

Kaltschweißen von Gußeisen nach der Nasarow-Methode

Von Ing. H. THÖMKE, Leipzig

DK 621.791.742.2/4/6/8: 691.713

Nicht nur im Landmaschinenbau, sondern auch bei der Reparatur von Maschinen und Geräten haben Schweißarbeiten ihre besondere Bedeutung. Dabei liegt das Besondere kaum so sehr in der Tatsache, daß Schweißungen überhaupt erfolgen, als vielmehr in der Art und Güte, wie sie durchgeführt werden. Die Qualität der Schweißarbeiten genügt vielfach den Anforderungen nicht, darum ist es notwendig, an ihrer Verbesserung zu arbeiten. Wir wollen dazu beitragen, indem wir unsere Leser mit neuen Methoden und Verfahren auf dem Gebiet der Schweißtechnik bekannt machen, die ihnen bei der praktischen Arbeit von Nutzen sein können. Der anschließende Aufsatz bespricht die Nasarow-Methode, weitere Beiträge über das „Zweiersystem“ und das „Schweißen von hochgekohten Stählen“ folgen in unseren nächsten Heften. Ein breit angelegter Erfahrungsaustausch, vor allem zwischen den Kollegen in den MTS, kann eine fortschrittliche Entwicklung auf diesem Gebiet wesentlich fördern. Wir sind deshalb gern bereit, Diskussionsbeiträge hierzu in unserer Zeitschrift zu veröffentlichen.

Die Redaktion

Im Kampf um die Steigerung der Rentabilität und die Senkung der Selbstkosten kann die sowjetische Methode zur Kaltschweißung von Gußeisen für Schnellreparaturen an Gußteilen (Maschinen-, Motoren- und Geräteschäden) den MTS und anderen Reparaturbetrieben gute Dienste leisten. Voraussetzung ist natürlich die richtige Anwendung dieser Methode und hierfür wiederum eine gründliche Schulung unserer Schweißer. Es könnten sonst Mißerfolge eintreten, die letzten Endes das Verfahren und damit auch die sowjetischen Neuerer herabsetzen. Hinzu kommt, daß man wertvolles Schweißzusatzmaterial vergeuden würde und obendrein noch die betreffenden Maschinen- und Motorenteile auf den Schrotthaufen werfen muß.

Am bekanntesten und gebräuchlichsten ist die Methode des sowjetischen Neuerers *Nasarow*, der ein Verfahren zum Kaltschweißen von Grauguß mit einem kombinierten Elektrodenbündel entwickelte. Das Schweißen von Graugußwerkstücken wird durch die besonderen Eigenschaften dieses Werkstoffes, der eine große Sprödigkeit besitzt und beim Schweißen weißes Gußeisen bildet, sehr erschwert. Die geringe Plastizität des Graugusses verträgt sich nur schlecht mit den beim Schweißen entstehenden Zug- und Biegespannungen. Wenn man Grauguß schweißt, werden durch die ungleichmäßige Erwärmung im Werkstück Wärmespannungen ausgelöst, die meistens neue Risse in dem Werkstück bilden. Diese entstehen dann am häufigsten neben der Schweißnaht. Hinzu kommt, daß beim Schweißen des Graugusses infolge seines hohen Kohlenstoffgehalts eine Aufkohlung stattfindet. Dadurch ist die Schweißnaht insbesondere an den Übergangszonen äußerst hart. Die Folge davon ist, daß sich die Schweißverbindung mit spanablebenden Werkzeugen nicht mehr bearbeiten läßt. Man kann also diese Stellen weder mit der Feile noch mit einem Meißel bearbeiten.

Mit dem Warmschweißen von Grauguß hat man zwar sehr gute Ergebnisse erzielt, doch ist dieses Verfahren sehr kompli-

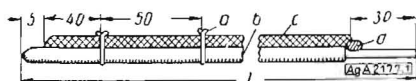


Bild 1. Kombiniertes Elektrodenbündel
a Bindung, b dickumhüllte Stahlelektrode, c Kupferstab, d Heftstelle

ziert und erfordert teilweise große Wärmeöfen, in denen das Werkstück langsam bis auf 600 bis 800° C vorgewärmt und nach dem Schweißen wieder langsam im Ofen abgekühlt werden muß. Außerdem kann sich das Werkstück durch diese Wärmebehandlung erheblich verformen. Dies trifft besonders für seine Abmessungen, Bohrungen, wechselseitig abhängige Flächen und ähnliches zu. In Wissenschaft und Praxis wird noch immer die Meinung vertreten, daß ein Graugußwerkstück vor dem Schweißen auf mindestens 400 bis 800° C vorgewärmt und somit das Warmschweißverfahren angewandt werden muß.

