

100 Jahre Thermisches Spritzen und (k)ein Ende der Fahnenstange?

100 Years of Thermal Spraying and no End/or End of the Flag Bar?

Stephan Siegmann, SVMT, Nova Werke AG

Zum 100-jährigen Jubiläum des Thermischen Spritzens trafen sich am 23. September 2009 an der EMPA Akademie in Dübendorf (Schweiz) rund 70 Teilnehmer um der provokativen Frage nachzugehen: „100 Jahre Thermisches Spritzen und (k)ein Ende der Fahnenstange?“

Diese Jubiläumstagung wurde vom Schweizerischen Verband für Materialwissenschaften und Technologien (SVMT) in Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Verein für Schweisstechnik (SVS), der Schweizerischen Gesellschaft für Oberflächentechnik (SGO-SST), der Empa und Nova Werke AG organisiert. Das Ziel dieser Tagung war es zu Ehren von Max Ulrich Schoop einen Tag lang einen Überblick über die Entwicklungen der letzten 100 Jahre im Bereich des thermischen Spritzens zu geben, sowohl verfahrenstechnisch, wie auch über die verwendeten Werkstoffe und Gase. Es wurden die vielfältigen Verfahrensvarianten und Weiterentwicklungen mit ihren spezifischen Einzeleigenschaften und Zukunftsaussichten in verschiedenen Referaten vorgestellt.

Nach der Begrüßung durch Dr. Stephan Siegmann und dem neuen Direktor der Empa (Prof. Dr. G.L. Bona) eröffnete Christoph Abert (SVS Basel) die Tagung mit dem Einführungsreferat unter dem Titel eines gleichnamigen Buches „Max Ulrich Schoop – Aus dem Leben eines schweizerischen Erfinders“. Darin brachte Hr. Abert in äußerst lebendiger Weise die Stationen im Leben des Erfinders, Wissenschaftlers, Menschen, Vaters und Unternehmers Max Ulrich Schoop anhand von Büchern und Zitate nahe. Der bei uns (Thermischen Spritzern) vom Namen her allen bestens bekannte M.U. Schoop wurde da-

rin in einer bisher unerreichten Weise greifbar geehrt.

Nach dieser Einführung folgte das erste technische Referat von Hr. Albert Roesch (Messer Castolin Eutectic SA) über das „Pulverflammspritzen gestern und heute“. Das Pulverflammspritzen, als erstes der Verfahren, erfuhr im Verlaufe der Jahrzehnte eine Weiterentwicklung bis hin zum Kunststoffspritzen mit ausgeklügelten Düsen, um die Verbrennung der Kunststoffe zu verhindern.

Herr Guido Tegeder (ATZ Entwicklungszentrum) zeigte den Anwesenden zum Thema: „Lichtbogenspritzen: Entwicklungen und Potenziale“ die geschichtliche Entwicklung auf vom ersten Patent bis zum heutigen Rotationslichtbogenspritzen. Insbesondere wurde auf die Qualität und Ausführungen der Drähte eingegangen, welche ein noch großes Potenzial für werkstoffkundliche Weiterentwicklungen bieten bis hin zu nanostrukturierten Drähten, sowie die grossen Einflüsse der Düse und Reaktiv- oder Inertgase auf die Schichtqualitäten.

Dr. Hans-Michael Höhle (Sulzer Metco) zeigte unter dem Titel „Plasma-Spritzen: Gestern, heute & morgen“ die Geschichte der Brennerentwicklungen, insbesondere jene aus dem heutigen Hause Sulzer Metco, sowie illustrative Beispiele von Applikationen. Die Weiterentwicklung des Plasmaspritzens „auf dem Weg zur Werkzeugmaschine“ geht klar in Richtung Prozesskontrolle, Partikeldiagnostik, CFD-Modellierung hin zu einer intelligenten Brennertechnologie. Dabei nähern sich die Beschichtungstechnologien der Tropfen- und Gasphasendeposition immer mehr.

Approximately 70 participants attended the centenary celebration “100 Years of Thermal Spraying” given at the EMPA Academy in Dübendorf (Switzerland) on September 23, 2009. The provocative question was addressed: “100 Years of thermal spraying and no end /or end of the flag bar?”

This anniversary event was organized by the Swiss Association for Materials Science and Technology (SVMT) in co-operation with the Swiss Welding Society (SVS), the Swiss Society for Surface Technology (SGO-SST), the Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (Empa), and Nova Werke AG. The goal of this conference in honour of Max Ulrich Schoop was to give in one day an overview of the developments of the last 100 years of thermal spraying, i.e. process developments, as well as materials and gases used therefore. Different presentations about the various process variations and developments with their specific characteristics and future prospects were given.

