

17.04.2002

INCAL[®]

Höhere Produktivität beim Strangpressen von Aluminium Halbzeugen

Der Einsatz von Stickstoff beim Aluminium Strangpressen zur Leistungs- und Qualitätssteigerung hat sich heute weitgehend durchgesetzt. Im Wesentlichen unterscheidet man dabei zwischen einer Inertisierung des Pressenmauls und einer Kühlung des Werkzeugs.

Für den Großteil der Strangpresserzeugnisse unter den heutigen Pressbedingungen (häufig wechselnde, kleine Chargen) ist die Inertisierung über eine Ringbrause oder ähnliche Systeme eine wirtschaftliche Methode die Oberflächenqualität des Produkts zu verbessern.

Durch eine Kühlung des Presswerkzeuges nach dem INCAL[®] Verfahren ist jedoch in vielen Fällen eine deutliche Leistungssteigerung bei gleichbleibend hoher Qualität zu erreichen. Für dieses Verfahren sind zusätzliche Geräte für die exakte Dosierung des flüssigen Stickstoffs entwickelt worden. Wirtschaftlich ist das INCAL[®] Verfahren vor allem, wenn die Randbedingungen wie z.B. Profilform, Maßhaltigkeit, Werkzeugkonstruktion und die Gesamtanlage eine deutliche Steigerung der Pressgeschwindigkeit zulassen.

Aluminium-Strangpressen

Strangpressen ist ein Umformverfahren zur Herstellung von Halbzeugen (Stangen, Rohre, Voll- und Hohlprofile). Die Herstellung eines Profilstranges erfolgt dadurch, dass ein vorgewärmter Block unter hohem Druck durch ein Werkzeug gepresst wird. Durch die vielseitige Gestaltungsmöglichkeit des Werkzeuges können auch sehr komplizierte Profilstränge hergestellt werden (Bild 1).

Von den möglichen Strangpressverfahren (direkt, indirekt, hydrostatisch) wird bei der Herstellung von Aluminium-Profilen fast ausschließlich das „direkte Strangpressen“ eingesetzt.

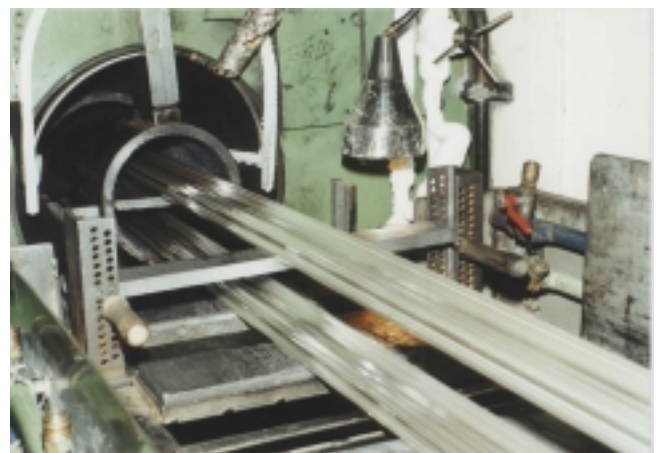


Bild 1: Strangpressen

Der Block besitzt einen von der Größe der Strangpressanlage abhängigen Durchmesser. Die Länge wird je nach gewünschtem Profil-

strang variiert. Bis auf einen Pressrest wird der Block durch die Matrize gedrückt und zum Profilstrang umgeformt. Block, Blockaufnehmer und Werkzeugsatz (Matrize, Stützwerkzeug, Druckplatte, Druckring) werden vorgewärmt. Je höher die Blocktemperatur gewählt wird, umso geringer ist die erforderliche Presskraft. Allerdings darf je nach Legierung eine bestimmte Temperatur nicht überschritten werden, da sonst metallurgische Probleme auftreten (z.B. Bildung von Warm- oder Querrissen im fertigen Profilstrang). Durch das Umformen des Blockes entsteht in der Matrize neben der vorgegebenen Wärme eine zusätzliche Umform- und Reibungswärme, die die Temperatur des austretenden Profilstranges noch erhöht.

Die Beherrschung des gesamten Temperaturhaushaltes einer Strangpresse ist äußerst kompliziert und entscheidend für die Pressgeschwindigkeit und die Qualität des austretenden Profilstranges.

