

**ZASTOSOWANIE MASZYN MATEMATYCZNYCH
W ZARZĄDZANIU I STEROWANIU
PROCESAMI TECHNOLOGICZNYMI
W HUTNICTWIE ŻELAZA I STALI**

Materiały konferencyjne

STOWARZYSZENIE INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW PRZEMYSŁU HUTNICZEGO W POLSCE
CENTRALNA SEKCJA AUTOMATYKÓW

**ZASTOSOWANIE MASZYN MATEMATYCZNYCH
W ZARZĄDZANIU I STEROWANIU
PROCESAMI TECHNOLOGICZNYMI
W HUTNICTWIE ŻELAZA I STALI**

Materiały konferencyjne

SPIS TREŚCI

<p>A. HAUBRUCK Die Entwicklung der Datenverarbeitung im technischen Bereich eines HÜTTENWERKES</p>	5
<p>J. Babiak Kompleksowy system zarządzania Hutą Katowice</p>	19
<p>W. Łączny Problemy kompleksowego sterowania przygotowaniem wsadu spiekalniczego w warunkach uśredniania statycznego i dynamicznego</p>	25
<p>G. Griesshammer Steuerungskonzept des Dosiervorganges in Automatischen Müllieranlagen</p>	35
<p>W. Łączny, E. Skauba System kompleksowego sterowania procesem przygotowania mieszanki spiekalniczej</p>	52
<p>G. Griesshammer Organisation der Transportvorgänge bei Automatisierten Müllieranlagen unter besonderer Berücksichtigung der Störfälle</p>	62
<p>P. Buglione Process computer control for LD steel shops of Italsider Taranto works</p>	72
<p>C. Bollwien, J. Wolfram, R. Knauer, H. Heubach Das Prozessrechnersystem eines bodenblasenden Sauerstoffkonverters</p>	91
<p>St. Maciukiewicz Modelowanie wydajności procesu konwertorowo-tlenowego</p>	100
<p>M. Korfel Modele matematyczne do optymalnego sterowania nagrzewaniem wlewków w piecach wgłębnych oraz kęsisk płaskich w piecach przepychowych</p>	106

J. Rąbalski	
Operacyjny system sterowania procesem nawrotnego walcowania taśmy stalowej	115
M. Korfel	
Systemowa minimalizacja postojów walcarki w układzie produkcyjnym stalownia - walcownia	129
A. Palvölgyi, L. Sajben	
Mathematisches Modell und Anwendung der EDV bei der Rekonstruktion einer Breitband-Fertigstrasse	138
J. Baxa	
Zkušenosti s využitím počítaču v operativním řízení Výroby válcoven za tepla podniku Vitkovice	149
S. Gárdonyi, L. Edelényi	
Computer Manufacturing Control Process of High-Alloy Steel Profil Rolling Mills	153
TWUHP Praha	
Struktura počítaču c československém hutním průmyslu	160
St. Szeleźnik	
Elementy rachunku kosztów w systemie zmechanizowanego i elektronicznego przetwarzania danych	167

A. HAUBRUCK

DIE ENTWICKLUNG DER DATENVERARBEITUNG IM TECHNISCHEN
BEREICH EINES HÜTTENWERKES - EINSATZBEISPIELE UND
ÜBERLEGUNGEN FÜR EINE LANGFRISTIGE RECHNERSTRATEGIE

Gegenstand dieses Vortrages ist die kurzgefasste Entwicklung der Datenverarbeitung im technischen Bereich eines grossen Hüttenwerkes, und zwar der August Thyssen-Hütte AG im Duisburg. Es ist beabsichtigt, schwerpunktmässig in zeitlicher Folge diejenigen Ereignisse herauszustellen, die als besondere Problemlösungen für typische Anforderungen angesehen werden können. Darauf aufbauend sollen einige Überlegungen für eine Rechnerstrategie dargelegt werden, die sich aus den Besonderheiten des technisch orientierten Rechnereinsatzes in der Hüttenindustrie und den Erfahrungen der vergangenen 10 Jahre auf der August Thyssen-Hütte AG für die Zukunft ableiten lassen.

