Herausforderungen meistern durch den Einsatz von Premium-Stählen beim Aluminium-Strangpressen

W. Hähnel, Kind & Co.

Für die Performance einer Strangpressanlage sind in hohem Maße die Werkzeugkosten und deren Standzeiten entscheidend. Dabei werden die reinen Werkzeugkosten immer ins Verhältnis zur erreichten Standzeit gesetzt. Weiterhin wird durch den Einsatz von hochwertigen Premiumstählen die Produktqualität gesteigert, weil die Premiumgüte eine höhere Festigkeit und Zähigkeit aufweist. Der Einsatz von Premiumstahl ist auch wirtschaftlicher, da weniger Werkzeuge gewechselt werden müssen und somit eine höhere Verfügbarkeit der Strangpresse gegeben ist. Außerdem ermöglichen Premiumstähle die Herstellung von besonders kritischen Profil-Geometrien.

Werkzeugkosten der Strangpresse werden bestimmt durch folgende Werkzeuggruppen:

- Matrizen und Dornteile
- Pressstempel und feste Pressscheiben
- Rezipienten, Innen- und Zwischenbüchsen als Verschleißteile.

Für alle Werkzeuggruppen werden in diesem Artikel die spezifische Belastung und darauf aufbauend die gewünschten Werkstoffeigenschaften für das Bauteil abgeleitet. Es sind häufig Premiumstähle aus dem Hause Kind & Co. mit genau zugeschnittenem Eigenschaftsprofil, die die Aufgabe am besten und am wirtschaftlichsten lösen. Alle hier aufgeführten Premiumstähle sind von Kind & Co. entwickelt und auf den jeweiligen Anwendungszweck optimiert.

Matrizen und Dornteile

Getrieben durch die Elektrifizierung von Fahrzeugen verstärkt sich der Trend, immer leichtere Alu-Profile einzusetzen. Dieser Trend hin zu dünnwandigeren Profilen erfordert höhere Stabilität für die Matrize, weil höhere Pressdrücke und Temperaturen im Umformprozess auftreten. Damit steigen auch die Belastungen für das Werkzeugpaket, was sich

Mastering challenges in aluminium extrusion through the use of premium steels

W. Hähnel, Kind & Co.

Tool costs and tool life are decisive for the performance of an extrusion line. The pure tool costs are always put in relation to the service life achieved. Furthermore, the use of premium tool steels increases the product quality because the premium grade has a higher strength and toughness. The use of premium tool steel is also more economical because fewer tools have to be changed and thus there is a higher availability of the extrusion press. In addition, premium tool steels enable the production of particularly critical profile geometries.

Tool costs of the extrusion tools are determined by the following groups:

- Extrusion die and mandrel
- Stem and fixed dummy block
- Container, inner and intermediate liner as wear parts.

For all tool groups, the specific load and, based on this, the desired material properties for the component are derived in this article. Very often premium tool steels from Kind & Co. with precisely tailored property profiles that solve the task best and most economically. All premium steels listed here have been developed by Kind & Co. and optimized for the respective application.

Extrusion dies and mandrels

Driven by the electrification of vehicles, there is an increasing trend to use ever lighter aluminium profiles. This trend towards thinner-walled profiles requires higher stability for the die, because higher pressures and temperatures occur in the forming process. This also increases the loads on the die package, which in turn has a negative effect on the service life of the dies and thus increases production costs. To break this negative spiral, Kind & Co. has developed premium tool steels especially for these applications. The well-known premium steels TQ1 and HP1 from Kind & Co. have been used successfully for years.

Well-known aluminium extruders are increasingly using premium steels for dies in the following product groups:

- Filigree aluminium profiles (e.g. cooling fin profiles),
- Large batches as frequently known from the automotive industry (e.g. bumpers, sills),
- Project business, depending on the size and difficulty of the project (e.g. train profiles for the railway).

As a result, the extruder achieves twice the tool life at 15-20% higher tool costs by using TQ1 premium steel. A coordinated nitriding cycle also leads to an even better die service life. Premium tool steels can be nitrided together with standard steels. The nitrided layer on premium tool steels provides a much longer tool life than standard steels. As a rule, the service life of the nitrided layer on TQ1 is twice as long as on good standard steels. Kind&Co has assisted many customers in optimising the nitriding process of premium tool steels to the existing plant technology.