Christoph Abert (SVS Basel) opened the conference after the welcome given by Dr. Stephan Siegmann and the new director of Empa (Professor Dr. Gian-Luca Bona) with the introductory paper under the title of a corresponding book “Max Ulrich Schoop – from life of a Swiss inventor”. Mr. Abert cited in an extreme lively way the episodes of the inventor, scientist, person, father and entrepreneur Max Ulrich Schoop. The well-known Mr. Schoop was honoured in a hardly reached way before.

After this introduction, a first technical paper was given by Mr. Albert Roesch (Messer Castolin Eutectic SA) covering the history of powder flame spraying yes-

terday and today. Powder flame spraying, historically the first of the inventions, grew over decades from metal spraying to polymer spraying with specialized nozzles, in order to prevent the polymers from being burned by the flame.

Mr. Guido Tegeder (ATZ Development Center) pointed out to the people present the topic of: “Electric Arc Spraying: Developments and Potentials”, the historical developments from the first patents to today’s rotational electric arc spraying. In particular he mentioned the difference of coating qualities depending on the quality of the wires, which still offer a large potential of material development up to nano-structured wires. The nozzles and the process gases (reactive or inert gas) seem to play also a large influence on the final coating qualities.

Dr. Hans Michael Höhle (Sulzer Metco AG) explained the history of plasma burner developments under the title “Plasma Spraying: Yesterday, Today & Tomorrow”. He pointed out in particular the burner developments mainly from Sulzer Metco, and gave illustrative examples of applications. The advancement of plasma spraying “on the way to a machine tool” proceeds clearly towards process control, particle diagnostics, CFD modelling and to an intelligent burner technology. The coating technologies of the droplet and gas phase deposition seem to approach each other more closely than before.

Dr. Heiko Gruner (Medicoat AG) explained the topic of “Plasma Spraying in Vacuum: Costs and Benefits”. He started with the invention of Mr. E. Mühlberger “Increasing the velocity of plasma sprayed particles” by placing the plasmatrons in the vacuum from the

Dr. Heiko Gruner (Medicoat AG) erläuterte den Anwesenden das Thema „Plasma-Spritzen im Vakuum: Aufwand und Nutzen“. Dabei wurde von der Mühlberger'schen Idee „Increasing the velocity of plasma sprayed particles“ durch Versetzen des Plasmatrons ins Vakuum aus dem Jahre 1973 ausgegangen, sowie die Möglichkeit einer Oberflächenvorbereitung unter Verwendung des übertragenen Lichtbogens (1979) und die Möglichkeit der Verwendung eines Roboters durch H. Nussbaum (1980). Gegen Ende des Vortrages wurde anhand von Beispielen aus verschiedenen Bereichen der Nutzen der DC-Vakuumtechnologie aufgezeigt, aber auch die Erweiterung hin zum elektrodenfreien HF- resp. RF-Induktionsplasmaspritzen.

Dr. Alexander Schwenk (GTVmbH) stellte unter „Plasma-Spritzen: Das Delta-Konzept“ vor. Dabei wurde der Unterschied, sowie die Vor- und Nachteile zwischen den verschiedenen Mehrkathodentechniken (3 Kathoden, 3 Anoden) aufgezeigt. Beispiele aus der Praxis rundeten den Vortrag ab.

Im zweiten Vortrag von Dr. Alexander Schwenk (GTVmbH) stellte er zum Thema „Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen: Jet-Kote und danach?“ die historische Entwicklung vom D-Gun über Jet-Kote bis hin zu den verschiedenen Gas- und Flüssigbrennstoff betriebenen Systemen jüngster Generation vor. Es wurde anhand von CFD-Berechnungen gezeigt, dass durch geeignete Düsenkonturen eine Abschwächung der „viel gelobten Schock-Knoten“ sogar zu einer Erhöhung der Partikelgeschwindigkeiten führt, was am Ende des Vortrages durch metallographische Schlitze auch belegt wurde.

Erik Bähr (CGT Cold Gas Technology GmbH) beantwortete die Frage, ob „Kaltgas-Spritzen: Überhaupt noch ein ‚thermisches‘ Spritzverfahren?“ ist. Anhand einiger Beispiele aus der Praxis wie Aluminium, Nickel, Niob, Tantal, Titan und MCrAlY's konnte gezeigt werden, dass spezifische Parameterfenster existieren, unter denen jeweils ein optimaler Schichtauftrag möglich ist. Generell scheint der Trend zu höheren Drücken (bis 40 bar) und Tem-

peraturen (bis 800 resp. 1.000 °C) in Richtung der „kalten HVOF-Systeme“ zu laufen.