Nasarow hat mit seiner Methode jedoch bewiesen, daß das Kaltschweißen von Graugußteilen durchaus möglich und für Reparaturarbeiten besonders geeignet ist. Er verwendet bei seiner Kaltschweiß-Methode ein kombiniertes Elektroden-

bündel. Dieses wird aus Kupfer- und Stahlstäben zusammengestellt, die eine gas- und schlackenbildende Umhüllung erhalten. Beim Schweißen wandert der Lichtbogen selbsttätig von einer Elektrode zur anderen. Dadurch wird verhindert, daß sich die Wärme des Elektrodenbündels konzentriert; sie verteilt sich vielmehr auf eine größere Fläche als beim Schweißen mit einer einzelnen Elektrode. Die Einwirkung der hohen Lichtbogentemperatur auf die Grundmasse des Graugußwerkstückes wird dadurch abgeschwächt. Hierbei wird die geschweißte oder aufgeschmolzene Oberfläche des Graugusses nur bis zu einer unbedeutenden Tiefe durchdrungen, so daß nur wenig Kohlenstoff in die Schmelze gelangen kann. Die Kupferelektroden überdecken die geschweißten Flächen mit Kupferschmelze, die Struktur der an die Schweißnaht angrenzenden Graugußschichten (Übergangszonen) wird dadurch nur wenig beeinflußt. Damit sind Bedingungen gegeben, die denen des Hartlötens nahekommen.

Für die Anwendung der Nasarow-Methode eignet sich die Elektrode Kb X s sehr gut. Man verwendet als Stahlelektroden

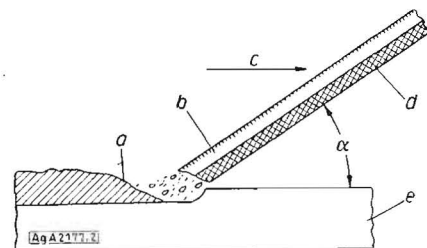


Bild 2. Lage des Elektrodenbündels beim Schweißen.
a aufgeschweißtes Metall, b dickumhüllte Stahlelektrode, c Schweißrichtung, d Kupferstab, e Grundwerkstoff; α Winkel zwischen Elektrodenbündel und Werkstück (35 bis 45°)

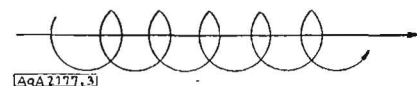


Bild 3. Führung des Elektrodenbündels beim Schweißen (schematisch)

eine KbXs von 3 bis 4 mm Dmr. und gibt zwei Kupferdrähte hinzu, so daß der Kupferanteil etwa 55% beträgt.

Sollen die Graugußwerkstücke nach dem Schweißen durch Schaben bearbeitet werden, so verwendet man in diesem Falle für die oberste Lage der Schweißnaht bzw. der Auftragschweißung ein Elektrodenbündel, in dem die Stahlelektrode durch einen Konstantanstab ersetzt wird. Benutzt man dünnen Konstantandraht, dann wird dieser spiralförmig auf die Kupferelektrode gewickelt. Das Schweißen erfolgt mit einem Flußmittel (geschmolzener Borax) bei erhöhtem Strom und umgekehrter Polarität.

Die Stahl- und Kupferelektroden werden mit dünnem Kupfer- oder Eisendraht zu Bündeln vereinigt. Das dem Elektrodenhalter zugewendete Ende des Elektrodenbündels wird elektrisch mit einer beliebigen Elektrode an einem Punkt zusam-

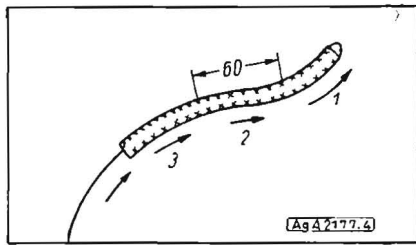


Bild 4. Ausführung der Schweißnaht, wenn der Schweißer das Elektrodenbündel von sich weg führt