Werke und Produktionsanlagen der ATH

Die August Thyssen-Hütte AG produziert mit rd. 35 000 Beschäftigten auf einer Gesamtfläche von rd. 11 km² im wesentlichen Flach- und Profilerzeugnisse, für die eine gemeinsame Roheisen- und Stahlbasis besteht. Sie ist Holding des Gesamtkonzerns und gleichzeitig seine bedeutendste Produktionsgesellschaft. Das Aktinkapital der ATH in Höhe von rd. 1 Mrd. DM liegt in den Händen von rd. 125 000 Aktionären.

Der Produktionsfluss beginnt bei den eigenen Hafenanlagen mit einer Lagerkapazität von gut 1,2 Mio t und einer Umschlagleistung von etwa 26 Mio t pro Jahr. Der Transport von Erzen - vorwiegend aus Schweden, Brasilien und Liberia - erfolgt von Rotterdam aus zum grössten Teil auf dem Rhein mit Schubeinheiten.

In drei Hochofenwerken mit vorgeschalteten Sinteranlagen erschmolzen 12 Hochöfen Roheisen für die Stahlwerke und 3 weitere Hochöfen Spezialroheisen. Der jüngste dieser Hochöfen hat einen Gestelldurchmesser von 14 Metern.

Drei Oxygenstahlwerke und ein SM-Stahlwerk bilden die Stahlbasis und erzeugten im Geschäftsjahr 1973/74 Mio t Rohstahl. Die Konvertergrössen liegen bei 380, 260 und 120 t. Der Rohstahl wird im normalen Standguss bis 40 t Brammengewicht und einer Rundbogenstranggiessanlage für Brammen bis 2050 mm Breite vergossen. Zur Zeit werden zwei weitere Stranggiessanlagen, eine zweistrangige für Brammen und eine sechstrangige für Vorblöcke, gebaut.

Die Walzwerkskapazität ist, nach Flach- und Profilerzeugnissen gegliedert, den Stahlwerken nachgeschaltet. Es stehen 5 Block- bzw. Brammenstrassen mit entsprechend vorgeschalteten Tieföfen zur Verfügung. Schweres Halbzeug und schwere Profile werden an 4 Halbzeug- und Profilstrassen, leichtes Halbzeug,

kleine Profile und Stabstahl an 3 Mittel- und Feineisenstrassen gewalzt. Für die Flachprodukte stehen eine Grobblechstrasse, 2 Warmbreitbandstrassen, 3 Kaltbreitbandstrassen und eine Breitflachstahlstrasse sowie nachgeschaltete Warmscherenlinien und Warmbandspaltanlagen zur Verfügung. Die Oberflächenveredelung reicht von der vollkontinuierlichen Feuerverzinkung an 3 Anlagen über die elektrolytische Verzinkung bis zur Kunststoffbeschichtung.

Die elektrische Energie wird in 2 Kraftwerken mit zusammen 7 Maschinenblöcken im Verbund mit dem öffentlichen Netz zu etwa 95 % selbst erzeugt. Auch der für die Stahlerzeugung in den Oxygenstahlwerken benötigte Sauerstoff wird mit einem Reinheitsgrad bis 99,5 % in zwei eigenen Sauerstoffanlagen gewonnen.

Die Entwicklung der Datenverarbeitung im technischen Bereich

Abweichend von der üblichen Entwicklung begann die Geschichte der maschinellen Datenverarbeitung bei der ATH im technischen Bereich und bereits 1927. Schon um diese Zeit wurden Lochkartenmaschinen für das Auswerten von Thomasschmelzberichten eingesetzt. Diese konventionellen Maschinensätze wurden bis zum Ende der 50er Jahre an verschiedenen Betriebsstellen im wesentlichen für die Auftrags- und Materialflusssteuerung systematisch ausgebaut. Damit war zu Beginn der elektronischen Datenverarbeitung Anfang der 60er Jahre die Basis einer zunächst dezentralen Organisationsform vorgegeben.