Strangpresswerkzeuge

An die Matrize werden besonders hohe Anforderungen gestellt. Da von ihr in erster Linie die Maßhaltigkeit und die saubere, riefenfreie Oberfläche des Profilstrangs abhängt. Sie wird hohen Temperaturen und Drücken ausgesetzt und unterliegt einem hohen Verschleiß. Die Werkzeugtechnik ist weit entwickelt, so wird z.B. durch Nitrieren der Matrizenauflfläche eine Härtesteigerung erreicht, die zu einer Erhöhung der Verschleiß- und Abriebfestigkeit führt. (Bild 2)



Bild 2: Werkzeugsatz

Kühlen beim Strangpressen

Die Herstellung des Profilstranges erfordert einerseits bestimmte Temperaturen, andererseits führen aber zu hohe Temperaturen zu einer Schädigung des Stranges. Daher ist man bestrebt, durch einen gezielten Kühlmiteleinsetz die beim Umformen zusätzlich entstehende Umform- bzw. Reibungswärme abzuführen. Durch die Kühlung soll eine Leistungssteigerung erreicht werden, ohne dass die Qualität des erzeugten Produktes beeinträchtigt wird. Im Besonderen darf neben den Festigkeitseigenschaften die Maßhaltigkeit und die Oberflächengüte des Produkts nicht verschlechtert werden .

Eine Reihe von Patenten hat die Kühlung der Matrize mit Wasser zum Inhalt. Als weitere Kühlmedien sind Pressluft, Kohlensäure und Stickstoff bekannt. Praktische Bedeutung hat heute nur der Einsatz von flüssigem Stickstoff, wobei sowohl die kühlende als auch vor allem die inertisierende Wirkung genutzt wird.

Verbesserung der Oberflächenqualität des Profilstranges

Wird eine Strangpresse ohne Stickstoff betrieben, so kommt der sehr warme Profilstrang

nach dem Austritt aus der Matrize sofort mit Luftsauerstoff in Berührung. Je nach Legierung kann der Sauerstoff mit den Legierungsbestandteilen (im Besonderen mit Magnesium) an der Strangoberfläche oxidieren und sichtbare Oberflächenfehler erzeugen. Außerdem bewirkt der Luftsauerstoff Oxidablagerungen an der Matrize, die dann vom austretenden Profilstrang mitgerissen werden und als ungleichmäßige Oberflächenfehler erscheinen. Diese Nachteile werden durch den Einsatz von Stickstoff vermieden, wobei in der Regel schon die Inertisierung allein erfolgreich ist. Im praktischen Betrieb hat sich außerdem gezeigt, dass dabei die Einsatzzeiten der Matrize merklich verlängert werden konnten.

Für diese, heute verbreitete, Einsatzart bietet sich die Ringbrausenkühlung an (Bild 3). Bei diesem System wird über einen Düsenring der Stickstoff im Pressenmaul auf den Profilstrang geleitet. Die meisten Anwender setzen flüssigen Stickstoff ein, um neben der Inertisierung noch eine gewisse Kühlung zu erreichen. Der Vorteil der Ringbrausenkühlung liegt in der einfachen, unkomplizierten und preiswerten Anbringung und Handhabung. Eine Steigerung der Produktionsgeschwindigkeit

ist allerdings nur begrenzt möglich als Folge der beschriebenen Einflüsse auf die Profiloberfläche.



Bild 3.2: Ringdüse

Incal[®] Matrizenkühlung mit flüssigem Stickstoff

Bei der Matrizenkühlung (Bild 4) wird der flüssige Stickstoff in oder nahe an die Matrize gebracht und dort verdampft. Der entstehende gasförmige Stickstoff wird auf den Profilstrang geführt, um dort, wie beschrieben, als Inertgas zur Oberflächenverbesserung beizutragen.