Stems and fixed dummy blocks

Increased extrusion pressures in aluminium extrusion also pose a challenge for extrusion stems and dies. Kind & Co. recommends the premium grade CS1 with higher hardness (54-56 HRc). Due to the toughness of this material despite its high hardness, the stem can work longer in the elastic range. The same applies to dummy blocks, which, from a pressure of above 800 MPa, are made of TQ1 (50-52 HRc). Above a press pressure of 1100 MPa, Kind&Co recommends using



Hohe Beanspruchung eines Pressstempels für eine 68-MN-Presse High stress on a stem for a 68-MN press

stems made of CS1 (54-56 HRc). We observe a trend towards longer stems, which have higher risk of buckling. This must be taken into account when selecting the material. Therefore, Kind & Co. always recommend premium steels from a critical buckling ratio of 1:6 (diameter / length) or higher.

Container, inner and intermediate liners

Containers are exposed to the billet temperature and the extrusion pressure. The materials used must have a high heat resistance in order to cope with the high extrusion pressures. A long service life of containers with a consistently good product quality is supported by a temperature management of the recipient that is matched to the product (profile, aluminium alloy).

The temperature management of a container consists of heating and cooling (air) and it is the goal to provide a uniform temperature distribution in the extrusion direction. As a result, the bore remains as cylindrical as possible, the dummy block leaves a uniformly good 'shirt' and stable production conditions prevail in the extrusion line. Temperature peaks in the centre of the container can be positively influenced by modified heating zones with different heating powers. Intensive temperature differences lead to unstable conditions and to unwanted dimensional changes, e.g. at the shrink fit of each liner.

If modified heating zones are not sufficient, additional air cooling can be installed on the outer diameter of the intermediate liner.

Different cooling zones in spiral design are aligned in axial direction and fed with cold and dry pressurized air. The greatest cooling effect should be achieved locally where the highest temperature peak is to be expected. By separating the cooling zones from each other, the maximum cooling capacity is applied at this point. →

wiederum negativ auf die Standzeiten der Werkzeuge auswirkt und damit die Produktionskosten steigen lässt. Um diese negative Spirale zu durchbrechen, hat Kind & Co. speziell für diese Anwendungen Premium-Werkzeugstähle entwickelt. Seit Jahren werden die bekannten Premiumstähle TQ1 und HP1 von Kind & Co. erfolgreich eingesetzt.

Namhafte Aluminium-Strangpresser setzen verstärkt Premiumstähle für Matrizen bei folgenden Produktgruppen ein:

- bei filigranen Alu-Profilen (Kühlrippenprofile),
- bei großen Losgrößen, wie häufig aus dem Automobilbau bekannt (Stoßstange, Schweller),
- bei Projektgeschäften, abhängig von der Losgröße und dem Schwierigkeitsgrad des Projekts (Zugprofile für die Bahn).

Im Ergebnis erreicht der Strangpresser durch Verwendung von beispielsweise TQ1 Premiumstahl die doppelte Standzeit bei 15-20 Prozent höheren Werkzeugkosten. Ein abgestimmter Nitrierzyklus führt darüber hinaus zu einer noch besseren Standzeit der Matrizen. Premiumstähle können gemeinsam mit Standardstählen nitriert werden. Die Nitrierschicht an Premiumstählen weist eine weitaus höhere Standzeit aus als das bei Standardstählen der Fall ist. In der Regel ist die Standzeit der Nitrierschicht bei TQ1 doppelt so lang wie bei guten Standardstählen. Kind & Co. hat bei vielen Kunden Hilfestellung geleistet, den Nitrierprozess von Premiumstählen auf die vorhandene Anlagentechnik hin zu optimieren.

