

Precise ECM: Elektrochemisches Abtragsverfahren revolutioniert Fertigung

Neue Wunderwaffe in der Metallbearbeitung?

Ein altes Verfahren entwickelt sich zum hochproduktiven präzisen Hightech-Prozess für Mittel- und Grossserien. Präzisionskomponenten, die aus Kostengründen in Europa nicht mittels klassischer, abtragender Verfahren hergestellt werden konnten, werden plötzlich wieder für den Standort Schweiz interessant. Möglich macht dies das neu entwickelte elektrochemische Abtragsverfahren «Precise ECM».

Mehr zum ECM-Verfahren in unserer Technica-Innovationsausgabe

Produktivität und Kostenreduktion sind nicht erst seit dem China-Effekt ein zentrales Thema in der Produktion. Hersteller von mechanischen Präzisionskomponenten investieren schon seit geraumer Zeit in Automation und neuste Fertigungsverfahren. Das Precise ECM gehört ganz klar zu diesen Verfahren.

Da es sich nicht um ein einfach zu beherrschendes Verfahren handelt, ist es geradezu perfekt geschaffen, um in unseren Breitengraden eingesetzt und weiterentwickelt zu werden. Zu komplex sind die Zusammenhänge von Materialkenntnissen, Stromverhalten, Strömungstechnik des Elektrolyten und Vorrichtungsbau für die Werkstücke, als dass sich Betriebe mit noch tiefem Know-how an diese Technologie heranwagen. Gerade aus diesen Gründen helfen anspruchsvolle Technologien über einen Produktivitätsvorsprung Arbeitsplätze zu sichern – nicht nur für neue, sondern auch für bestehende Produkte.

Anmerkung: In der Technica-Innovation-Sonderausgabe, die im Mai 2008 erscheint, wird die Rolle des Anwendungszentrums Schweiz für Precise ECM näher betrachtet und auf Lösungen bei Produktgenerierung eingegangen. *-böh-*

Die Gebr. Bräm AG in Dietikon ist nicht nur ein Erodierspezialist für Präzisionsteile im Hart-/Feinbereich, sondern auch Pionier in diesem Sektor in der Schweiz. Diese Pionierrolle erfährt jetzt abermals einen Schub, denn das Unternehmen setzt seit Kurzem auf ein neues hochproduktives präzises elektrochemisches Erodierverfahren: Electro Chemical Machining (ECM) und baut in der Schweiz ein Kompetenzzentrum für das neue Erodierverfahren auf. Mit diesem Verfahren können Werkstücke höchst produktiv und wirtschaftlich generiert werden, wie es bisher undenkbar war. Neu ist vor allem die Präzision am Werkstück, die jetzt mit dem Precise-ECM-Verfahren erreicht werden kann.

Die technologischen Grundlagen

Spricht man von Electro Chemical Machining (ECM), so muss ein Name genannt werden: der englische Physiker und Chemiker Michael Faraday (1791–1867). Er gehört zu den grössten Forschern des 19. Jahrhunderts. und gilt als Entdecker der Elektrolyse. Die «faradayschen Gesetze» (1832) beschreiben den Zusammenhang zwischen Ladung und Stoffumsatz bei der Elektrolyse. Unter Elektrolyse versteht man die Aufspaltung einer chemischen Verbindung (z. B. eine bestimmte Metalllegierung) unter Einwirkung des elektrischen Stroms.

Anwendungen in der Raumfahrt

Das ECM-Verfahren wurde erstmals 1920 bei der Herstellung von Bohrungen angewandt. Bereits 1930 wurde ein funktionstüchtiges elektrochemisches Senkverfahren zum Patent angemeldet. In den 50er-Jahren fand dann das Verfahren erstmals Anwendung in der Luft- und Raumfahrt. Aufgrund seiner grossen verfahrensspezifischen Vorteile finden sich heute ECM-Bearbeitungsmaschinen (Senken, Bohren, Entgraten, Polieren) in vielen Produktionsbereichen u. a. in Automobilindustrie, Medizinaltechnik, Umformtechnik.

Autor

Martin Bräm
Geschäftsführer Gebr. Bräm AG
8953 Dietikon



Bild 1: Bearbeitungsbeispiel einer zweistufigen axialen Turbinenscheibe (von links nach rechts). Fertigprodukt – Elektrode – Rohteil.

Perfekte Werkzeuglösungen für Ihre Fertigung

Entdecken Sie die Welt international führender Frästechnologie.

