeitos visuais e diminuição da resistência ao desgaste e à corrosão, mesmo quando o processo de anodização é corretamente executado. Em aplicações arquitetônicas e de design, onde a aparência é fator decisivo, a etapa de polimento é particularmente relevante, pois define o brilho, a textura e a uniformidade visual do alumínio anodizado, possibilitando a criação de acabamentos foscos, brilhantes ou intermediários conforme a necessidade do projeto.

Além do impacto estético, a preparação adequada da superfície melhora o desempenho funcional do tratamento. Ao remover contaminantes e defeitos, reduz-se a probabilidade de falhas localizadas que poderiam comprometer a integridade da camada de óxido. Esse cuidado é especialmente importante em setores como o aeroespacial, automotivo e eletrônico, onde a confiabilidade do material é crítica para o desempenho e a segurança. Uma superfície devidamente limpa e polida contribui para a formação de uma camada anodizada mais espessa e uniforme, prolongando a vida útil do metal e diminuindo custos com manutenção e substituições.

Assim, a preparação da superfície, por meio de limpeza e polimento, não deve ser vista como uma etapa secundária, mas como parte essencial do processo de anodização e de outros tratamentos de acabamento. É essa preparação que assegura que a camada protetora cumpra plenamente suas funções estéticas e funcionais, garantindo que os produtos finais apresentem qualidade, durabilidade e desempenho compatíveis com as exigências das mais diversas indústrias.

Referências Bibliográficas

- ASM International. *Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance*. Materials Park, OH: ASM International, 2017.
- Davis, J. R. (Ed.). *Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys*. Materials Park, OH: ASM International, 1999.
- Hatch, J. E. (Ed.). *Aluminum: Properties and Physical Metallurgy*. Metals Park, OH: American Society for Metals, 1984.

- Sheasby, P. G.; Pinner, R. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 6th ed. Finishing Publications Ltd, 2001.
- Wernick, S.; Pinner, R.; Sheasby, P. G. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 5th ed. ASM International, 1987.



Formação da Camada Anódica em Meio Eletrolítico

A formação da camada anódica em metais, especialmente no alumínio, é o resultado direto de um processo eletroquímico controlado, realizado em meio eletrolítico. Essa etapa é essencial na anodização, pois possibilita o crescimento de uma película de óxido protetora mais espessa, estável e durável do que aquela que se forma naturalmente quando o metal entra em contato com o oxigênio do ar. O meio eletrolítico atua como o ambiente químico que, aliado à aplicação de corrente elétrica, viabiliza a oxidação controlada, permitindo a criação de uma camada de óxido com propriedades físicas e estéticas superiores às obtidas por processos espontâneos.

Durante o processo, a peça metálica a ser anodizada é imersa em uma solução eletrolítica, geralmente composta por ácidos como sulfúrico, fosfórico ou oxálico, dependendo das características desejadas para a camada final. Essa solução facilita a condução de corrente elétrica e participa das reações químicas necessárias para a formação do óxido. A peça funciona como ânodo no circuito elétrico, o que significa que está conectada ao polo positivo da fonte de corrente contínua. Ao circular a corrente elétrica, o metal libera elétrons, enquanto os íons de oxigênio presentes no eletrólito reagem com a superfície, promovendo a formação de uma película de óxido de alumínio incorporada à estrutura do material.

O meio eletrolítico é determinante para as propriedades da camada formada, influenciando fatores como espessura, porosidade, dureza e aderência. Soluções à base de ácido sulfúrico são as mais utilizadas, por permitirem a produção de camadas com boa resistência mecânica e capacidade de coloração, características valorizadas em aplicações arquitetônicas e de bens de consumo. Já eletrólitos contendo ácido fosfórico tendem a gerar camadas mais espessas e porosas, úteis em situações que demandam maior absorção de corantes ou selagens especiais. Em todos os casos, a composição química e a temperatura do banho, assim como a intensidade da corrente e o tempo de exposição, precisam ser rigorosamente controlados para garantir uniformidade e qualidade.

A camada anódica formada nesse processo apresenta uma estrutura bifásica: uma parte compacta, junto à superfície do metal, que garante aderência e resistência, e uma parte porosa, na região externa, que pode ser modificada para receber colorações ou tratamentos adicionais. Essa característica porosa é explorada para personalização estética e também para aplicar selagens que aumentam a impermeabilidade, tornando a superfície ainda mais resistente a ambientes agressivos. O meio eletrolítico, portanto, não apenas viabiliza a oxidação, mas também contribui para definir a textura e as funcionalidades da camada resultante.

O controle cuidadoso do processo em meio eletrolítico é fundamental para que a anodização atenda aos padrões de qualidade exigidos em setores como a construção civil, o automotivo e o aeroespacial. Uma formação inadequada pode resultar em camadas com espessura irregular, baixa aderência ou suscetíveis a falhas mecânicas e químicas. Por isso, a escolha do eletrólito, a regulação da corrente elétrica e as condições do banho são fatores críticos para assegurar que o óxido formado seja homogêneo, resistente e adaptado às necessidades de uso final.

Assim, a formação da camada anódica em meio eletrolítico não é apenas uma reação química induzida, mas um processo de engenharia de superfície que combina controle elétrico e químico para transformar o alumínio e outros metais em materiais mais duráveis, funcionais e visualmente atraentes. Esse equilíbrio entre ciência e tecnologia é o que faz da anodização um dos métodos mais versáteis e eficazes de proteção e acabamento na indústria moderna.

