



Richtig beschichtet leben Turbinen länger

Bild 1: Stausee eines Wasserspeicherkraftwerks in den Alpen

Eine Empfehlung von Schichtlösungen kann es nur nach Analyse des konkreten Einsatzfalles geben. Je nach Maschine, Betriebsweise und Betriebsbedingungen herrschen starke Unterschiede in den Beanspruchungsmechanismen vor. Dabei kann es im ungünstigsten Fall auch dazu kommen, dass sie sich gegenseitig negativ beeinflussen.

In den 1930er-Jahren wurden in den USA Stähle, Chromstähle, Bronze, Zink und Blei versuchsweise an Francislaufrädern zum „Kavitationstest“ aufgebracht. Ab 1960 wurden auch in Deutschland und Österreich, z. B. in den Inn-Kraftwerken, Versuche gegen Abrasion an Kaplanmaschinen mit Metcoloy 2 (13% Chromstahl; Draht) durchgeführt und später mit Erfolg eingesetzt. Drahtflamspritzen wurde so im Turbinenbetrieb zur Standardtechnologie in der Anlagenerhaltung und wird nun an fast allen Wasserturbinentypen eingesetzt. Gegenüber dem bis dahin üblichen Auftragschweißen hatte es vor allem die Vorteile einer wesentlich verkürzten Beschichtungszeit und einer geringeren Wärmebelastung des Grundwerkstoffes der Komponenten.

Fortschritte mit Faktor 50

Ende der 1980er-Jahre führte Metco die neue Hochgeschwindigkeits-Flamspritzanlage Diamond Jet ein (HVOF). Durch ihre einfache Konstruktion war diese Technologie werkstattgerecht und für den täglichen Einsatz geeignet. Erste Versuche an Schonhülsen waren erfolgversprechend, und so erweiterte sich sehr schnell das Teilespektrum, auf welches z. B. Wolframkarbidschichten vom Typ WCCoCr aufgespritzt wurden. Die erreichten Standzeiten übertrafen die kühnsten Erwartungen. So wurde der Materialabtrag um den Faktor 50 gegenüber einem Turbinenbaustahl (1.4313) vermindert. Der teilweise Übergang von den bis dahin üblichen, extrem dicken Schichten (z. B. 10 mm

dickes, drahtflammgespritztes Metcoloy 2) zu den wesentlich dünneren – allerdings auch wesentlich erosionsbeständigeren –HVOF-gespritztenkarbidischen Schichten wurde dadurch eingeleitet. Nicht zu vergessen sind auch die Schichtentwicklungen und Modellierungsarbeiten, die in den 1990er-Jahren in diesem speziellen Anwendungsbereich erfolgten. Ein Beispiel hierfür ist die Entwicklung der Schicht Metco TURB speziell für Kaplanlanturbinenschaufeln. Diese Schicht vom Typ WCCoCr wird mit dem Oerlikon Metco-HVOF-Brenner Diamond Jet erzeugt, wobei die Schichtdicke bis zu 400 µm betragen kann. Auch bei Francis- und Pelton-turbinen wird ein großer Teil der Wasserführenden Teile beschichtet. Einige Bauteile, wie z. B. Labyrinthdichtungen an Francismaschinen, werden dabei „spritz-

gerecht“ (geteilt) konstruiert. In der Mehrzahl der Einsatzfälle können die beschichteten Bauteile dann ohne weitere Nacharbeit eingesetzt werden.

Chemisch identisch und doch verschieden

Typische Oerlikon Metco-Standardwerkstoffe des Typs WC-CoCr, die sich in diesem Bereich je nach Beanspruchung und konkretem Einsatzfall sowie gewählter HVOF-Anlage bewährt haben, sind Amdry 5843, Metco 5847, Woka 3652, Woka 3653 und Metco TURB. Trotz praktisch gleicher chemischer Zusammensetzung unterscheiden sich diese Werkstoffe durch Form, Morphologie, Korngrößenverteilung, Größe der Primärkarbide, Schüttdichte und damit von der Herstellung und den Herstell-Parametern