Für den Aufbau und Ausbau der elektronischen Datenverarbeitung im technischen Bereich waren aus der Sicht kommerzieller Aufgabenstellungen eine Reihe weiterer Besonderheiten zu beachten, zum Beispiel

- unterschiedliche Aufgabentypen wie
 - . Messwerterfassung und Prozessautomation
 - . Auftrags- und Materialflusssteuerung
 - . Technisches Berichtswesen und Operations Research
- unterschiedliche Rechnertypen und Programmiersprachen
- höhere Sicherheitsanforderungen
- exaktes Timing insbesondere bei Inbetriebnahme neuer Produktions-einrichtungen

Diese Umstände zwangen zu einer ingenieurmäßig pragmatischen Vorgehensweise, die eine kurzfristig realisierbare gute Lösung dann vorzieht, wenn eine bessere in absehbarer Zeit nicht verwirklicht werden kann.

Im Rahmen dieser Vorgehensweise wurde - um nun einige für uns bedeutsame Ereignisse aufzuzählen - 1962 damit begonnen, in einem Werksbereich für im wesentlichen Halbzeug- und Profilerzeugnisse ein umfassendes Siemens-Selex-System zu installieren. Dieses Datenerfassungssystem umspannt den gesamten Werksbereich vom Hafen bis zur Versandabteilung einschliesslich Auftragsbearbeitung, Labor und Abnahme. Mit insgesamt rd. 50 Selex-Stationen und rd. 450 Einzelgeräten wie Blattschreibern, Tastaturen und Ein-/Ausgabegeräten für beschriftete Lochstreifenkarten ist dieses System auch heute noch für die Datenerfassung und Materialflussverfolgung in Betrieb. Zur Zeit erfolgt der Anschluss on-line an den vorhandenen Rechner Siemens 4004, um eine sofortige logische Kontrolle der erfassten Daten zu ermöglichen.

1965 ging mit dem Bau einer Erzumschlaganlage der erste on-line-Rechner der ATH zur direkten Überwachung aller Materialbewegungen in Betrieb. Dieser Rechner, eine Zuse Z 25, ist bisher fast 70 000 Stunden im Einsatz. Diese Installation wurde inzwischen schritthaltend mit dem weiteren Ausbau der Erzumschlaganlage wesentlich erweitert, insbesondere durch die Vorschaltung von zwei Kleinrechnern, auf die später noch allgemein eingegangen wird. Über 26 angeschlossene Bandwaagen sowie Spezialtastaturen, Fernschreiber und Ziffernanzeigen werden sämtliche Bewegungen für alle MÜllerstoffe erfasst und gesteuert. Hierfür ermittelt der Rechner nach Eingabe von Erzsorte und Ziel den jeweils günstigsten Bandweg. Weiterhin werden die Bestände der Läger und Feinerzschichten maschinell geführt, Dispositionsübersichten nach Mengen, Sorten, Preisen des Mischgutes und nach Analysen geschrieben sowie auf Anforderung Vorausberechnungen für die Feinerzschichten zur Erreichung einer bestimmten Soll-Analyse vorgenommen. Alle betrieblichen Vorgänge werden lückenlos protokolliert, Durchsatz- und Bestandsberichte je Schicht, Tag, Dekade und Monat ausgegeben sowie gewisse Überwachungsfunktionen ausgeübt.

1966 war die Errichtung des Werkes Beeckerwerth mit einem Oxygenstahlwerk, einer Warmbreitbandstrasse, einer Kaltbreitbandstrasse und einer vollkontinuierlichen Bandverzinkungsanlage zunächst abgeschlossen. Wegen des zusätzlichen Materialverbundes mit den anderen Werksbereichen wurde ein schnellerer Datenaustausch zwischen den einzelnen Rechenzentren erforderlich. Die konventionellen Maschinensätze waren inzwischen längst durch Rechenanlagen der zweiten Generation ersetzt, so dass es keine nennenswerten Schwierigkeiten bereitete, einen Datenaustausch über das Werkstelefonnetz vorzunehmen. Die Übertragungsgeschwindigkeit betrug 2400 Baud, und es konnten die Anlagen in vier Rechenzentren durch entsprechende Telefonwahl beliebig miteinander Daten von Kernspeicher zu Kernspeicher austauschen.