Nutzen Sie unseren Technologievorsprung für Ihren wirtschaftlichen Erfolg - durch die optimale Zerspanung Ihrer Werkstücke und höchste Prozesssicherheit in Ihrer Fertigung.

INGERSOLL

Erfahrung nutzen!

In der Schweiz vertreten durch:
SCHNEGG TOOLS AG
 Keltenstraße 35
 2563 Ipsach
 Tel.: 032-333 70 33
 Fax: 032-333 70 30
 info@schnegg-tools.ch

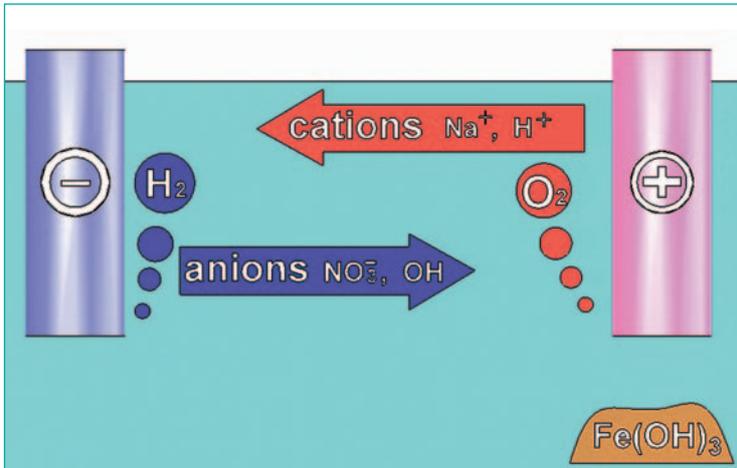


Bild 2: Die elektrochemischen Grundlegenden des ECM-Prozesses.

Es war aber noch ein weiter Weg vom klassischen ECM zum Precise ECM, da die Oberflächengüte und Produktivität noch bedeutende Schritte machen mussten.

Verwandschaft zur Funkenerosion

Das grundlegende Prinzip des elektrochemischen Abtrags ist die Auflösung eines als positiv gepolten, metallischen Werkstücks (Anode) in einem elektrisch leitfähigen Medium (Elektrolyt). Der negative Pol (Kathode) ist die Elektrode.

Der Prozess ist also im Grunde recht einfach. Je exakter die Beschaffenheit der Elektrode (Geometrie und Oberfläche) und je näher die Elektrode an das Werkstück geführt wird, desto genauer ist auch das Abbild im Werkstück. Weitere wichtige Prozessparameter werden später noch aufgezeigt. Hier zeigt sich schon die Verwandtschaft des ECM-Verfahrens mit der Funkenerosion (EDM). Die Funkenerosion stellt eine der Schlüsseltechnologien für den Formen- und Werkzeugbau dar. Die

Senk-erosion ist ein hoch genaues Verfahren, ist aber vergleichsweise langsam und somit teuer. Zudem erzeugt die hohe Prozesstemperatur unter spezifischen Bedingungen Randzonenschäden am Werkstück sowie einen unvermeidlichen Elektrodenabbrand.

Der Schritt vom ECM zum «Precise ECM»

Das Precise ECM ist eine Weiterentwicklung des elektrochemischen Senkens. Durch eine innovative Maschinenkonzeption und eine Verbesserung der Prozessführung konnten die Einsatzmöglichkeiten des herkömmlichen ECM-Senkverfahrens deutlich erweitert werden.

Der Abtragungsprozess

Der Bearbeitungsprozess verläuft grundsätzlich in drei Schritten (siehe hierzu Bild 3).

Der Arbeitsspalt öffnet sich und frischer Elektrolyt wird zugeführt. Der Arbeitsspalt schliesst sich bis auf wenige μm und ein gesteuerter Strom-

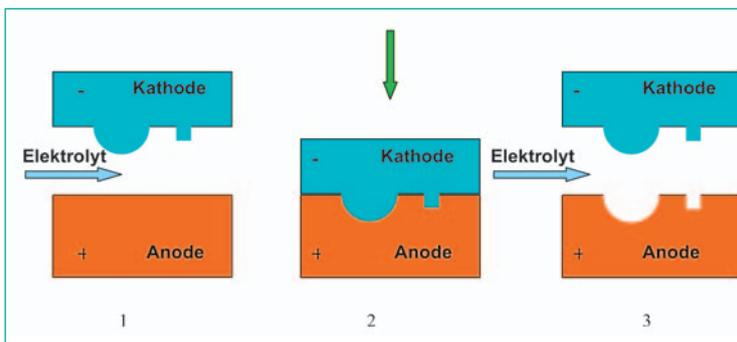


Bild 3: Elektrochemisches Senken: Der Bearbeitungsprozess verläuft grundsätzlich in drei Schritten.

