

ALUMINIUM

Sonderdruck aus...
Originally published in...
ALUMINIUM · 80 (2004) 5

Optimale Bolzenerwärmung im Strangpressbetrieb

Optimum billet heating
for extrusion operations



I. A. S.

INDUKTIONS-ANLAGEN+ SERVICE GMBH & Co. KG

Am Großen Teich 16 u. 27 · 58640 Iserlohn

Tel: 0 23 71 / 43 46-0 Fax: 0 23 71 / 43 46-43

eMail-Adressen: verkauf@ias-gmbh.de · technik@ias-gmbh.de

internet.homepage: <http://www.ias-gmbh.de>

Optimale Bolzenerwärmung im Strangpressbetrieb

Optimum billet heating for extrusion operations

St. Beer, Iserlohn

Die richtige Bolzentemperatur ist von zentraler Bedeutung für einen wirtschaftlichen und qualitätsgerechten Strangpressbetrieb. Die Problematik des Anwärmprozesses unterscheidet heute in der Regel zwei Teilaufgaben: Die Erwärmung des Bolzens auf Presstemperatur und die Erzeugung eines axialen Blocktemperaturprofils (Taper), welches die Erwärmung während des Umformprozesses derart kompensiert, dass ein isothermer Pressprozess erreicht wird. Wie sich – abhängig von der jeweiligen Situation im Presswerk – diese Ziele optimal erreichen lassen, wird nachstehend an aktuellen Beispielen aus Sicht der in Iserlohn ansässigen I.A.S. diskutiert.

Die Randbedingungen, denen ein Presswerk Rechnung tragen muss, unterscheiden sich. Unterschiedliche Losgrößen, das Spektrum zu verarbeitender Werkstoffe, angestrebtes Marktsegment, wirtschaftliche Überlegungen – diese

und eine Reihe weiterer Punkte müssen bei der Festlegung der jeweils richtigen Erwärmungsstrategie berücksichtigt werden.

In den letzten Jahren sind die prozesstechnischen Anforderungen der Temperaturführung bei der Erwärmung von Aluminiumbolzen stetig gestiegen. Ebenso ist aufgrund einer immer höheren Bandbreite bezüglich Einsatzmaterialien, Losgrößen letztlich eine erheblich stärkere Flexibilität bei den Erwärmungsöfen gefordert.

Grundsätzlich werden heute von Seiten der Presswerke folgende Anforderungen an die Erwärmungsanlagen gestellt:

- Prozesssicherheit,
- Flexibilität hinsichtlich Legierungen und Blocklängen,
- Wirtschaftlichkeit,
- geringer Platzbedarf,
- Zukunftssicherheit hinsichtlich Erweiterungen und Berücksichtigung etwaiger Änderungen in dem Einsatzmaterial.



Bild 1: Übersicht einer kombinierten Blockerwärmungsanlage mit Gasöfen, Warmschere und induktiv beheizten Einbolzenöfen (Bilder: I.A.S.)

Fig. 1: View of a combined billet heating unit with gas furnace, hot shear and inductively heated single-billet furnace (photos: I.A.S.)

The correct billet temperature is of central importance for economical and high-quality extrusion operations. The heating process problem nowadays as a rule has two aspects: heating the billet to extrusion temperature, and producing in it an axial temperature profile (taper) which compensates the heat generated during deformation so that isothermal extrusion takes place. How these objectives can best be achieved – depending on the situation in the extrusion plant – is discussed below with reference to actual examples installed by I.A.S.

In fact, the boundary conditions to be taken into account in an extrusion plant are different in practically every case. Different batch sizes, the range of materials to be processed, the target market segment, economic considerations – all these and many other points must be borne in mind when establishing the appropriate heating strategy in each case.

In recent years the process-technology requirements for temperature control during the heating of aluminium billets have been getting continually more demanding. Likewise, the constantly increasing range of alloys used and the batch size variation ultimately demand furnaces of considerably greater flexibility.

Basically, from the standpoint of the extrusion plant the heating units must satisfy the following requirements:

- process reliability,
- flexibility in relation to alloys and billet lengths,
- economy,
- small space occupation,
- certainty about the future, in relation to extensions and allowance for any changes in the materials used.

In light of this range of requirements, induction furnaces have in recent years again become increasingly important. Compared with gas furnaces, the most important advantage of an induction furnace is its very great flexibility and the relatively small amount of space it occupies. The advantages of great flexibility and reproducible heating results outweigh the somewhat higher energy costs compared with purely gas-fired billet heating units.