1967 wurde erstmals ein Rechnersystem in Betrieb genommen, das aus drei gekoppelten Zentraleinheiten bestand. Drei Zuse Z 25-Anlagen konnten in Taktfrequenz, d. h. mit der maximal erreichbaren Übertragungsrate Daten und Programme austauschen. Sie waren ausserdem - und auch das war damals noch nicht gerade alltäglich - gemeinsam an einen grossen Plattenspeicher angeschlossen, über den sie ebenfalls Daten gepuffert austauschen und Dateien gemeinsam nutzen konnten. Mit dieser Installation, für die das Betriebssystem im wesentlichen selbst geschrieben wurde, wurde entsprechend unserer pragmatischen Vorgehensweise ganz allgemein bezweckt, ein komplexes Aufgabengebiet sinnvoll zu segmentieren, die Inbetriebnahme schrittweise vorzunehmen und die Risiken ganz allgemein zu verringern.

Einer der drei gekoppelten Rechner arbeitet off-line für die Planungsaufgaben der Auftragsabwicklung, auf die wegen ihrer Bedeutung für die Rechnerstrategie noch gesondert eingegangen wird. Die beiden anderen Rechner arbeiten on-line. Der erste erhält vom off-line-Rechner aus der Auftragsbilanzierung die Sollwerte für den nächsten Zeitabschnitt und gibt diese über Tableaus und Fernschreiber direkt an die Steuerstände der Tiefofenanlage und der Universalbrammenstrasse. Die Erfassung der Daten erfolgt ebenfalls on-line über speziell entwickelte Tastaturen und angeschlossene Wiegewaagen. Während der Produktion werden für den Betrieb alle wichtigen

Informationen direkt protokolliert. Die Daten für die weitere Materialflusststeuerung werden an den zweiten on-line Rechner, die Daten für den nächsten Planungszyklus an das übergeordnete Rechnersystem übertragen.

Der zweite on-line-Rechner verfolgt und steuert in ähnlicher Weise den Materialdurchsatz durch das Fertiglager. Mit Hilfe eines sehr schnellen Trommelspeichers ist er in der Lage, in weniger als einer Sekunde die Daten jeder Vorbramme nach Merkmalen wie Auftragsnummer, Abmessung, Schmelz- und Vorbrammennummer oder auch Legerplatz aufzufinden. Über den Bedienungsplatz des Stoffwärters im Steuerstand des Fertiglagers erfasst er jede Materialbewegung, gibt Empfehlungen für die Einlagerung des Zugangs und Auskunft für eine permanente Inventur. Das Walzprogramm für die Warmbreitbandstrasse wird in Kenntnis der genauen Lagersituation so geschrieben, dass die Kranarbeit erheblich verringert wird. Mit Ausdrucken des Walzprogramms im Rechenzentrum werden im Betrieb sofort Reihenfolge und Lagerplatz der benötigten Vorbrammen ausgegeben. Weiterhin erfasst dieser on-line-Rechner jedes verladene Coil im Rohbundlager, ergänzt die dort eingegebenen Daten, schreibt sofort Verladezettel und informiert über Fernschreiber die Ausgangswaage für die Gewichtskontrolle.

1968 wurden die langsamen Fernübertragungseinrichtungen durch Breitband-Übertragungswege mit einer Frequenz von 40,8 kHz abgelöst. Damit war in Verbindung mit den Rechenanlagen der dritten Generation und unter Nutzung der Software für den remote job entry-Betrieb die Voraussetzung erfüllt, insbesondere die grösseren Rechnerprogramme für die Auftragsabwicklung in den einzelnen Werksbereichen von den dezentralen Rechenzentren auf eine Zentralinstallation zu verlagern. Diese Möglichkeiten wurden bei Hardware-Umstellungen nun schrittweise genutzt, um vor allem die Vorteile der Kostendegression grosser Rechenanlagen mit modernen Betriebssystemen zu nutzen.

In diesem Zusammenhang wurde es erforderlich, eine direkte Kopplung zwischen Fremdrechnern herzustellen. Inzwischen war eine kleine Abteilung "Systemtechnik" aufgebaut, deren Aufgabe darin bestand, Entwicklungsarbeiten dann zu leisten, wenn für dringend benötigte elektronische Einrichtungen keine Geräte auf dem Markt zu erhalten waren. Mit Hilfe dieser Spezialisten war es kein Problem, eine direkte Kanalverbindung zwischen einer Zuse Z 25 und einer IBM 360/20 kurzfristig zu realisieren.