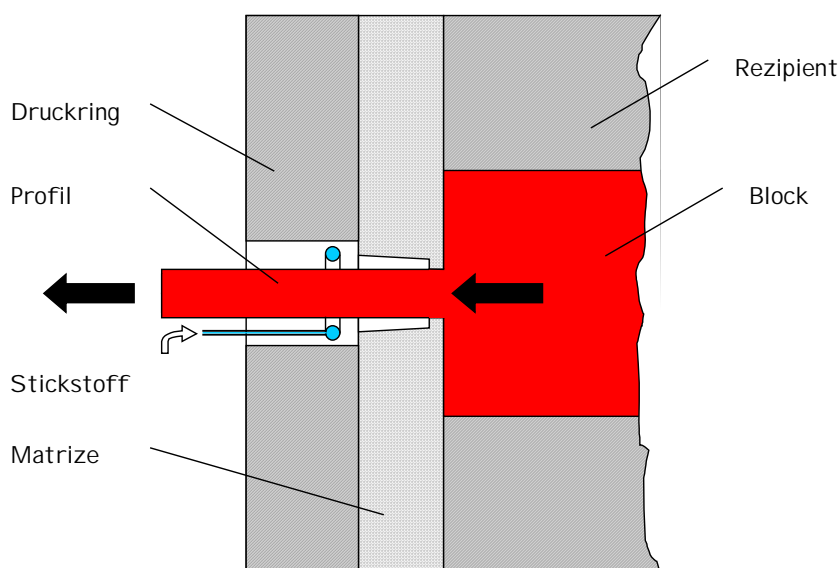


Bild 3.1: Ringdüse

Mit diesem Verfahren ist es möglich, während des Pressvorgangs der Matrize Wärme zu entziehen, um so die Umformwärme ganz oder teilweise abzuführen. Bei optimaler Wärmeabführung ist eine Produktionssteigerung in der Größenordnung von 20 bis 50% erreichbar, je nach Profilform, Werkzeugausführung und Aluminiumlegierung.

Die Matrizenkühlung erfordert einen Mehraufwand bei

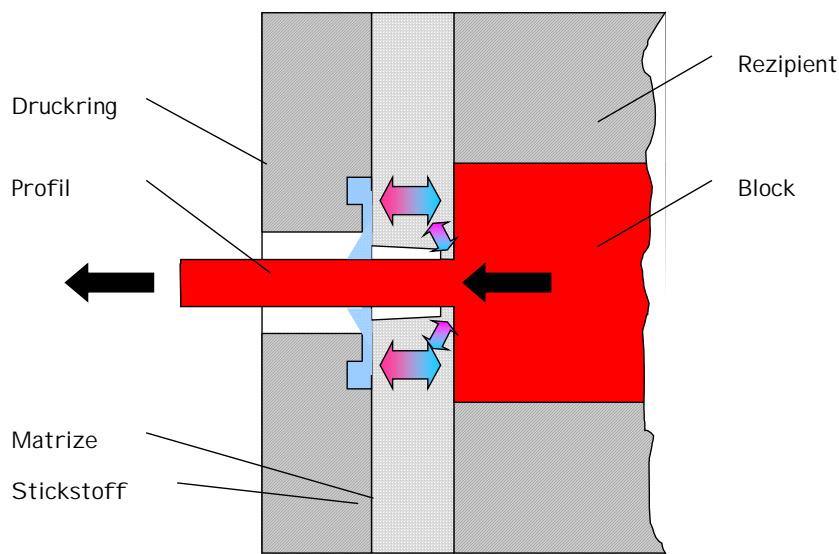


Bild 4: Matrizenkühlung nach dem INCAL® Verfahren

der Werkzeugherstellung. Für jedes Profil müssen genau abgestimmte Kühlkanäle in den Druckring eingebracht werden (Bild 5) Für die funktionsgerechte Wirkungsweise ist es einerseits wünschenswert, dass die Kühlkanäle dicht an der Matrizenlauffläche liegen, um schnell und sicher die Überschusswärme abzuführen, andererseits darf die Matrize nicht zu stark im Querschnitt geschwächt werden.

Kühlmittelzuführung

Die genaue Dosierung des Kühlmittels ist sowohl für die Verfahrenssicherheit als auch für die Wirtschaftlichkeit von entscheidender Bedeutung.

Bei Anwendung der Ringbrause ist die Stickstoff-Zuführung problemlos, da bei nahezu konstantem Vordruck über die Veränderung des Zuflussquerschnitts eine zufriedenstellende, einfache Dosierung möglich ist. Der zwangsläufig in der Zuleitung des flüssigen

Stickstoffs anfallende Gasanteil und somit schwankende Kälteanteil stört dabei nicht.

Bei der Matrizenkühlung darf nicht zuviel Kälte zugeführt werden, da sonst die Matrize „unterkühlt“ bzw. der Profilstrang „eingefroren“ wird. Dann reicht die maximale Presskraft u.U. nicht mehr aus, um eine Umformung durchzuführen. Führt man zuwenig Kälte zu, erwärmt sich das Produkt bei der erhöhten Pressgeschwindigkeit zu stark und wird somit geschädigt.