Pressstempel und feste Pressscheiben

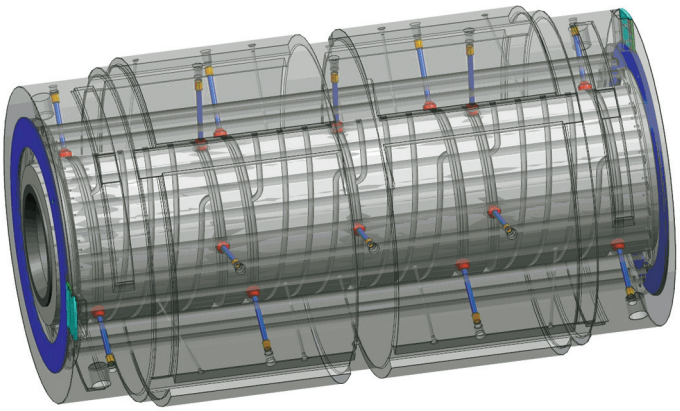
Gestiegene Pressdrücke beim Aluminium-Strangpressen stellt auch eine Herausforderung für Pressstempel und Pressscheiben dar. Kind & Co. empfiehlt hierfür die Premiumgüte CS1 mit höherer Härte (54-56 HRc). Durch die Zähigkeit dieses Werkstoffs trotz hoher Härtelage kann die Pressscheibe länger im elastischen Bereich arbeiten. Ähnliches gilt auch für Pressstempel, die ab einem Pressdruck von ca. 800 MPa aus TQ1 (50-52 HRc) hergestellt werden. Ab einem Pressdruck von 1.100 MPa empfiehlt Kind & Co. Pressstempel aus CS1 (54-56 HRc). Der Anwender setzt immer längere Pressbolzen ein, wodurch die Knickgefahr erhöht wird. Dies ist bei der Werkstoffauswahl zu berücksichtigen. Daher empfiehlt Kind & Co. ab einem kritischen Knickverhältnis von 1:6 (Durchmesser / Länge) grundsätzlich Premiumstähle.

Rezipienten, Innen- und Zwischenbüchsen

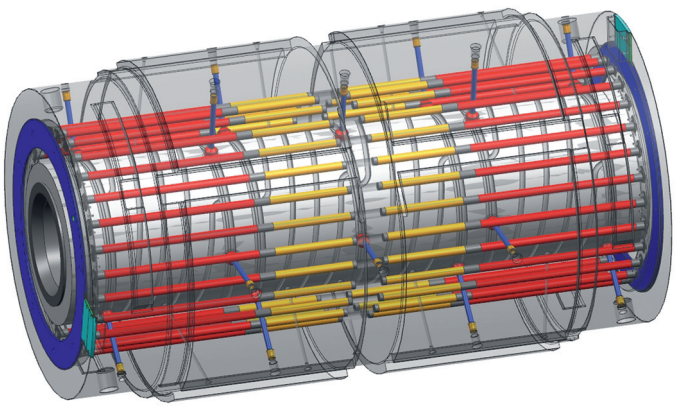
Rezipienten sind der Bolzentemperatur und dem Pressdruck ausgesetzt. Die verwendeten Werkstoffe müssen eine hohe Warmfestigkeit besitzen, um die hohen Pressdrücke beherrschen zu können. Eine hohe Lebensdauer von Rezipienten bei einer gleichmäßig guten Produktqualität wird durch ein auf das Produkt (Profil, Legierung) abgestimmtes Temperatur-Management des Rezipienten unterstützt.

Für das Temperatur-Management eines Rezipienten, bestehend aus Heizen und Kühlen (Luft), liegt das Ziel in einer gleichmäßigen Temperaturverteilung in Pressrichtung. Dadurch bleibt die Bohrung möglichst zylindrisch, die Pressscheibe hinterlässt ein gleichmäßig gutes „Hemd" und es herrschen stabile Produktionsbedingungen in der Strangpresse. Temperaturspitzen im Mittenbereich des Rezipienten können durch veränderte Heizzonen mit unterschiedlichen Heizleistungen positiv beeinflusst werden. Größe Temperaturunterschiede führen zu unstabilen Zuständen und zu ungewollten Maßveränderungen, zum Beispiel am Schrumpfsitz der Büchsen.