Insgesamt befand sich die Datenverarbeitung zu dieser Zeit in einer grösseren Umstellungsphase von einer überwiegend starren Ablauforganisation, die historisch noch durch die Möglichkeiten der Lochkartentechnik bedingt war, auf eine mehr datenbankorientierte Arbeitsweise. Das heisst, die Datenverarbeitung benötigte eine Ruhepause für die Lösung ihrer überwiegend internen Probleme. Andererseits nahmen aber auch die betrieblichen Anforderungen, insbesondere für die Lösung begrenzter kleinerer Probleme ständig zu.

In dieser Situation wurde ebenfalls noch 1968 eine Möglichkeit gesehen, durch den Einsatz von Kleinrechnern Probleme der Gegenwart zu lösen, ohne den Aufbau integrierter Gesamtsysteme in der Zukunft zu blockieren. Der Einsatz von Kleinrechnern bot sich an für:

- kleine Einzweckaufgaben im betriebsnahen Bereich,
- Datenerfassung vor Ort mit dem Vorteil der sofortigen formalen und logischen Datenkontrolle sowie der Erweiterung für
- operative Untersysteme und
- bei Eigenentwicklungen als Ersatz für Hardwarelogik

Es war von vorn-herein klar, dass ein gewisses Mass an Eigenentwicklung erforderlich sein würde, um alle Forderungen mit einem Kleinrechner typ erfüllen zu können. So wurde für einen sehr preiswerten und in seiner Logik einfachen Kleinrechner ein fest zu verdrahtendes Mikroprogramm entwickelt.

Dieses gestattet den Simultanbetrieb der Ein-/Ausgabegeräte unabhängig vom Anwenderprogramm und vor allem die Programmierung in einer leistungsfähigen Programmiersprache, die auf die besonderen Anforderungen im technischen Bereich zugeschnitten ist. Zusätzlich wurde ein Assembler geschrieben, der die Umwandlung der symbolisch geschriebenen Programme auf IBM-Anlagen ermöglicht. Auch eigene Hardwareentwicklungen wurden vorgenommen, z. B. für die Kopplung untereinander und an Fremdrechner sowie den Anschluss ebenfalls selbstentwickelter Betriebstastaturen.

1969 bot sich mit Inbetriebnahme eines neuen Oxygenstahlwerkes die erste grössere Einsatzmöglichkeit für die Kleinrechner. Hier wurden einem Prozessrechner Siemens 305 drei Kleinrechner vorgeschaltet. Diese sind den Produktionsbereichen Mischerbetrieb, Schrottplatz und Konverterbetrieb sowie Gless- und Strippbetrieb zugeordnet und mit speziellen Eingebetastaturen, Lochkartenlesern, Fernschreibern, Ziffernanzeigen sowie Gleis- und Kranwaagen verbunden.

Der Zentralrechner ermittelt nach einem statischen Modell für jede Schmelze die Einsatzstoffe, wie Roheisen, Schrott und Zuschläge, und übermittelt Sollwerte an die Kleinrechner. Diese geben die Sollvorgaben bedienungsgerecht an die Steuerleute weiter, erfassen und überprüfen die Istwerte, bilanzieren Materialbewegungen, führen Zwischenbestände, drucken Betriebs- und Fehlerprotokolle und geben komplettierte Datensätze an die übergeordnete Anlage zurück.

Durch die erstmals gewählte Strategie, auch einem Prozessrechner Kleinrechner mit begrenzten Teilaufgaben vorzuschalten, wurde erreicht, dass ausserst wichtige Funktionen für das Stahlwerk bereits mit der ersten Schmelze rechnerunterstützt durchgeführt wurden, während der übergeordnete Prozessrechner mit seinen sehr komplexen Aufgaben erst nach einer üblichen Stabilisierungsphase uneingeschränkt on-line in Betrieb genommen werden konnte.

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz von Kleinrechenanlagen sei aus dem Bereich der Prozessüberwachung genannt. Im Zusammenhang mit dem Ausbau einer der beiden Warmbreitbandstrassen wurde 1971 die Forderung gestellt, entlang der Strasse etwa 5000 Stürmeldekontakte im Abstand von 5 ms zu überwachen. Um diese hohe zeitliche Auflösung zu gewährleisten, wurde jeweils 500 Kontakten ein Kleinrechner zugeordnet.