Die Kühlmittelzufuhr sollte daher über die Presskraft der Strangpresse gesteuert werden und in der Regel nur während der reinen Presszeit geöffnet sein. Mit einer Feineinstellung kann die Kühlmittelmenge für die jeweiligen Pressbedingungen optimiert werden.

Hierzu stehen Laminar-Drosselventile zur Verfügung, die speziell für eine Feinregulierung von tiefkalten flüssigen Gasen entwickelt wurden.

Um das vorzeitige Verdampfen des flüssigen Stickstoffs in der Matrize zu verhindern, muss er vor Einführung in die Matrize entgast und unterkühlt werden, wozu der Gasphasenabscheider und der Unterkühler entwickelt wurden.

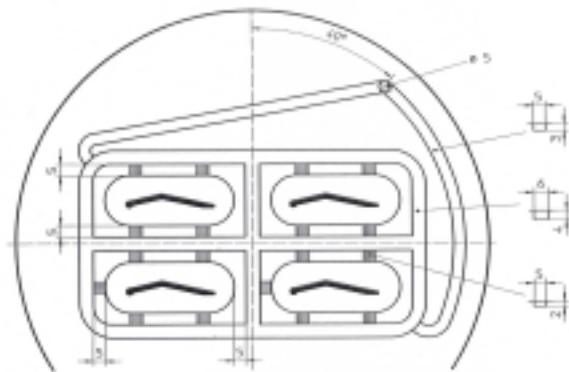


Bild 5: Kühlkanäle

Der Gasphasenabscheider hat die Aufgabe, den in der Stickstoffzuleitung durch Wärmeinstrahlung entstehenden Gasanteil abzuführen, so dass an der Entnahmestelle nur flüssiger Stickstoff ansteht. In Abhängigkeit vom vorhandenen Leitungsdruck stellt sich die zugehörige Siedetemperatur ein. So beträgt z.B. die Siedetemperatur des flüssigen Stickstoffs bei 3 bar_i ca. -182°C, gegenüber -196°C in drucklosem Zustand.

Im Unterkühler (Bild 7) wird nun der flüssige Stickstoff auf Temperaturen unter der Siedetemperatur abgekühlt. Im praktischen Betrieb werden beim Strangpressen Stickstoffzulauftemperaturen von ca. -193°C bei ca. 3 bar_i

Leitungsdruck erreicht. Diese Unterkühlung verhindert eine unerwünschte vorzeitige Vergasung des Kühlmittels in der Zuleitung zur Matrize und stellt somit eine gleichmäßige und genau dosierbare Kühlung in den dafür vorgesehenen Kühlkanälen sicher.

Stickstoff Zuleitung

Für die Zuleitung des flüssigen Stickstoffs vom Versorgungstank zur Strangpresse können normalisierte Leitungen (Kupfer- oder Polyamidleitungen mit entsprechender Isolierung) oder vakuumisolierte Leitungen eingesetzt werden. Sie unterscheiden sich deutlich in den Isolationswerten und in den Investitionskosten. Eine normalisierte Leitung mit einem lichten Durchmesser von 14 mm hat eine Verdampfungsrate von ca. 0,3 kg Flüssigstickstoff /h m, die bedeutend teurere vakuumisolierte Leitung nur ca. 0,015 kg Flüssigstickstoff /h m. Der Gasanfall ist in einer nicht zu langen Leitung bei der Ringbrausen- kühlung problemlos. Bei der Matrizenkühlung wird der Gasanteil im Gasphasenabscheider abgetrennt. Daher empfiehlt sich bei diesem

Verfahren die Verlegung einer vakuumisolierten Leitung.