In recent years the electro-technical design of induction furnaces has also undergone many changes, which have now once more brought them to a commanding position among the heating equipment. Modern switchgear with continuously adjustable power transistors*), low-loss and wear-free switches and modern billet handling concepts provide many possibilities for the permanent adaptation of induction furnace technology to the requirements of the case.

As matters stand at present, there are essentially three alternatives for billet heating:

1. Fuel-fired heating with integrated hot shears.
2. Combined billet heating, with gas-fired rapid preheating furnaces and induction units.
3. Billet heating using induction only.

In fuel-fired heating a temperature profile can be produced in the sheared billet with the aid of head heating equipment. However, it must be said that flexible and quick modification of the set values is not very simple in practice. An alternative that can be mentioned here is to produce the temperature profile by partial cooling, but this has not so far gained practical importance. It is also true that process reliability is not easily achieved with this method.

*) ALUMINIUM 79 (2003) 6, p. 475/78

Angesichts dieses Anforderungsspektrums hat der Induktionsofen in den letzten Jahren wieder verstärkt an Bedeutung gewonnen. Sein wichtigster Vorteil ist die im Gegensatz zum Gasofen extrem große Flexibilität bei gleichzeitig geringem Platzbedarf. Dabei wiegen die Vorteile einer extrem flexiblen und reproduzierbaren Erwärmung die etwas höheren Energiekosten im Vergleich zu einer reinen gasbeheizten Blockerwärmungsanlage auf.

Auch in der elektrotechnischen Konzeption sind bei den Induktionsofen in den letzten Jahren viele Veränderungen berücksichtigt worden, die dem Induktionsofen heutzutage wieder einen erhöhten Stellenwert in dem Erwärmungskonzept einräumen. Moderne Schaltanlagenkonzepte mit stufenlos regelbaren Transistorleistungsteilen*), verlustreduzierte und verschleißfrei arbeitende Schaltanlagen sowie moderne Blockhandlingskonzepte zeigen die vielfältigen Möglichkeiten auf, die Induktionsofentechnik permanent an die Anforderungen anzupassen.

Nach dem heutigen Stand der Technik stehen zur Blockerwärmung im wesentlichen drei Alternativen zur Verfügung:

1. Die brennstoffbeheizte Erwärmung mit integrierter Wärmeschere,
2. die kombinierte Bolzenerwärmung mit Gasschnellanwärmöfen und Induktionsanlagen,
3. die Bolzenerwärmung mit Induktionsanlagen.

Bei der brennstoffbeheizten Erwärmung lässt sich ein Temperaturprofil im abgescherten Bolzen mit Hilfe einer Kopfbeheizung erzeugen. Allerdings muss hier angemerkt werden, dass eine flexible und kurzfristige Sollwertänderung in der Praxis nicht so einfach zu realisieren ist. Eine Alternative, die bislang allerdings noch keine praktische Bedeutung erreicht hat, ist an dieser Stelle die Erzeugung des Temperaturprofils durch parti-

*) ALUMINIUM 79 (2003) 6, S. 475/78

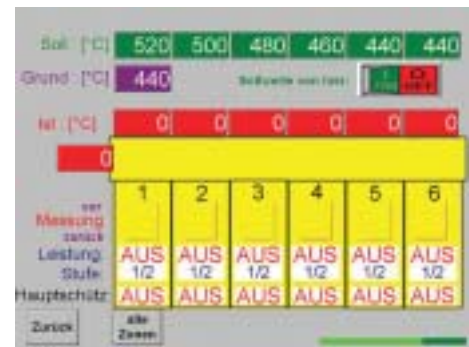


Bild 2: Übersicht Bedienmaske bei einem 6 Zonen Einbolzenofen

Fig. 2: View of the operating screen in a 6-zone single-billet furnace

elles Kühlen zu erwähnen. Auch hier gilt, dass die Prozesssicherheit nicht einfach sicherzustellen ist.

