OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Eigenschaften von Flammenjetgespritzten Schichten(Physics, Process & Instrument)
Author(s)	Arata, Yoshiaki; Ohmori, Akira; Morimoto, Junji et al.
Citation	Transactions of JWRI. 1987, 16(1), p. 37-41
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/10989
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

Eigenschaften von Flammenjetgespritzten Schichten†

Yoshiaki ARATA*, Akira OHMORI**, Junji MORIMOTO*** und
Akio YAMAGUCHI****

Auszug

Bei dieser Untersuchung wurde das neue Flammenjet-Spritzgerät vergewendet, um Schichten aus einer 80%N_i-20%C_r Legierung herzustellen. Die Untersuchungsresultate der mit Hilfe des Flammenjets hergestellten Schichten können wie folgt zusammengefasst werden:

(1) Die Geschwindigkeit der aus dem Spritzgerät austretenden Teilchen wird mit der Zunahme des Gasdruckes stark vergrößert, wobei sie bei einem Gasdruck von 6 kg/cm² auf durchschnittlich 92 m/sec ansteigt.

(2) Die mit dem Flammenjet hergestellte Schicht wies im Vergleich zur herkömmlichen eine bessere Zugfestigkeit, besseren ACT-JP Wert und eine großere Härte auf. Ihre Struktur wies einen feineren Aufbau mit wenig Poren auf.

(3) Die beste Schichten wurde mit dem Flammejet bei 6kg/cm² und Verwendung von Stickstoff erzielt.

(4) Bei Verwendung von Preßluft als Beschleunigungsgas, wurde zwischen den Teilchen Oxydbelag nachgewiesen.

KEY WORDS: (Flammenjet-Spritzgerät) (Schicht) (Zugfestigkeit) (80%Ni–20%Cr Legierung)

1. Einleitung

Das thermische Spritzen zeichnet sich durch leichte Anwendbarkeit und hervorragende Mobilität, sowie durch eine weiten Anwendungsbereich aus, der von der Oberflächenbehandung von Gasturbinen bis zu Chemieanlagen zwecks Korrosionsschutz reicht[1]. In den letzten Jahren hat dies zur Entwicklung von Spritzgeräten mit hoher Energiedichte geführt, welche die Herstellung von thermischen Spritzschichten ermöglichen, und ebenfalls für funktionelle Teile von Oxygensensoren verwendbar sind[2]. Wegen der Einfachheit und den niedrigen Kosten kommt die Flammspritzmethode zur Anwendung, wo Sauerstoff-Azethylen-Flammen als Hitzequelle dienen. Jedoch wird bei dieser Methode Flammenenergie verwendet, und bei der Beschleunigung bzw. dem Schmelzen der Teilchen, ist der erreichbaren Temperatur und Geschwindigkeit Grenzen gesetzt. Die auf diese Weise hergestellten Schichten sind den durch Plasmaspritzen erzeugten vergleichsweise qualitativ unterlegen.

Bei dieser Untersuchung wurde zur Verbesserung der auf herkömmliche Weise mittels der Flammspritzen hergestellten Schicht ein Brenngasbeschleuniger (Flammenjet-Spritzgerät) entwickelt. In diesem Spritzverfahren werden die Teilchen, nachdem sie durch die Gasverbrennungstemperatur des Spritzkanals genügend erhitzt und geschmolzen worden sind, mit Hilfe einer Düse im Flug noch weiter beschleunigt, um sie auf den Grundwerkstoff prallen zu lassen.

2. Versuchsmethode

2.1 Methode und Material beim Flammspritzen

Die Struktur des Flammejet-Spritgeräts ist in der **Abb. 1** dargestellt. Der Flammspritzbrenner hat eine Sauerstoff-Azetylen-Flamme als Hitzequelle. Bei diesem Test war die Gaszufuhr folgenderweise; Sauerstoff: 1400 l/Std., Azetylen: 980 l/Std. Die Höchsttemperatur der Flamme betrug 3000°C[3]. Die Speisung des Pulvers in den Flammspritzbrenner wurde mittels einer speziell angefertigten Pulverreguliervorrichtung konstant gehalten. Im Brenner wurde das Pulver zusammen mit dem Trägergas aus der Düse in die Flamme ausgestoßen, wobei es während des