Werner Krömmer (Linde AG Linde Gas) zeigte zum Thema: „Gase zum Thermischen Spritzen: Anforderungen gestern, heute und morgen“ einen Überblick über die jeweiligen Gassorten für die verschiedenen Spritzverfahren und deren Versorgungskonzepte. Die richtige Wahl der Gase war in der Vergangenheit ein oftmals vernachlässigter Aspekt zur Erreichung einer besseren Schichtqualität.

Dr. Stefan Zimmermann (H.C. Starck) referierte über „Zusatzwerkstoffe zum thermischen Spritzen: Wohin geht der Trend?“ Er spannte einen Bogen von Mesopotamien bis zur heutigen Pul-

year 1973, as well as the possibility of a surface preparation process using the transferred arc technology (1979). In addition the need to use a robot system by H. Nussbaum (1980) for manipulation in the vacuum was mentioned. Towards the end of the lecture, different examples from field applications were given for DC plasma vacuum technology as well as from the electrode-free high- or radio frequency (HF-/RF-) induction plasma spray technology.

Dr. Alexander Schwenk (GTVmbH) explained under the title “Plasma Spraying: The Delta Concept”. The difference, as well as the pros and cons between the different multi-electrode techniques (3 cathodes, 3 anodes) were pointed out. He finalized the presentation with practical examples.

ation is possible. The trend generally tends to higher process pressures (up to 40 bar) and temperatures (up to 800, and 1,000 °C, respectively) in the direction of “cold” HVOF systems.

Mr. Werner Krömmer (Linde AG Linde Gas) elaborated the topic: “Gases for Thermal Spraying: Requirements Yesterday, Today and Tomorrow” and gave an overview over of the different gases used for the different spray processes and their supply concepts. The correct choice of gases for reaching a better coating quality was often neglected in the past.

Dr. Stefan Zimmermann (H.C. Starck) reported about “Materials for Thermal Spraying: Where does the trend go?” He drew a bow from the Mesopotamians



vermetallurgie und deren verschiedene Routen (Vakuum-, Inertgas-, der Wasserverdüsen, etc.). Eine neue Herausforderung wird die Entwicklung einer neuen Generation von Hartstoffpulvern ohne Kobalt und Nickel sein, welche die gleichen Verschleiß- und Korrosionsschutzeigenschaften aufweisen, wie die gängigen Hartmetalle (z.B. WC-Co, WC-CoCr, WC-Ni oder Cr₃C₂-NiCr) oder die Entwicklung von nanokristallinen Pulvern.

Dieser Tag vermittelte in Kürze einen interessanten Einblick in das Leben und Wirken des Erfinders Max Ulrich Schoop, sowie einen hervorragenden Überblick über die Möglichkeiten und Grenzen der wichtigsten Verfahrensvarianten des Thermischen Spritzens während der vergangenen 100 Jahre. Gegen 17 Uhr schloss die Jubiläumstagung mit einem Apéro und entließ die Teilnehmer nach anregenden Diskussionen nach Hause.

In the second lecture of Dr. Alexander Schwenk (GTVmbH) he explained the topic “High-Velocity Oxy-Flame Spraying: Jet-Kote and after that?” the historical developments from D-Gun over Jet-Kote up to the different gas and liquid fuel driven systems of nowadays. It was shown on the basis of CFD calculations, that by suitable nozzle design a “weakening” of the “desired” shock diamonds even leads to an increase of the particle velocities. At the end of the lecture this fact was supported by many metallographic cross sections.

Mr. Erik Bähr (Cold Gas Technology GmbH) addressed the question of “Cold Gas Spraying: Is it still a ‘Thermal’ Process?” He could show on the basis of some practical examples, such as aluminum, nickel, niobium, tantalum, titanium and MCrAlY's, that different, specific parameter windows exist, under which an optimal coating appli-

to today's powder metallurgy and its different production routes (vacuum, inert gas, and water atomization, etc.). A challenge will be the development of a new generation of hard metal powders without containing Cobalt or Nickel. The new material shall have the same wear and corrosion protection properties, as the widely used Carbides (e.g. WC-CO, WC-CoCr, WC-Ni or Cr₃C₂-NiCr). On the other hand the development of nanocrystalline powders may give additional advantage for superior coating qualities.

This centenary celebration offered in short time an interesting overview of the life and working of Max Ulrich Schoop, as well as an outstanding summary of the possibilities and limitations of the most important thermal spray process variants during the past 100 years. The anniversary event closed around 5 pm with an Apéro and released the participants home after stimulating discussions.