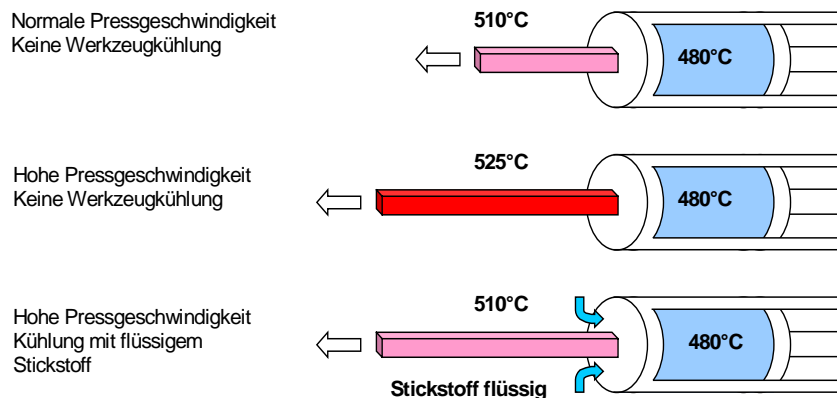


Bild 6: Erhöhung der Pressgeschwindigkeit

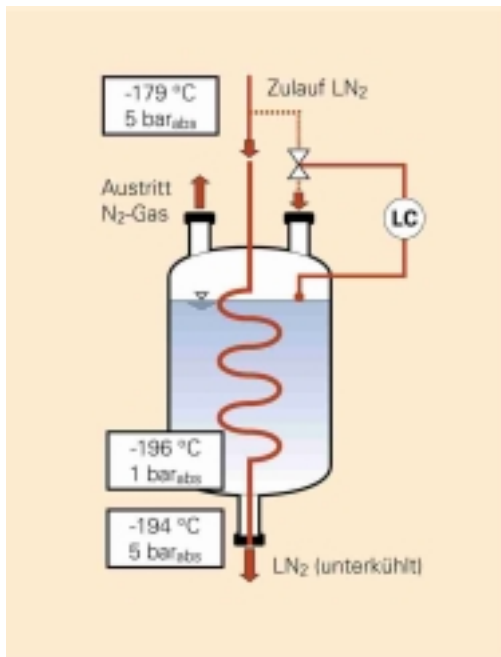


Bild 7: Unterklärer

Je nach Länge der Zuleitung ergeben sich unterschiedliche Verluste durch Verdampfung. In Bild 8 ist der jährliche Verlust dargestellt für eine Leitung mit einem lichten Durchmesser von 14 mm bei zweischichtigem Betrieb.

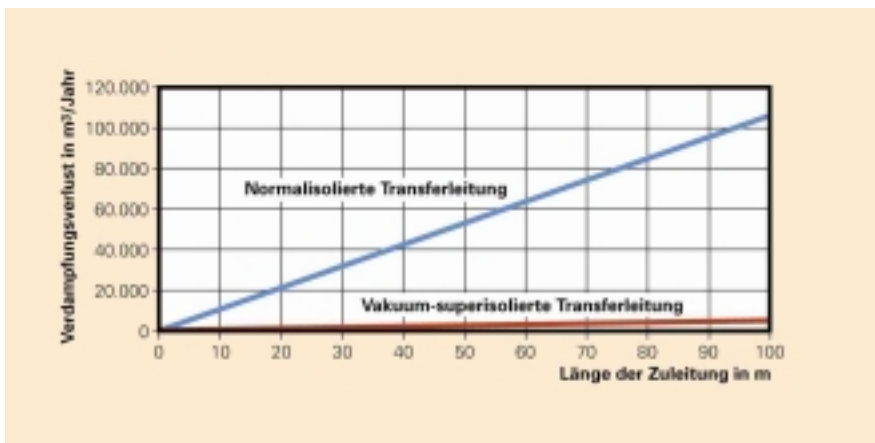


Bild 8: Verdampfungsverluste in der Zuleitung

Fazit

Seit langem sind die positiven Auswirkungen des Einsatzes von Stickstoff beim Aluminium Strangpressen bekannt. Vorgestellt wurde der aktuelle Stand der technischen Möglichkeiten. Die drei wesentlichen Vorteile beim Einsatz

von flüssigem Stickstoff zur Werkzeugkühlung nach dem INCAL[®] Verfahren sind:

- Höhere Pressgeschwindigkeit
- Längere Standzeit des Werkzeugs
- Bessere Oberflächenqualität

Je nach Ihrer Gewichtung wird aus den vorgestellten Alternativen ein maßgeschneidertes Versorgungs-Konzept ausgewählt.

Literatur

- 1) Scharf, G., Aluminium 55 (1979) 3 S. 197
- 2) Akeret, R., Z. Metallkd. Bd. 62 (1971) H.6, S. 451
- 3) Gas aktuell, Messer Griesheim GmbH, 24 (1982), S. 28
- 4) Gas aktuell, Messer Griesheim GmbH, 60 (2001), S. 21