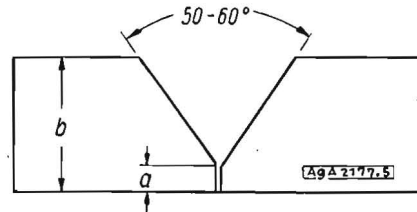


Bild 5. Nahtstoß vor dem Schweißen $a = 2$ bis 3 mm

mengeheftet. Daraus ergibt sich ein zuverlässiger Kontakt zwischen Stahl- und Kupferelektroden (Bild 1). Diese Bündelelektroden werden dann in eine Lösung aus Wasserglas und Kreide getaucht und zum Trocknen aufgehängt. Beim Ansetzen dieser Lösung ist darauf zu achten, daß die Kreide möglichst fein gemahlen und vorher unter Zusatz von Wasser in eine salbenartige Konsistenz gebracht wird. Als Schweißpulver verwendet man gewöhnlich Borax, der in einem Stahlkästchen (1 mm dickes Stahlblech) zu einer glasigen Masse geschmolzen wird. Diese flüssige Masse gießt man auf ein sauberes Stahlblech, läßt sie hier erstarren und abkühlen. Danach wird der Borax in einem Mörser bis zu einer Korngröße von 1,5 mm zerstoßen. Größere Körner werden ausgesiebt und weiterhin zerstoßen. Das so vorbereitete Flußmittel wird auf die zu schweißende Fläche etwa 2 bis 4 mm dick aufgetragen, wonach das Schweißen beginnt.

Die Schweißtechnik mit der Bündelelektrode unterscheidet sich nur wenig von der mit Stahlelektroden. Es ist darauf zu achten, daß die Kupferelektrode vor der Stahlelektrode liegt. Die besten Ergebnisse werden bei einem Winkel zwischen Elektrodenbündel und dem Werkstück von 35 bis 45° erzielt (Bild 2).

Die Schweißraupen werden wie beim Auftragschweißen auf Stahl unter mäßigen Querbewegungen des Bündels gelegt. Dabei muß man das Elektrodenbündel bogenförmig (ähnlich einer Spirale) führen, wobei die in Bild 3 gezeigten größeren Bogen etwa das Zwei- bis Dreifache des Bündeldurchmessers betragen sollen. Die spiralförmigen Bewegungen verteilen die Wärme über eine größere Fläche und bewirken eine bessere Legierung des Gußeisens mit dem Kupfer. Der Grundwerkstoff selbst darf nur in geringem Maße zum Schmelzen gebracht werden. Daher ist es falsch, das Elektrodenbündel lange an einer Stelle zu behalten. Demgegenüber wird sich bei einem zu schnellen Hinwegführen des Elektrodenbündels das aufzuschweißende Metall mit dem Grundwerkstoff nur schlecht verbinden, weil im Grundwerkstoff Stellen auftreten können, die nur ungenügend geschmolzen sind. Der Schweißer darf sich daher bei der Erledigung eiliger Aufträge niemals dazu verleiten lassen, nicht die Abkühlung des Gußeisens nach jedem Schweißabschnitt auf Handwärme abzuwarten. Um eine gute Schweißung zu erzielen, ist es erforderlich, den Grundwerkstoff nicht zu tief zu schmelzen und die ganze Schweißung mit Kupfer zu überdecken. Hierzu wird das Kupfer mit dem Grundwerkstoff fest verschmolzen. Verstöße gegen diese Regel machen sehr oft alle Bemühungen, eine einwandfreie Schweißung zu erzielen, zunichte.

Beim Schweißen von Werkstücken, die unter Druck arbeiten, sollte man mit einem Überschuß an Borax arbeiten. Säurefestes Gußeisen mit etwa 10 Prozent Silizium läßt sich nach der Nasarow-Methode nicht schweißen, denn Silizium fördert die Graphitbildung. Beim Kaltschweißen nach der Nasarow-Methode mit sehr kurzer Erhitzung der Schweißstelle verdampft das Graphit und so entstehen die porigen Schweißstellen. Solche Gußeile mit Siliziumgehalt über 5% können nur mit der Warmschweißung unter Rotglut geschweißt werden. Die Schweißung ist dann so tief und dünnflüssig, daß die sich bildenden Gase genügend Zeit haben, zu entweichen und die Porenbildung wird vermieden.