Hauptsitz:

Kalteiche-Ring 21-25 • D-35708 Haiger • Germany
 Tel. +49-2773-742-0 • Fax +49-2773-742-812/814
 info@ingersoll-imc.de • www.ingersoll-imc.de

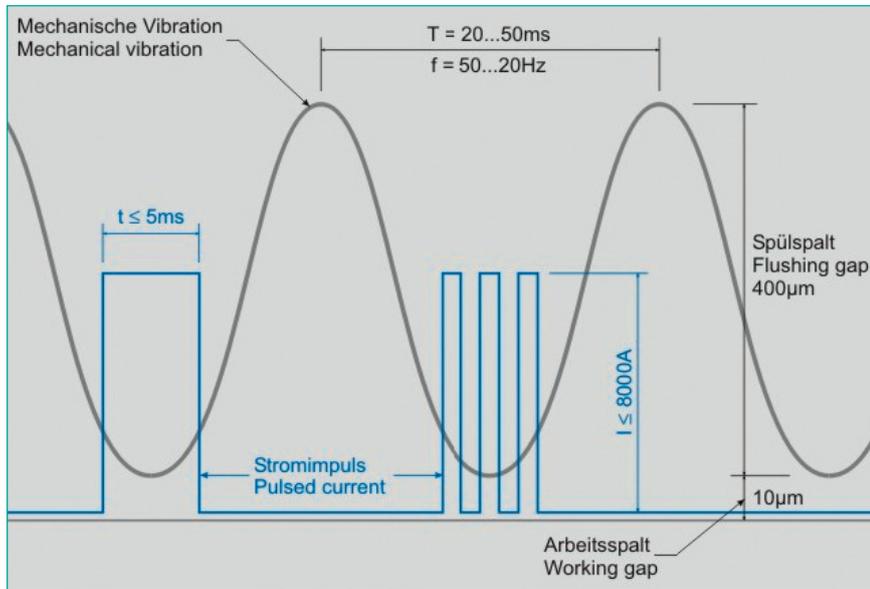


Bild 4: Der Stromimpuls überlagert beim ECM-Verfahren die mechanische Bewegung der Elektrode.

impuls wird ausgelöst. Der Arbeitsspalt öffnet sich wieder, wobei der verschmutzte Elektrolyt und Abtragsprodukte weggeschwemmt werden. Der Elektrolyt ist in den meisten Anwendungen eine Lösung von Natriumchlorid oder Natriumnitrat in Wasser. Im Gegensatz zum klassischen Senkerosionsverfahren gibt es beim Precise ECM selten ein Bad, sondern einen permanenten Fluss.

Sehr schnelle Maschinenbewegung

Wenn wir von einem schnellen Gesamtprozess sprechen, dann sprechen wir auch von schnellen Maschinenbewegungen: Der in Bild 3 gezeigte Ablauf wiederholt sich bis 50-mal pro Sekunde bei Bewegungsgenauigkeiten im Mikronbereich. Die Stromimpulse können je nach Anwendung zeitlich variiert werden.

Das beschriebene Precise ECM ermöglicht eine präzise, formgebende Bearbeitung nahezu aller Metalle. Geometrie und Oberflächenqualität lassen sich so gut herstellen, dass sich eine Nachbearbeitung, sei es manuell oder maschinell, in den meisten Fällen erübrigt.

Alle Metalle bearbeitbar

Ist nun das Precise ECM eine Technologie, die das Senkerodieren, das elektrochemische Bohren und Entgraten oder auch das 5-Achsen-Fräsen ersetzen wird? Nein, es wird die

angesprochenen und auch weitere Metall-Bearbeitungstechnologien ergänzen. Es sind nahezu alle Metalle bearbeitbar, doch müssen die Anwendungen klug gewählt werden. Nur so können die Vorteile des Verfahrens voll zum Tragen kommen. Strukturen mit Tiefen bis ca. 1,5 mm sind ideal, Gesenkformen mit grösseren Tiefen sind toleranz- und oberflächentechnisch noch schwierig zu bearbeiten.