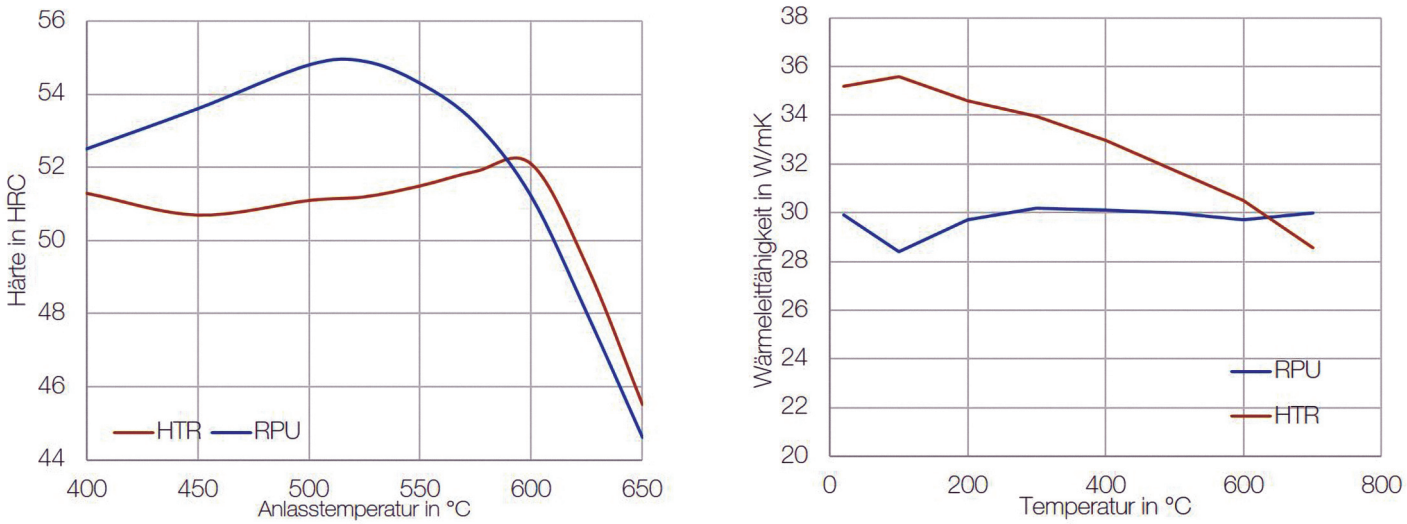
Falls veränderte Heizzonen nicht ausrei-



Moderner dreiteiliger Rezipient mit drei Kühlzonen und vier Heizzonen
Modern design for 3-piece container including 3-zone cooling system



Optimales Temperatur-Management mit vier Heizzonen
Optimal temperature management with 4-zone heating system



Die Premium-Güte HTR für Zwischenbüchsen bietet eine höhere Anlassbeständigkeit und Wärmeleifähigkeit im Vergleich zum Standardwerkstoff RPU

Premium grade HTR for intermediate liner offers higher tempering resistance and thermal conductivity compared to the standard material 1.2367/RPU

chen, kann zusätzlich eine Luftkühlung am Außendurchmesser der Zwischenbüchse installiert werden.

Bei einer Luftkühlung werden in axialer Richtung unterschiedliche Kühlzonen in spiraler Ausführung verwendet und mit kalter und trockener Kompressorluft gespeist. Dabei sollte der größte Kühleffekt örtlich dort erfolgen, wo die zu erwartende höchste Temperaturspitze vorliegen wird. Durch voneinander getrennten Kühlzonen wird an dieser Stelle die maximale Kühlleistung aufgebracht.

Ein schockartiges Kühlen sollte vermieden werden, um den Stahl des Mantels vor Spannungsrissen zu schützen. Die konstruktive Auslegung eines gekühlten Rezipienten birgt ein gewisses Risiko durch die einzubringenden Kühlbohrungen. Das sollte im Einzelfall gegen die Vorteile für die Temperaturverteilung abgewogen werden. Auf schräge Bohrungen muss jedoch in jedem Fall verzichtet werden: Bohrungen sollten senkrecht zur Rezipienten-Achse eingebracht werden, um Spannungen zu minimieren.

Als Trägerwerkstoff für die vorwiegend auf dem Außendurchmesser der Zwischenbüchse verwendete Luftkühlung hat Kind & Co. die Premiumgüte HTR entwickelt. Diese verfügt über eine deutlich höhere Anlassbeständigkeit und Wärmeleitfähigkeit gegenüber den Standardstählen. Beide Eigenschaften verlängern die Standzeit der Zwischenbüchse.