10 Kleinrechner, die als Unterstationen dezentral in den einzelnen Schalthäusern installiert sind, interpretieren Kontaktänderungen als Alarmmeldungen, wichtige Meldungen oder Betriebsmeldungen und leiten diese direkt

an zwei übergeordnete Kleinrechner weiter. Diese werten die Meldungen aus, versehen sie mit Klartext und drucken entsprechende Protokolle für das Wartungspersonal. Hierdurch ergibt sich an Vorteilen, dass Unregelmäßigkeiten in elektrischen Antriebssystemen bereits vor dem Auftreten von Störungen erkannt und durch Speicherung der Meldungen später exaktere Aussagen über den Störungsverlauf und die mögliche Störungsursache gemacht werden können.

Parallel zu den Arbeiten im betriebsnahen Bereich hatte auch der Ausbau des zentralen Rechenzentrums wesentliche Fortschritte gemacht. Hier wurde inzwischen fast das gesamte übergeordnete Berichtswesen für den technischen Bereich sowie fallweise Aufgaben des Operations Research abgewickelt. Für die Materialverfolgung war eine Datenbank entstanden, die nach Produktionsbereichen geordnet die Materialdaten über alle Produktionsstufen verkettet und so lange im direkten Zugriff hält, bis das Materialstück in irgendeiner Stufe das Werk verlässt. Erst dann werden die Daten komplett vom Stahlwerk bis zum Versand archiviert, um später für Grosszahluntersuchungen die Datenselektion wesentlich zu erleichtern. Für die Auswertungen selbst und das Arbeiten mit dieser Datenbank und dem Datenarchiv wurde ein leistungsfähiges Verfahren der normierten Programmierung und Programmsteuerung entwickelt.

Hardware- und Software der Zentralinstallation wurden systematisch für die Stapel-Fernverarbeitung und den remote job entry-Betrieb ausgebaut, um in einem Rechnerverbundsystem bereichsüberdeckende integrierte Lösungen zu ermöglichen.

Das heutige hierarchische Rechnerverbundsystem

Im nächsten Bild ist das heutige Rechnerverbundsystem dargestellt. Das Herz dieses Gesamtsystems ist das Rechenzentrum Bruckhausen mit zwei IBM-Anlagen 370/158 und 370/145. Zu dem Gesamtsystem gehören

- ein Doppelrechnersystem Siemens 306, das Anfang 1973 für den neuen Grosshochofen im Hochofenwerk Hamborn in Betrieb genommen wurde. Mit diesen Prozessrechnern sind als Untersysteme die Zuse Z 25 mit zwei vorgeschalteten Kleinrechnern in der Erzumschlaganlage sowie eine IBM /7 für die Messwerterfassung an einer weiteren Hochofengruppe verbunden.
- im Werksbereich Bruckhausen der Prozessrechner Siemens 305 im Oxygenstahlwerk mit den drei vorgeschalteten Kleinrechnern sowie zwei IBM 360/20-Anlagen im Warmbandbereich und im Kaltbandbereich. Diese 360/20-Anlagen sind nach mehreren Übergangsinstallationen die verbliebenen Reste der einstigen autarken Rechenzentren. Sie sind nur mehr noch als schnelle Terminals mit Eigenlogik anzusehen, die kleinere Arbeiten für die betriebliche Materialflusssteuerung noch selbständig ohne Belastung der Zentralinstallation abwickeln können.
- im Werksbereich Beeckerwerth das noch erweiterte Zuse Z 25-System mit inzwischen ebenfalls vorgeschaltetem Kleinrechner und einer gekoppelten IBM 360/20-Anlage
- im Werk Süd ebenfalls eine IBM 360/20 für den Kaltbandbereich. Die IBM 370/135 dient z. Zt noch dem praktisch völlig unabhängig arbeiten-

den System der Auftragsabwicklung für die Grobblechatrasse. Diese Arbeiten werden im Rahmen einer Neuorganisation ebenfalls zentralisiert werden können.