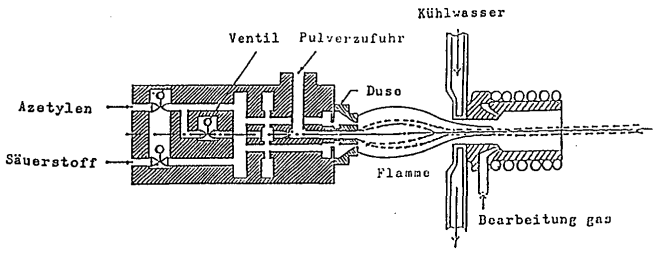

Abb. 1 Schema des Flammenjet-Spritzgeräts

† Received on May 6, 1987
* Professor
** Associate Professor
*** Lecture, Kinki University, Higashiosaka
**** Professor, Kinki University, Higashiosaka

Transactions of JWRI is published by Welding Research Institute of Osaka University, Ibaraki, Osaka 567, Japan

Fliegens beschleunigt und durch Hitze geschmolzen wurde. Mit der herkömmlichen Flammspritzmethode konnten zwar Schichten hergestellt werden, bei der vorliegenden Versuchsmthode wurden jedoch schon vollständig geschmolzene Teilchen in die dem Flammspritzbrenner vorgesetzte Flammenjet-Spritzgerät eingeführt, um sie zu beschleunigen und einen Zustand zu schaffen, in dem die Teilchen mit hoher Dichte flogen.

Die Flammenjetdüsen wurden mit sechs bzw. acht Löchlein zum Ausstoßen von Hochdruckgas verwendet. Das aus diesen Löchlein ausgestoßene Gas wurde spiralförmig durch die Düse gesandt, und zusammen mit den am Hinterende angesaugten Teilchen und dem Brenngas in Hochgeschwindigkeit versetzt, um schließlich vorne aus der Düse ausgestoßben zu werden, und auf die Oberfläche des Grundwerkstoffs zu prallen und eine Schicht zu bilden. Für das Beschleunigungsgas wurde Stickstoff beziehungsweise Preßluft verwendet, wobei der Gasdruck auf 2, 3, 4, 5 bzw. 6 kg/cm^2 festgelegt wurde. Als Spritzpulver wurde eine auf dem Markt erhältliche Ni-Cr Legierungen (Ni: 78.8, Cr: 19.3, Mn: 0.99, Si: 0.47, Fe: 0.34% des Gewichts) verwendet. Sie Oberfläche des Weichtahlbleches war geblasen geworden, um ihr eine Rauheit von 60μm Rz zu geben.

2.2 Prüfmethode der Spritzschichten

Die unter Anwendung der Flammspritzmethode und der Flammenjet-Spritgerät hergestellte Schicht wurde mittels der hochpräzisen Blasabreibungs-Prüfverfahren (ACT-JP) und der Rockwell-Härteprüfung untersucht. **Abbildung 2** ist eine schematische Darstellung des ersteren.

Die Beurteilung der Eigenschaften von Spritzschichten wurde aufgrund der durch das Blasen verursachten Gewichtsreduktion(g) ausgeführt. Gemessen wurde diese mit Hilfe einer elektronischen Waage (Meßempfindlickeit 0.1 mg). Die Dicke der bei dieser Prüfung verwendeten Spritzschicht betrug 0.4 ± 0.05 mm. **Abbildung 3** zeigt den Zugversuch der Spritzschicht und die Form des Probestücks.

3. Versuchsergebnisse und Betrachtungen

3.1 Besonderheiten des Flammenjet-Spritgeräts

Wie in **Abb. 4** gezeigt hat die Flamme beim herkömmlichen Flammspritzverfahren nur eine kleine Reichweite, wobei die Brennfläche groß wird. Beim Flammenjet-Spritzverfahren wird wegen einer Verstärkung des Gasdrucks die Brennfläche klein und eine große Dichte des Gases aufrecht erhalten.