Kombinierte Bolzenerwärmung mit Gasschnellanwärmöfen und Induktionsanlage

Aufgrund der angeführten Vorteile hat sich in den letzten Jahren bei vielen Anwendungen die Kombination einer Gaserwärmung mit nachgeschalteter Wärmeschere und mehrzonigen Induktionsofen bewährt. Die Grunderwärmung findet mit einem konventionellen Mehrzonengasofen statt, während die definierte Feineinstellung der Temperatur mit einem mehrzonigen Induktionsofen erfolgt. Dieses Anlagenkonzept wurde u.a. in den letzten Jahren durch I.A.S. bei folgenden Kunden realisiert:

- Weseraluminium: 25 MN Pressenlinie,
- F.W. Brökelmann: 20 MN + 27MN Pressenlinien,
- Corus Aluminium: 28 MN + 37.5 MN Pressenlinie,
- Corus Aluminium: 20 MN Presse mit Kurtaper,
- Honsel: 22 MN Presse,
- Erbslöh: 20 MN + 44 MN Pressenlinie

Prinzipiell ist bei dieser Erwärmungsvariante die Prozesskette wie folgt gegliedert: Die Aluminiumstangen sind in einem Blockmagazin, je nach Legierungstyp, eingelagert. Gemäß Pressprogramm werden die Aluminium-



Bild 3: Ansicht 6 Zonen Einbilzen-induktionsofen System (TEM-Pro-Heater)

stangen in dem Gasofen vorgewärmt und mit der Warmblockschere auf die notwendige Blocklänge angepasst. Dann erfolgt die Feineinstellung auf die gewünschte Blocktemperatur mit axialen Temperaturgradienten. Vorteilhaft bei diesem System ist die hohe Flexibilität innerhalb des Prozesses. Der gewünschte Temperaturgradient kann sofort auf den angeforderten Block angepasst werden. Ebenso werden Pressenstillstände sehr gut kompensiert. Des Weiteren können die Anforderungen an den Gasofen niedriger ausfallen. Der Gasofen muss hier nur eine Grundtemperatur liefern, um das Warmscheren des Aluminiumlogs zu ermöglichen. Aufgrund der niedrigeren Betriebstemperaturen reduziert sich dabei auch das Verschleißverhalten beim Gasofen.

Die definierte Feineinstellung der Temperatur erfolgt im Induktionsofen, wobei über standardisierte Kommunikationsbaugruppen alle erforderlichen Daten der Presse zur Verfügung gestellt werden können. So sind beispielsweise die Pressen von Weseraluminium, Erbslöh, Brökelmann und Honsel mit Cadex ausgestattet.

Bei allen erwähnten Anlagen gibt es weiterhin die Möglichkeit, die Ofenanlagen unabhängig voneinander zu betreiben. Durch se-

Fig. 3: View of a 6-zone single-billet induction furnace system (TEM-Pro-Heater)

parate Blockeinschleusungen auf den Quertransport können auch bei Kleinstserien die Blöcke individuell in die Erwärmungslinie eingeschleust werden.

Die mehrzonigen Induktionsofen sind in jedem Fall so bemessen, dass die zur Verfügung stehende Leistung ausreicht, eine ausreichende Anzahl Blöcke von Raum- auf Presstemperatur zu erwärmen.

Darüber hinaus bietet dieses Prinzip Vorteile, wenn es darum geht, die Anlage bei einer späteren Pressenmodernisierung oder Produktumstellungen auf einen höheren Durchsatz kostengünstig zu erweitern.

Weiterhin ist anzumerken, dass moderne Pressensteuerungen wie Cadex, MoMas, Bredaext etc. heute auch besondere Anforderungen an den Erwärmungsprozess stellen. Diese sind, wie die Erfahrung zeigt, aufgrund der Wirkungsweise eines Induktionsofens mit diesem Aggregat sehr gut zu erledigen. Im Zusammenspiel mit diesen Steuerungssystemen lassen sich aufgrund der verbesserten Temperaturführung mit mehrzonigen Induktionsofen starke Produktivitätszuwächse verzeichnen.

Hinzu kommt, dass die Werkzeugbelastung reduziert wird.

Alternativ gibt es noch den An-

Combined billet heating, with a gas-fired rapid preheating furnace and induction units

Owing to the advantages indicated, in recent years the combination of gas heating with subsequent hot shearing and a multi-zone induction furnace has proved its worth in many applications. The basic heating takes place in a conventional, multi-zone gas furnace, and then the defined, fine adjustment of the temperature is done in the multi-zone induction furnace. This plant concept has been applied by I.A.S. in recent years, at the following customers among others:

- Weseraluminium: 25 MN extrusion line
- F.W. Brökelmann: 20 MN and 27 MN extrusion lines
- Corus Aluminium: 28 MN and 37.5 MN extrusion lines
- Corus Aluminium: 20 MN press with short taper
- Honsel: 22 MN press
- Erbslöh: 20 MN and 44 MN extrusion lines.