Aufschlussreiche Verschleißtests



Bild 2: Schaufel einer Kaplanmaschine, beschichtet mit Metco TURB von Oerlikon Metco

und auch dem eingesetzten Ausgangsmaterial. Diese Unterschiede machen sich in den Ergebnissen der Verschleißtests deutlich bemerkbar. Allein durch die üblicherweise zur Qualitätssicherung herangezogene Schichthärte waren diese Unterschiede nicht zu

erkennen. Es wird ersichtlich, dass im Wasserturbinenbau heute praktisch nur noch das Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen (nur in der Werkstatt; mit den Brennern Diamond Jet, Woka Star oder Woka Jet) oder das Drahtflammspritzen (in der Werkstatt oder auch Vor-Ort-

Beschichtung; mit der Spritzpistole 16E bzw. EGD-K) eingesetzt werden. Das Plasmaspritzen hat dagegen in diesem Bereich weitgehend an Bedeutung verloren (früher: Düsenadeln, Mundstücke und Francisturbinenteile).

Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass der Verschleiß durch Hydro-Abrasion, Korrosion und Kavitation mit der Strömungsgeschwindigkeit, dem Feststoffgehalt und dem Korrosionspotenzial der Flüssigkeit zunimmt. Da der Verschleiß im Betrieb jedoch von weiteren Faktoren wie der Größe, der Form und der Härte der Feststoffpartikel abhängt, können spezifische Grenzen für einzelne Werkstoffe nicht angegeben werden. Weil das Verschleißverhalten eines Werkstoffs nicht mithilfe seiner einfachen physikalischen und mechanischen Kenngrößen wie Härte, E-Modul oder Zugfestigkeit vorhergesagt werden kann, ist die Durchführung spezieller Verschleißtests notwendig.

Während phänomenologische Tests eingesetzt werden, um das grundlegende Verschleißverhalten eines Werkstoffs unter klar definierten Belastungen zu bestimmen, werden anwendungsspezifische Tests bereits auf Komponenten und konkrete Einsatzfälle ausgelegt. Die Ergebnisse dieser Versuche können in der Regel direkt in eine Anwendung übergeführt werden.

www.oerlikon.com/metco

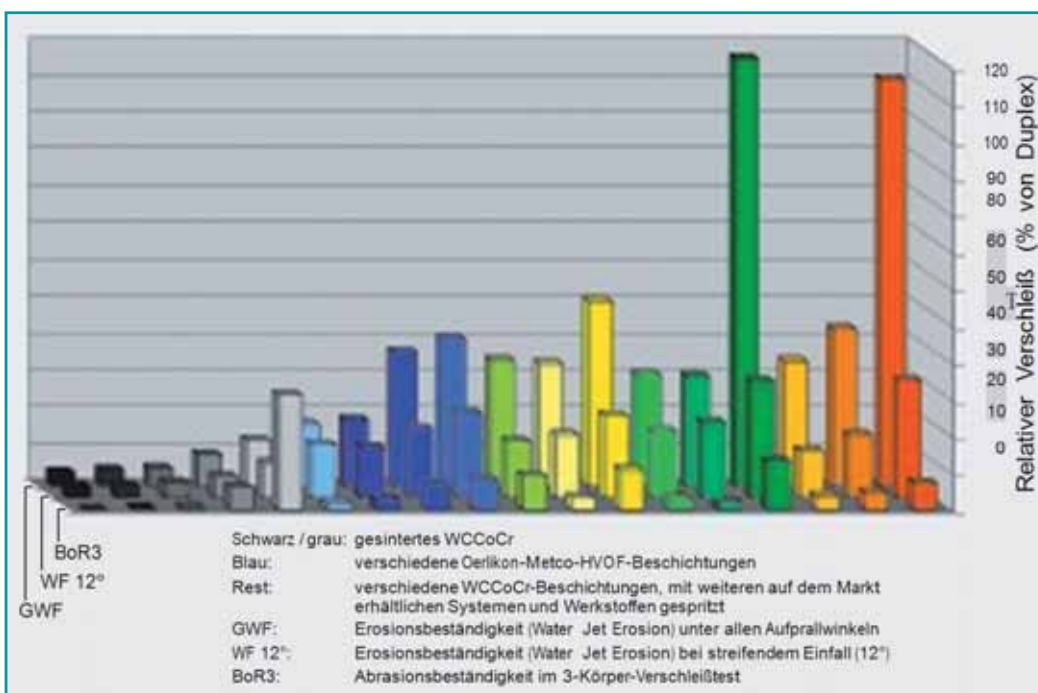


Bild 3: Verschleißverhalten von WCCoCr