Bei einem Druck von 6 kg/cm^2 des Beschleunigungsgases und einer Distanz von 22 cm vom Brenner, konzentriert sich gegenüber dem herkömmlichen Brenner die Flamme in einem Bereich von einem Drittel. Die Beziehung des Druckes des Beschleunigungsgases zur Teilchen-Geschwindigkeit bei Verwendung der Flammenjet-Spritzgerät ist in **Abb. 5** dargestellt. Die Geschwindigkeit der aus dem Spritzgerät austretenden Teilchen wird mit der Zunahme des Gasdruckes stark vergrößert, wobei sie bei

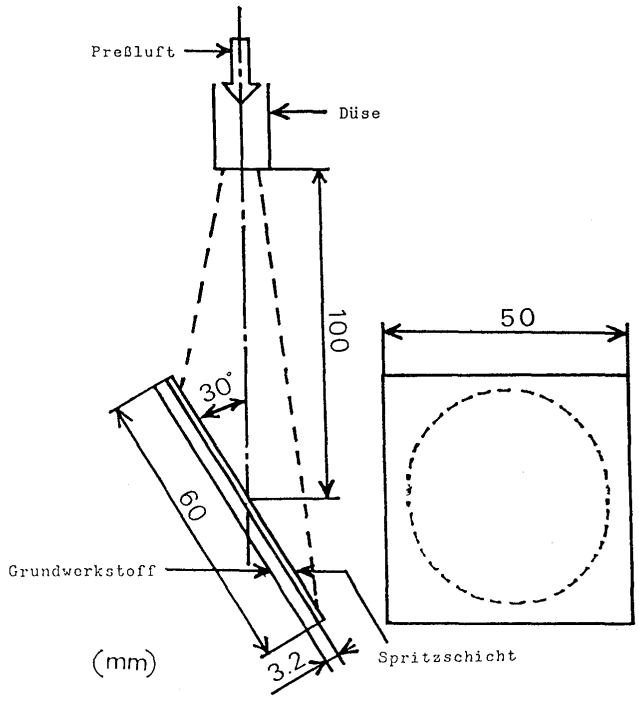

Abb. 2 Schema der ACT-JP Prüfung

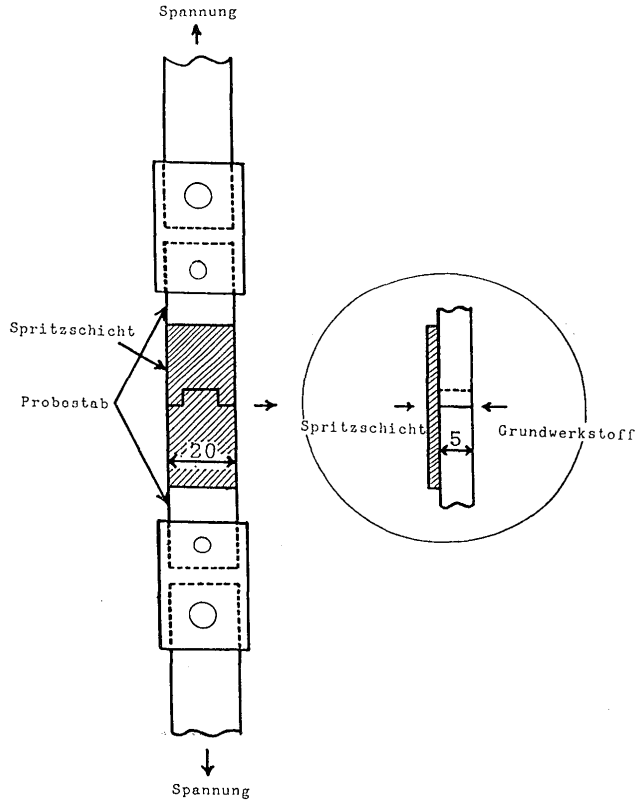

Abb. 3 Zugversuch von Spritzschichten

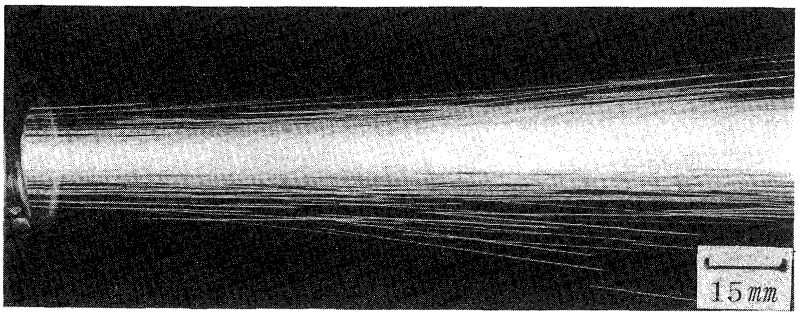

Abb. 4 Erzeugen von Teilchen beim Flammenjet-Spritzen

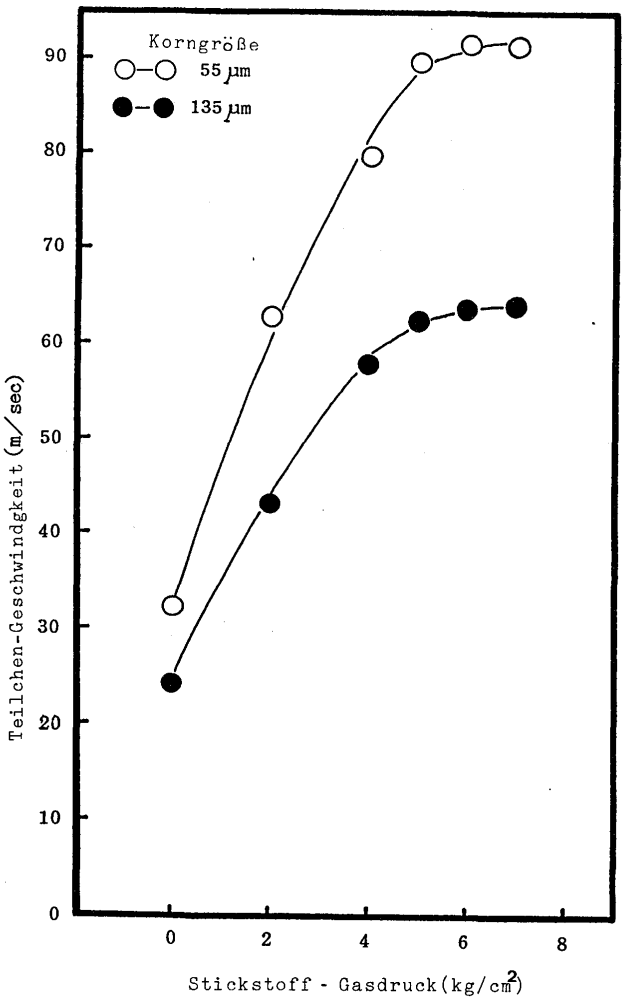

Abb. 5 Zusammenhang zwischen Teilchen-Geschwindgkeit und Stickstoff-Gasdruck

einem Gasdruck von 6 kg/cm² auf durchschnittlich 92 m/sec ansteigt. Dies ist das ungefähr dreifache des herkömmlichen Verfahrens, und zeigt, daß der Flammenjet bei der Beschleunigung wirkungsvoll ist.

3.2 Eigenschaften von Flammenjet-Spritzschichten

Das Resultat der ACT-JP-Prüfung einer Schichten die unter Verwendung des Flammenjet-Spritzgeräts hergestellt wurde ist in **Abb. 6** gezeigt. Der Abreibgewichtsverlust der Thermospritzchicht wurde bei Verwendung von Stickstoff und Düse, bzw. Preßluft und Düse, sowie der herkömmlichen flammgespritzten Schicht in dieser Reihenfolge großer. Beim herkömmlichen Flammspritzverfahren unter Verwendung einer Sauerstoff-Azetylen-Mischung, wurde mit zunehmender Spritzdistanz der Abreibverlust stark größer, aber bei Stickstoff und Preßluft unter Verwendung des Flammenjet-Spritzgerät, zeigte die Schicht auch bei zunehmender Spritzdistanz die Neigung zu einer Verkleinerung der Abreibverlustzunahme.