In principle, in this heating variant the process chain is divided as follows: The aluminium logs are stored in a billet store according to alloy type. In accordance with the extrusion programme, the aluminium logs are preheated in the gas furnace and cut to the required billet length by the hot shear. Fine adjustment to the desired billet temperature with an axial temperature gradient then takes place. The advantage of this system is its great in-process flexibility. The desired temperature gradient can immediately be adapted to the billet required. Press downtimes are also compensated effectively. Furthermore, the demands made on the gas furnace are less stringent, since it only has to provide a basic temperature high enough to enable the shearing of the aluminium log. Owing to the lower operating temperatures, wear phenomena in the gas furnace are also reduced.

The defined fine temperature ad-



Bild 4: Zwei parallel angeordnete Einbolzen-Induktionsöfen mit individuell regelbaren Heizzonen

Fig. 4: Two single billet induction furnaces with individually adjustable heating zones

wendungsfall, dass anstelle der eingesetzten Warmschere vorge-sägte Bolzen verwendet werden. Diese Möglichkeit wird teilweise dort eingesetzt, wo aufgrund der eingesetzten Blockabmessungen die Warmschere nicht praktikabel ist. Oder der Fertigungsprozess mit dem Endprodukt erlaubt kein Warmscherenkonzept. Nachteilig ist in diesem Fall die Tatsache, dass bei kleineren Losgrößen die Blockverfolgung aufwändiger wird. Hinzu kommt, dass bei Werkzeugbruch unter Umständen ein erhöhter Umstellungsaufwand erforderlich ist.

Bolzenerwärmung mit Induktionsanlagen

Dieses Anlagenkonzept wurde durch I.A.S. in jüngerer Zeit unter anderem an der 12,5 MN-Pressen bei Erbslöh, bei Aluminiumwerk Unna AG oder bei Alcan installiert. Es hat sich vor allem dort bewährt, wo es darum geht, eine maximale Flexibilität zu erreichen.

Hierbei ist der sogenannte Hochleistungsöfen mit mehrlagiger Wicklung und mit mehreren axial angeordneten Heizzonen Stand der Technik. In der Regel sind jedoch aufgrund der Durchsatzlimitierung beim Einbolzen-

öfen mehrere - in der Regel zwei bis drei - Öfen parallel angeordnet.

Bild 4 zeigt zwei parallel angeordnete I.A.S.-Einbolzen-Induktionsöfen mit individuell regelbaren Heizzonen.

Dieser Anlagentyp hat allerdings den Nachteil, dass aufgrund der Leistungsdichteverteilung mit Verkürzung der Blocklänge der Durchsatz abnimmt. Es gibt jedoch Abhilfemöglichkeiten mit sogenannten Boostermodulen. Dieses Prinzip wurde bereits im Jahr 2000 bei einem deutschen Presswerk realisiert. Hier wird mit einer elektronischen Schaltanlage die Leistungsdichte mit abnehmender Blocklänge erhöht, um den Durchsatz bei kürzeren Blocklängen zu verbessern.

Eine andere Lösung ist der sogenannte "lange Induktionsöfen mit integrierter Taperzone". Dieser Ofen entspricht grundsätzlich dem in der Vergangenheit eingesetzten Induktionsöfen, der als Durchstoßofen arbeitet. Durch Integration von mehreren unabhängig regelbaren Heizzonen in die Auslaufzone wird die Möglichkeit geschaffen, den Bolzen mit einem axialen Temperaturprofil zu beaufschlagen. Um diese Lösung einsetzen zu können, sind vorge-sägte Bolzen notwendig. Eine Lösung in Verbindung mit einer

justment takes place in the induction furnace, standardised communications elements being used to provide all the necessary press data. For example, the presses of Weseraluminium. Erbslöh, Brökelmann and Honsel are equipped with Cadex.

In all the plant mentioned, the furnace units can be operated independently of one another. By separate billet charging via the transverse transport system, billets can be loaded individually in the heating line even with very small production runs.

In each case the multi-zone induction furnaces are of a size such that the power available is enough to heat a sufficient number of billets from ambient to the extrusion temperature.

Moreover, this principle has advantages when, during a later press modernisation or product conversion, the plant has to be cost-effectively extended to give higher throughput.

It should also be noted that modern press control systems such as Cadex, MoMAS, Bredaext, etc., nowadays make special demands on the heating process. Experience shows that these can be satisfied very well by induction furnaces because of the way they work. In combination with such control systems, marked productivity increases can be achieved with multi-zone induction furnaces thanks to the improved temperature management.

Die loading is also reduced.