Doch lassen sich mit dem kombinierten Elektrodenbündel sogar Risse in Werkstücken mit einer Wanddicke von 2 mm verschweißen. Natürlich muß der Schweißvorgang bei dünnen Wänden um so vorsichtiger ausgeführt werden. Am besten werden dazu Bündel aus Elektroden mit einem Durchmesser bis zu 3 mm verwendet. Bei Wanddicken bis zu 3 mm werden

Risse ohne Vorbereitung der Ränder verschweißt. In diesem Fall führt der Schweißer das Elektrodenbündel von sich weg. Die Schweißnahtlänge beträgt 50 bis 70 mm. Um ein Durchschmelzen des Werkstoffes zu vermeiden (unterläuft oft weniger erfahrenen Schweißern), empfiehlt es sich, eine Kupferunterlage zu verwenden (Bild 4). Weiterhin lassen sich auch Risse bei Wanddicken von 3 bis 5 mm, wenn zweiseitiges Schweißen möglich ist, ohne Vorbehandlung schweißen. Es ist aber unbedingt erforderlich, nach dem Schweißen eines Abschnittes das Werkstück abkühlen zu lassen. Erst nach dem Abkühlen kann man den nächsten Abschnitt schweißen.

Risse werden am günstigsten von den innen gelegenen Abschnitten nach dem Außenrand verschweißt. Die Schweißraupe soll dabei im ersten Abschnitt der Naht das Ende des Risses um etwa 15 bis 20 mm überdecken. Verzweigte Risse werden verschweißt, indem man zunächst die kürzeren Verzweigungen schweißt und sich danach dem Hauptriß zuwendet. In dickwandigen Werkstücken erfordert das Verschweißen von Rissen gewöhnlich mehrere Lagen. Die Güte der Schweißung ist hierbei von der Vorbereitung der Naht abhängig. Das Ende des Risses muß bei einer Dicke des Werkstoffes von 5 bis 30 mm mit einem Bohrer, dessen Durchmesser zwei Drittel der Werkstoffdicke beträgt, angebohrt werden. Bei Werkstoffdicken über 30 mm ist das Ende des Risses auszumeißeln.

Der Abschrägungswinkel des Stoßes für die Schweißnaht darf 50 bis 60° nicht überschreiten (Bild 5). Zum Vorbereiten bedient man sich am besten einer Schleifscheibe. Geradlinige Abschnitte von Rissen können beim Vorbereiten durch Fräsen abgeschrägt werden.

Der Nahtstoß wird in zwei, drei oder mehr Lagen verschweißt. Die normale Höhe der Schweißraupen beträgt für jede Lage etwa 4 mm. Beim Legen der Raupe führt der Schweißer das Elektrodenbündel von sich weg. Die Länge der Schweißnahtabschnitte beträgt 50 bis 60 mm. Der aufgeschweißte Werkstoff läßt sich ohne Vorbehandlung durch Schleifen oder mit hartmetallbestückten Werkzeugen bearbeiten.

Außer dem Verschweißen von Rissen lassen sich auch Laschen, Stifte usw. anschweißen. Auch das Auftragschweißen ist möglich.

Die Anwendung der Nasarow-Kaltschweißmethode im Bereich der Reparaturschweißung kann unserer Volkswirtschaft alljährlich große Summen ersparen, denn zerbrochene und abgenutzte Grauguß-Werkstücke, ja auch unbedeutende Gußfehler lassen sich durch diese Schweißmethode wieder herstellen. Doch darf die Gießerei-Industrie nicht etwa die Schlußfolgerung ziehen, daß die Schweißtechnik ja alle Graugußschäden beseitigen kann und Gußfehler nicht mehr vermieden werden brauchen, sondern vielmehr muß in der Gießerei-Industrie ein besseres Gießen und damit Senkung der Ausschußquote im Vordergrund stehen. Die Kaltschweißmethode soll vielmehr als Ausbesserungsmethode gelten und in der Hauptsache von Reparaturbetrieben angewendet werden.

Natürlich spielt auch die Materialfrage eine nicht unbedeutende Rolle, da Kupfer Mangelware ist. Doch wird oftmals der Vorteil einer Gußstückreparatur größer sein, als der der Buntmetalleinsparung und man wird aus diesem Grunde die Nasarow-Methode als Reparatur-Verfahren für gußeiserne Maschinenteile anwenden, dadurch kann man den Verbrauch an Ersatzteilen wesentlich einschränken und die Reparaturkosten senken.

Literatur

Nasarow: Das Kaltschweißen von Grauguß. Fachbuchverlag Leipzig. Presse der Sowjetunion Nr. 147/1954. A 2177