Unglaubliche schnelle Bearbeitungszeiten

Technisch machbar ist vieles, doch müssen die Anwender das produktionstechnisch Sinnvolle rausschälen – darin liegt die wahre Kunst (siehe hierzu den Artikel in der Sonderausgabe Technica Innovation Mai 2008). Da mehrere Teile gleichzeitig bearbeitet werden können (Mehrfachelektroden), erreicht man unglaublich schnelle Bearbeitungszeiten: Im Vergleich zum Senkerodieren sind dank Mehrfachspannungen und hoher Prozessgeschwindigkeiten unter günstigen Voraussetzungen und geeigneten Geometrien Produktivitätssteigerungen von bis zu Faktor 50 realistisch. Oberflächenrauheiten bis hin zu Ra 0,05 µm sind möglich, Form- und Abbildgenauigkeiten von 10–20 µm.

Typische Anwendungen

Da bei der Bearbeitung weder Gratbildung noch Randzonenschäden auftreten, kommen die Werkstücke fer-

Sondermaschinenbau, Automation

- Im Bereich
- Allg. Maschinen-, Apparate-, Montage- und Vorrichtungsbau
 - kompetent, effizient, zuverlässig
 - eigene Konstruktion
 - eigene Fabrikation

Neuma AG, Maschinenbau
 Usterstrasse 87, 8620 Wetzikon
 Tel. 044 932 55 55, Fax 044 932 10 21
 E-Mail: info@neuma.ch



Bild 5: Ansicht einer Precise-ECM-Anlage: Mit ihr können hochproduktiv und präzise Werkstücke erodiert werden, die bisher so wirtschaftlich nicht herstellbar waren.

tig von der Maschine. Häufiger Anwendungsbereich sind Verzahnungen aller Art insbesondere für Antriebs-, Mess-, Medizinal- und Automobiltechnik, Stempel für die Umformtechnologie, Pressstempel zur Tablettenherstellung in der Pharmaindustrie, Komponenten für die Textilmaschinenindustrie sowie für Fluid- und Fluidmesstechnik. Dünnwandige Werkstücke (z. B. Bipolarplatten für Brennstoffzellen) eignen sich hervorragend für das Precise ECM, weil keine thermische oder mechanische Belastung wirkt.

Enorme Produktivität

Woher stammt die hohe Produktivität? Jedes Werkstück «zieht» eine bestimmte Menge Strom während der Bearbeitung. Modernste Precise-ECM Maschinen stellen mehrere Tausend Ampere Stromstärke zur Verfügung. Diese wird von einer hochdynamischen Konstantstromquelle (Generator) geliefert und mittels Echtzeit-

rechner überwacht. Die Werte von Strom, Spannung und Pulslänge werden permanent neu errechnet und überprüft.

Ob nun ein Werkstück alleine bearbeitet wird und nur 1000 A verbraucht oder ob acht Werkstücke zusammen bearbeitet werden und 8000 A verbrauchen – der Prozess dauert genau gleich lange. Die durchschnittliche Bearbeitungsdauer pro Werkstück sinkt aber um Faktor acht. Hier kommt nun aber ein komplizierender Faktor hinzu: das Strömungsverhalten des Elektrolyten.

Strömungstechnisches «Know-how»

Die Anforderungen an den Vorrichtungsbau, um die Werkstücke optimal zu umströmen, steigen stark an, je mehr Teile gleichzeitig bearbeitet werden sollen. Hier ist nicht nur Erfahrung im Werkzeugbau gefragt, sondern auch Wissen in der Strömungstechnik. Anwender, die bislang gute

Arbeit mit Senkerosion geleistet haben, sind nicht automatisch auch gute Anwender für Precise ECM. Es braucht vielmehr den Forschergeist, um sich selber Grundlagenwissen zu erarbeiten. Precise ECM ist eine hochspannende Technologie, deren Potenzial, aber auch deren Mühen nicht unterschätzt werden dürfen.

Infos

Application Center Schweiz Precise ECM
Gebr. Bräm AG
8953 Dietikon
044 746 46 46
info@gebrbraem.ch
www.gebrbraem.ch

weiterer Link:
www.pemtec.de



HYDAC

HYDAC Engineering AG
Allmendstrasse 11
CH-6312 Steinhausen
Tel.: 041 747 03 27 Fax: 041 747 03 29
andreas.raschle@hydac.com
www.hydac.com

Speichertechnik

ab sofort ...

Speicherservice:

- Blasen-, Membran- und Kolbenspeicher
- Systeme, Komponenten und Zubehör
- Auslegung und Beratung
- Service und Reparatur vor Ort
- Vorspanndrücke bis 400 bar
- Beratung bei den gesetzlichen Vorschriften
- und vieles mehr ...

Alles aus einer Hand. Für die ganze Welt.