An alternative procedure is that instead of using hot shears, billets previously sawn to length can be used. This option is sometimes appropriate when hot shearing is not practicable because of the size of the billets, or when the production process and its end product do not allow hot shearing. A disadvantage in this case is that with small production runs the billet sequencing is harder to follow. Besides, if the die fractures its replacement is often more difficult and expensive.

Billet heating with induction units

This plant concept has recently been installed for the 12.5 MN press at Erbslöh, at Aluminiumwerk Unna AG and at Alcan. It has proved its worth above all where maximum flexibility is called for.

The state of the art in this context is the so-termed high-power furnace with multi-layer windings and several axially arranged heating zones. As a rule, however, due to throughput limitation in single-billet furnaces several furnaces – usually two or three – are arranged parallel to one another.

Fig. 4 shows two I.A.S.-single-billet induction furnaces with individually adjustable heating zones, arranged parallel to one another.

This type of plant, however, has the disadvantage that because of the power density distribution, throughput decreases as the billet length becomes shorter. But the situation can be improved with so-termed booster modules. This principle was already implemented in 2000 in a German extrusion plant, where electronic switchgear is used to increase the power density as the billet length decreases, in order to improve the throughput with shorter billet lengths.

Another solution is referred to as the "long induction furnace with integrated taper zone". This furnace essentially resembles the induction furnaces used in the past which worked as push-through furnaces. Integration of several independently adjustable heating zones in the exit area enables the billets to be provided with an axial temperature profile. For this solution to be used, pre-sawn billets are needed. A solution in combination with a downstream hot shear is not as a rule practicable because of the necessarily higher proportion of idle time.

As regards the heating process, there are two different working methods:

Short-stroke throughput cycles combined with a subsequent, resistance-heated equalisation

chamber.

Throughput cycles each one billet length long, this usually being the preferred method.

In relation to process control this furnace design has certain limitations, for example if there are different alloys and longer interruptions for production technology reasons. In addition, the greater difficulty of billet sequencing must be borne in mind as well as the wear of the billet against the slide rails (which entails slightly higher maintenance costs).

Fig. 5 shows a view of a push-through induction furnace with three segments and a subsequent, resistance-heated equalisation chamber and integrated downstream multi-zone induction furnace (bypass and in-line operation). These furnace types essentially represent the main equipment variants. In contrast, there are countless and sometimes very different solutions for billet handling, each designed for the job at hand.

Conclusions and trends

To ensure that optimum and flexible temperature adjustment is achieved, at present the multi-zone induction furnace is the most appropriate means. Preheating can take place either electrically or with gas.

How has billet heating developed over the past years? The demands on heating units have become increasingly strict. This applies on the one hand in the application context in relation to flexibility, and on the other hand in terms of process reliability.

Modern heating equipment must be able to provide various alloys and billet lengths for extrusion, in a reliable and economic way. Batch sizes and fields of application are becoming more variable all the time.

In regional terms it certainly applies that requirements in northern and western Europe are the most demanding. This is based, for one thing, on high labour costs

nachgeschalteten Warmschere ist aufgrund der zwangsläufig höheren Nebenzeitanteile in der Regel nicht praktikabel.

Hinsichtlich des Erwärmungsprozesses gibt es zwei unterschiedliche Wirkungsweisen:

Durchtakten mit einem kleinen Hub in Verbindung mit einer nachgeschalteten widerstandsbeheizten Ausgleichskammer,
 Durchtakten um jeweils eine Blocklänge, dies ist in der Regel ein gängiges Verfahren.

Diese Ofenausführung bedingt hinsichtlich der Prozessführung einige Einschränkungen, z.B. bei unterschiedlichen Legierungen und bei längeren Unterbrechungen aus produktionstechnischen Gründen. Weiterhin ist der erhöhte Aufwand bei der Blockverfolgung in Rechnung zu stellen sowie auch der Abrieb des Bolzens an den Gleitschienen (was einen geringfügig erhöhten Wartungsaufwand mit sich bringt).

Bild 5 zeigt in der Ansicht einen Durchstoß-Induktionsofen mit drei Ofensegmenten und nachgeschalteter widerstandsbeheizter Ausgleichskammer sowie die Integration eines nachgeschalteten mehrzonigen Induktionsofens (Bypass- und Inlinebetrieb). Diese Ofentypen stellen grundsätzlich die prinzipiellen Ausstattungsvarianten dar. Bei dem Blockhandling hingegen gibt es zahllose, zum Teil stark differierende Lösungen, die sich immer nach der Aufgabenstellung richten.