Referências Bibliográficas

- ASM International. *Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance*. Materials Park, OH: ASM International, 2017.
- Davis, J. R. (Ed.). *Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys*. Materials Park, OH: ASM International, 1999.
- Hatch, J. E. (Ed.). *Aluminum: Properties and Physical Metallurgy*. Metals Park, OH: American Society for Metals, 1984.

- Sheasby, P. G.; Pinner, R. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 6th ed. Finishing Publications Ltd, 2001.
- Wernick, S.; Pinner, R.; Sheasby, P. G. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 5th ed. ASM International, 1987.



Acabamentos e Coloração: Visão Geral

Os acabamentos e a coloração são etapas fundamentais no processo de anodização, pois conferem ao metal anodizado não apenas características estéticas diferenciadas, mas também melhorias funcionais relacionadas à durabilidade e ao desempenho da superfície. Ao final do tratamento eletroquímico, a camada anódica formada apresenta uma estrutura porosa que pode ser manipulada para atingir diferentes texturas, níveis de brilho e tonalidades de cor. Essas etapas finais do processo agregam valor aos produtos, ampliando sua versatilidade e adequando-os a diversas aplicações industriais e comerciais, desde itens decorativos até componentes técnicos de alto desempenho.

Os acabamentos resultantes da anodização podem ser adaptados conforme as necessidades de uso e o efeito visual desejado. É possível obter superfícies foscas, brilhantes, acetinadas ou com texturas específicas, dependendo da preparação da superfície anterior e dos ajustes realizados durante e após a anodização. Superfícies polidas e anodizadas tendem a apresentar brilho intenso e aparência uniforme, ideais para aplicações decorativas e de alto apelo visual, como em arquitetura, eletrônicos e bens de consumo. Já acabamentos foscos ou acetinados, que podem ser obtidos por técnicas de jateamento ou escovamento antes da anodização, são amplamente utilizados em componentes industriais e estruturais, onde a aparência discreta e a resistência ao desgaste são prioridades.

A coloração é outra possibilidade que se beneficia diretamente das propriedades da camada anódica. A estrutura microporosa formada durante a anodização atua como receptora de corantes orgânicos ou inorgânicos, permitindo que a superfície seja tingida em uma ampla gama de tonalidades. Esse recurso é particularmente valioso em setores como o de design, arquitetura e fabricação de produtos de consumo, onde a personalização visual agrega valor e diferenciação de mercado. Além disso, algumas técnicas de coloração utilizam depósitos metálicos, como sais de estanho ou níquel, para criar efeitos de cor mais duradouros e resistentes à radiação ultravioleta.

Após a aplicação dos acabamentos ou da coloração, a etapa de selagem é crucial para garantir a estabilidade e a durabilidade do resultado final. Durante a selagem, os poros da camada anódica são fechados por meio de tratamentos térmicos ou químicos, o que reduz a permeabilidade da superfície e aumenta a resistência à corrosão e ao desgaste. Esse processo também fixa os corantes utilizados, evitando o desbotamento e mantendo a intensidade das cores mesmo após exposição prolongada a condições ambientais adversas.

A possibilidade de combinar diferentes tipos de acabamentos e colorações torna a anodização um processo altamente versátil, capaz de atender tanto demandas estéticas quanto técnicas. Em fachadas de edifícios, por exemplo, a escolha da tonalidade e do brilho pode contribuir para o estilo arquitetônico, ao mesmo tempo em que a superfície tratada garante proteção contra intempéries e poluição. Em dispositivos eletrônicos e bens de consumo, os acabamentos conferem sofisticação e resistência ao manuseio, prolongando a vida útil dos produtos.

Em termos industriais, a padronização dos processos de acabamento e coloração também é relevante para garantir uniformidade entre peças e lotes de produção. O controle rigoroso de variáveis como tempo de tingimento, tipo de corante, temperatura de selagem e preparação superficial garante que o resultado final atenda aos padrões de qualidade exigidos por setores como o automotivo, aeroespacial e de bens duráveis. A confiabilidade na repetição dos acabamentos e tonalidades é um dos motivos pelos quais a anodização é amplamente preferida em relação a outros métodos de tratamento superficial.

Portanto, os acabamentos e a coloração não são apenas etapas estéticas no processo de anodização, mas elementos essenciais que complementam a proteção e funcionalidade do metal tratado. A combinação de texturas, tonalidades e tratamentos de selagem oferece soluções versáteis e duradouras, consolidando a anodização como um dos processos mais valorizados na indústria moderna.

Referências Bibliográficas

- ASM International. *Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance*. Materials Park, OH: ASM International, 2017.
- Davis, J. R. (Ed.). *Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloys*. Materials Park, OH: ASM International, 1999.
- Hatch, J. E. (Ed.). *Aluminum: Properties and Physical Metallurgy*. Metals Park, OH: American Society for Metals, 1984.
- Sheasby, P. G.; Pinner, R. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 6th ed. Finishing Publications Ltd, 2001.
- Wernick, S.; Pinner, R.; Sheasby, P. G. *The Surface Treatment and Finishing of Aluminium and Its Alloys*. 5th ed. ASM International, 1987.