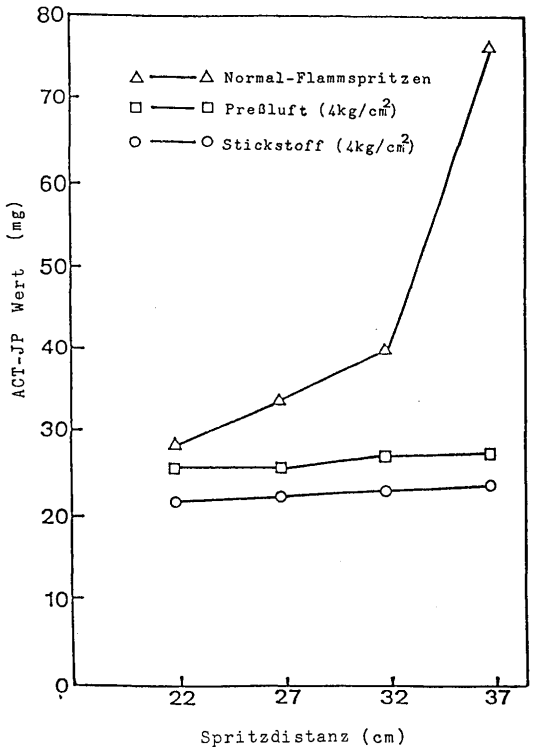

Abb. 6 Zusammenhang zwischen ACT-JP Wert und Spritzdistanz

Als nächstes wurde der Einfluß des Gasdrucks (des für die Beschleunigung verwendeten Stickstoffs) auf die Eigenschaften der Schicht untersucht. Das Resultat dessen ist in **Abb. 7** dargestellt. Die unter einem Stickstoffgasdruck von 3 ~ 5 kg/cm² erzeugte Spritzchicht zeigte bei Vergrößerung der Spritzdistanz von 22 bis 27 cm eine Zunahme des Abreibverlusts, aber bei einem Gasdruck von 6 kg/cm² blieb der Abreibverlust auch bei Distanzänderung fast gleich. Das heißt, ein Stickstoffgasdruck von 6 kg/cm² muß bei Verwendung des Flammenjet-Spritgeräts als kritischer Wert betrachtet werden.

Das Resultat der Zugversuch von Spritzschichten ist in **Abb. 8** dargestellt.

In diesem Fall wurde bei mit Hilfe des Flammenjet erzeugten Spritzschichten, gegenüber den herkömmlichen flammgespritzten Schichten eine vergrößerte Zugbelastbarkeit nachgewiesen, die ungefähr 1.5 fach ist.

Das Resultat der Rockwellhärteprüfung ist in **Abb. 9** dargestellt. Die Härte der Schicht, die mittels des Flammenjet-Spritgeräts hergestellt wurde, ist gegenüber der Schicht, die auf herkömmliche Weise mit Gasflamme hergestellt wurde größer. Die mit diesem Verfahren gebildeten Schichten weisen folglich eine hohe Dichte mit feiner Struktur auf. Dieses wurde bei Verwendung von grobkörnigem Pulver aus der Ni-Cr-Legierung klar ersichtlich.

3.3 Aufbau von Spritzschichten

Abbildung 10 zeigt die mikrographische Struktur von Schichten, hergestellt mit dem herkömmlichen Flammspritzverfahren, sowie von mittels des Flammenjet-Spritzgeräts unter Verwendung von Stickstoff beziehungsweise Preßluft hergestellten Schichten.

Bei Schichten, die mit dem Flammenjet-Spritzgeräts erzeugt wurden, zeigt sich gegenüber den herkömmlichen eine größere Flachheit, wobei der Zusammenhang der Teilchen besser geworden ist. Dabei wiesen unter Verwendung von Stickstoff erzeugte Schichten weniger oxidierte Substanz als mit Preßluft hergestellte auf, bei der zwischen den Teilchen viel Oxydbelag festgestellt wurde.

Abbildung 11 ist das Resultat der Abtastung der Spritzschichten mittels Elektronenmikroskop. Bei der Schichten mittels Flammenjet-Spritgerät ist mit der Abflachung der Körner auch die Struktur feiner geworden, was auf die große Geschwindigkeit hinweist, mit der die Körner aufgeprallt sind.

Bei mit herkömmlichen Flammspritzen erzeugten Schichten sind die am abgeflachten Ende der Körner anhaftenden Partikel größer, was auf unzureichende Aufprallkraft zurückschließen lasst.

4. Zusammenfassung

Bei dieser Untersuchung wurde das neue Flammenjet-Spritzgerät vergewendet, um Schichten aus einer 80%Ni-20%Cr Legierung herzustellen. Die Untersuchungsresultate über die mit Hilfe des Flammenjets hergestellten Schichten können wie folgt zusammengefasst werden:

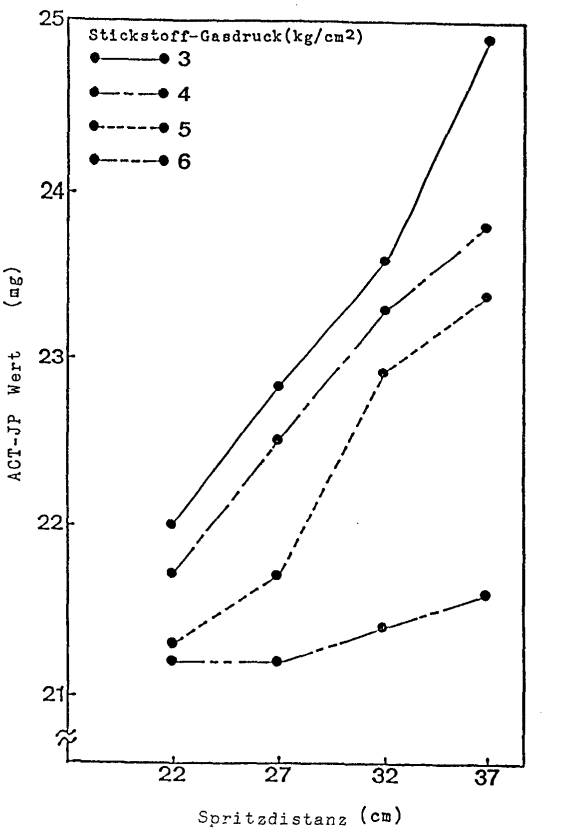

Abb. 7 Einfluß des Stickstoffgasdrucks auf den ACT-JP Wert der Spritzschicht

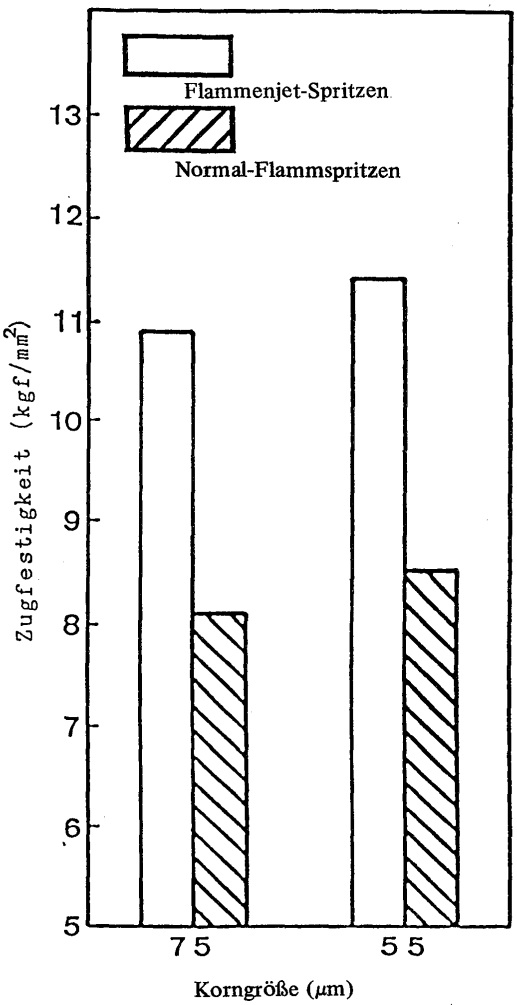

Abb. 8 Zugfestigkeit der Spritzschicht

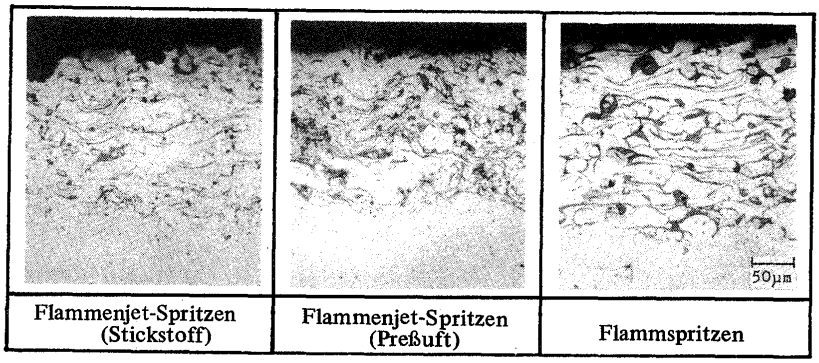

Abb. 10 Mikrostruktur der Spritzschicht

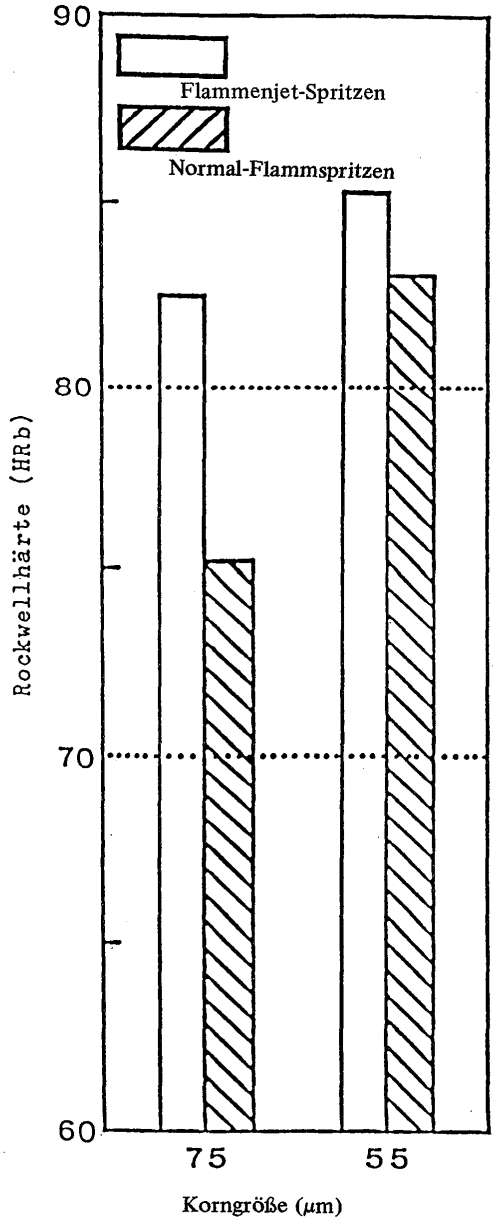

Abb. 9 Rockwellhärte der Spritzschicht

(1) Die Geschwindigkeit der aus dem Spritzgerät austretenden Teilchen wird mit der Zunahme des Gasdruckes stark vergrößert, wobei sie bei einem Gasdruck von 6 kg/cm^2 auf durchschnittlich 92 m/sec ansteigt.

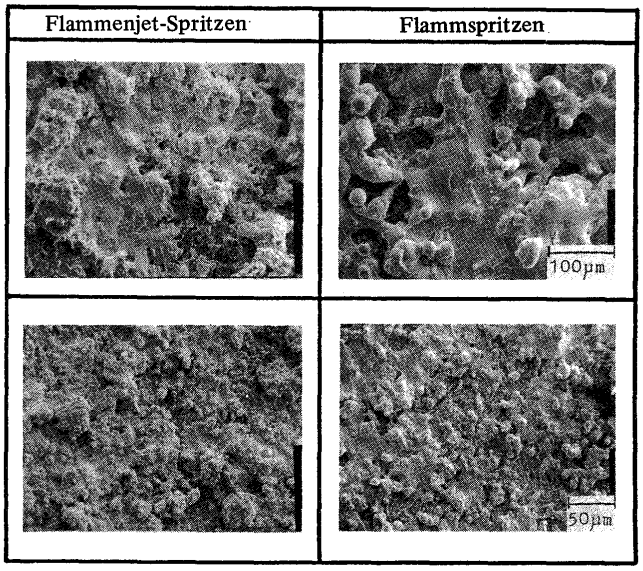

Abb. 11 REM-Aufnahme der Spritzschicht

(2) Die mit dem Flammenjet hergestellte Schicht wies im Vergleich zur herkömmlichen eine bessere Zugfestigkeit, besseren ACT-JP Wert und größere Härte auf. Ihre Struktur wies einen feineren Aufbau mit wenig Poren auf.

(3) Die beste Schichten wurde mit dem Flammenjet bei 6 kg/cm^2 und Verwendung von Stickstoff erzielt.

(4) Bei Verwendung von Preßluft als Beschleunigungsgas, wurde zwischen den Teilchen Oxydbelag nachgewiesen.

Literatur

1) Y. Arata, A. Ohmori und J. Morimoto: "Das Korrosionsverhalten von plasmagespritzten Keramikschichten auf rostfreiem Stahl in feuchter Umgebung" 10. internationale Thermisches Spritzen Konferenz (1983) Seiten 197 bis 200.

2) R. Kaczmarek und W. Kaczmar; "Plasmaspritzen des Pulvers Ni-Cr60 im Vakuum" Schweißtechnik Band 31, Nr. 4 (1981), Seiten 151 bis 153.

3) J. Morimoto und A. Ohmori; "Das Phänomen des thermischen Spritzens" Journal der Hochtemperatur-Gesellschaft. Band 10, Sup. (1984) Seiten 208 bis 215.