Schlussfolgerungen und Trends

Um die Anforderungen einer möglichst optimalen und flexiblen Temperatureinstellung gewährleisten zu können, ist der mehrzonige Induktionsofen heutzutage die sinnvollste Möglichkeit. Die Vorerwärmung kann elektrisch oder mit Gas erfolgen.

Wie hat sich die Bolzenerwärmungstechnik in den letzten Jahren entwickelt? Die Anforderungen an die Blockerwärmungsanlagen haben sich zunehmend er-



Bild 5: Kombinierte Induktionsofenanlage mit induktiver Vorerwärmung und nachgeschalteten TEM-Pro-Heater

Fig. 5: Combined induction furnace unit with inductive preheating and a subsequent TEM-Pro-Heater

höht. Dies gilt zum einen in dem Anwendungsbereich hinsichtlich Flexibilität und in der Prozesssicherheit.

Moderne Erwärmungsanlagen müssen in der Lage sein, unterschiedliche Legierungen und Blocklängen prozesssicher und wirtschaftlich für den Strangpressbetrieb zur Verfügung zu stellen. Die Losgrößen sind dabei kleiner und die Anwendungsbe- reiche vielfältiger geworden.

Regional muss man sicherlich berücksichtigen, dass die Anforderungen in Nord und Westeuropa am größten sind. Das ist zum einen in den hohen Personalkosten begründet, wodurch der Automatisierungsgrad gerade in den letzten Jahren stark erhöht wurde.

Zum anderen sind sicher die gestiegenen Anforderungen von den Endkunden der Grund, die Prozesse stetig zu verbessern und zu optimieren.

Tendenziell ist zu erkennen, dass durch diese Anforderungen der Druck auf die Presswerke, die noch nicht auf solch einem technischen Level arbeiten, ansteigen werden. Des weiteren ist ganz klar zu erkennen, dass weltweit eine erhöhte Nachfrage nach technologisch hochstehenden Lösungen zu verzeichnen ist. Dies ist in erster Linie eine Folge der fortschreitenden Globalisierung. So sind beispielsweise durch I.A.S. bereits einige Aufträge in Fernost realisiert worden, die exakt diese vorstehend genannten Forderungen erfüllen.

Eine Trendwende ist nicht abzusehen. Vielmehr wird die Leistungselektronik in noch stärkerem Maße Einzug in die Anlagenaus- rüstung finden. Mit dieser besonderen Schaltanlagentechnik, wir bezeichnen unsere Anlagen als "ITN-Ausführung", lassen sich speziell in Verbindung mit solchen Aufgabenstellungen äußerst flexible Erwärmungsprozesse abbilden. Daneben steht in Zusammen- arbeit mit dem Kunden eine per- manente Detailverbesserung an, um z.B. den zur Zeit schon recht geringen Wartungsbedarf weiter zu reduzieren. Ein weiterer inter- essanter Aspekt ist weiterhin der Einsatz sogenannter Diagnosesys- teme, wie sie aus der Automobil- technik bekannt sind. Hierdurch sind gezielte Wartungsarbeiten nach Bedarf möglich.

Autor

Dipl.-Ing. Stefan Beer (1967) ist ge- schäftsführender Gesellschafter der Fir- ma I.A.S. in Iserlohn.

which have led to a marked in- crease in automation levels in re- cent years. On the other hand, stricter demands from end custom- ers have certainly made it neces- sary to improve and optimise the processes continually.

The perceptible trend is that these demands have increased pressure on extrusion plants which are not yet working at so high a technical level. It is also quite clear that all over the world there is in- creasing demand for technologi- cally high-grade solutions. This is mainly the result of progressive globalisation. For example, al- ready some contracts have been implemented by I.A.S. in the Far East, which fully satisfy the re- quirements mentioned earlier.

This trend is not likely to reverse. Rather, power electronics will be- come even more firmly established in plant and equipment. With the special switchgear technology in question – we refer to our units as "ITN-designed" – exceptionally flexible heating processes can be achieved especially in the context of such work.

Besides, in collaboration with customers the details are being im- proved all the time, for example to reduce the already quite modest maintenance needs still further. Another interesting aspect is the use of so-termed diagnosis systems such as those known from automo- tive technology. This would enable appropriate maintenance work to be carried out as necessary.

Author

Dipl.-Ing. Stefan Beer (1967) is the pro- prietor and Managing Director of the company I.A.S. in Iserlohn.