Kind & Co. empfiehlt für Innenbüchsen im Aluminium-Strangpressen den Premiumstahl Q10, der sich mittlerweile bei über 50 Prozent aller neuen Innenbüchsen etabliert hat. Seine sehr gute Zähigkeit ermöglicht eine Härte von 50-53 HRc. Dadurch bleiben Dichtflächen stabiler und der Büchsenverschleiß der Bohrung wird minimiert.

Grundsätzlich wird die Konstruktion der Werkzeuge mithilfe einer FEM-Analyse optimiert. Kind & Co. verfügt über Erfahrungen aus den vielen durchgeführten Untersuchungen aus dem eigenen Werkstofflabor sowie aus den mehr als 300 „Umbüchsern“ jährlich. Dieses Zusammenspiel aus theoretischer Berechnung, großem Erfahrungsschatz und Dialog mit Strangpressern führt langfristig zu einer verbesserten Standzeit von Rezipienten.

Fazit

Durch die Verwendung immer leichterer Aluminium-Profile wächst der Anspruch an die Qualität der Werkstoffe und Werkzeugtechnik. Die Standardwerkstoffe USN/1.2343 oder USD/1.2344 reichen in vielen Fällen nicht mehr aus, um den Anforderungen im Markt gerecht zu werden. Aus diesem Grund ist der Einsatz von Premiumstählen wie TQ1 für Matrizen wegen seiner höheren Standzeit wirtschaftlicher.

Auch der Anspruch an die Qualität der Werkstoffe für die Herstellung von Pressstempeln steigt durch höhere Pressdrücke. Aus diesem Grund empfiehlt Kind & Co. den Premiumstahl CS1 für Pressstempel.

Der Premiumstahl HTR eignet sich besonders für Zwischenbüchsen, um eine bessere Warmfestigkeit und Wärmleitfähigkeit zu erzielen.

Innenbüchsen, bestehend aus dem Premiumstahl Q10, haben sich wegen einer besseren Standzeit im Markt durchgesetzt.

Autor

Werner Hähnel ist Vertriebsleiter Werkzeugstahl / Strangpressen, Rohrtechnik bei Kind & Co., Edelstahlwerk, GmbH & Co. KG in Wiehl.

Shock-like cooling should be avoided in order to protect the steel of the mantle from cracks. The constructive design of a cooled container involves a certain risk due to the cooling holes to be inserted. This should be consideredagainst the advantages for temperature distribution in each individual case. However, slanted bores must be avoided in any case: Holes should be drilled perpendicular to the container axis to minimise stresses.

Kind & Co. has developed the premium grade HTR as the carrier material for the air cooling used mainly on the outer diameter of the intermediate liner. This grade has a significantly higher tempering resistance and thermal conductivity compared to standard steels. Both properties extend the service life of the intermediate liner.

Kind & Co. recommends the premium steel Q10 for inner liners in aluminium extrusion, which is now established in over 50% of all new inner liners. Its very good toughness enables a hardness of 50-53 HRc. This keeps sealing surfaces more stable and minimises liner wear on the bore.

Generally, the design of the tools is optimised with the help of an FEM analysis. Kind&Co has experience from the many investigations carried out in its own materials laboratory as well as from more than 300 relining services per year. This interaction of theoretical calculations, long time experience and dialogue with extruders leads to an improved service life of containers in the long term.

Conclusion

Due to the use of increasingly lighter aluminium profiles, the demand on the quality

of materials and tooling technology is growing. In many cases, the standard materials USN/1.2343 or USD/1.2344 are no longer sufficient to meet the demands of the market. For this reason, the use of premium tool steels such as TQ1 for dies is more economical because of its longer service life and better product quality.

The demand on quality of the materials for the production of extrusion dies also increases due to higher extrusion pressures. For this reason, Kind & Co. recommends the premium tool steel CS1 for extrusion stems.

The premium steel HTR is particularly suitable for intermediate liners to achieve better heat resistance and thermal conductivity.

Inner liner consisting of the premium steel Q10 have become established in the market because of a better service life.

Author

Werner Hähnel is director of Sales Tool Steel / Extrusion, Tubing at Kind & Co., Edelstahlwerk, GmbH & Co. KG in Wiehl, Germany.

→