- ein IBM-Terminal 2780 im rund 135 km entfernten Werk Finntrop für die Aufgaben der Produktionsplanung an der dortigen Bandverzinkungsanlage
- im Werksbereich Ruhrort im wesentlichen eine Siemens 4004 mit dem Siemens Selex-System und ein Prozessrechner Siemens 305 für eine Hochofengruppe
- mehrere Terminals IBM 2780 und Data 100 für Aufgaben der Forschung und der Ingenieurabteilung sowie für Programmierarbeiten der eigenen dezentralen Programmiergruppen.

Mit den inzwischen gewonnenen Erfahrungen und einer Hardware-Normschnittstelle stellt der Anschluss weiterer auch beliebiger Fremdrechner kein Problem mehr dar. Als Betriebssystem wird zur Zeit noch OS-MFT in Verbindung mit HASP und TECAM gefahren.

In dem Gesamtsystem sehen wir eine Rechnerhierarchie, die schematisch im nächsten Bild dargestellt ist, d. h. wir unterscheiden drei Ebenen des Rechereinsatzes für

- prozessnahe Anwendungen
- operative Steuerungsaufgaben und
- übergeordnete Aufgaben

Bei den prozessnahen Anwendungen machen wir aus Gründen der Zweckmäßigkeit bei der Arbeitsabgrenzung zwischen den Fachabteilungen noch einen Unterschied zwischen Anlagenautomation und Prozesssteuerung. Bei der Anlagenautomation handelt es sich nach unserer Vorstellung um den Einsatz kleinerer Rechanlagen auf der untersten Rechnebene, die als integrierte Bestandteile von Produktionseinrichtungen angesehen und im Prinzip auch durch eine fest verdrahtete konventionelle Steuerlogik ersetzt werden können. Sie sind auf elementare Zielgrößen ausgerichtet und enthalten noch kein Modell wie der Prozessrechner, der die Steueranweisungen erst aus komplexen Führungsgrößen entwickeln muss.

Die mittlere Rechnebene dient der operativen Steuerung. Hierunter verstehen wir solche Rechnerfunktionen, die der Steuerung komplexer Abläufe und Vorgänge insofern dienen, als die auszugebenden Informationen zur Aufrechterhaltung der Produktion und des Materialflusses unbedingt benötigt werden. Wesentliche Aufgabe dieser Rechner ist also die Auftrags- und Materialflusssteuerung, auf die wegen ihres starken Einflusses auf die Rechnerstrategie noch gesondert eingegangen werden muss.

Die obere Rechnebene dient übergeordneten Planungsaufgaben, dem technischen Berichtswesen, dem Operations Research und der Lösung beliebiger Sonderaufgaben.

Natürlich lassen sich die Grenzen zwischen diesen drei Ebenen nicht ganz scharf ziehen, wie durch die vorletzte Spalte zum Ausdruck gebracht werden soll, aber eine solche Systematik erweist sich doch als nützlich für grundsätzliche Überlegungen einer zukünftigen Rechnerstrategie. Im nächsten Bild ist entsprechend der Zusammenhang zwischen den Aufgabentypen, den Eigenschaften der Daten und den Anforderungen an Dateiverwaltungssysteme tendenziell

dargestellt. Wichtig erscheint uns insbesondere, eine möglichst klare Trennungslinie zwischen Informationssystemen einerseits und Steuerungssystemen andererseits zu ziehen. Inwieweit bei fortgesetzter Zentralisierung eigenständige Rechenanlagen auf der mittleren Ebene auch noch in Zukunft eine Berechtigung haben werden, hängt weitgehend von den Methoden der Auftragsabwicklung ab.

Methoden der Auftragsabwicklung

Bei der Auftragsabwicklung in der Eisenhüttenindustrie handelt es sich um eine Aufgabe von besonderer Problematik, wie sie in anderen Industriezweigen nicht anzutreffen ist. So umfasst der Stofffluss in einem Hüttenwerk sowohl Strecken mit Zwangsfluss als auch solche, in denen die einzelnen Materialstücke hinsichtlich Einsatzreihenfolge und Auftragszuordnung disponibel sind. Er umfasst weiterhin Läger, die sowohl aus technologischen als auch aus dispositiven Gründen erforderlich sind. Die Produktion erfolgt überwiegend auftragsgebunden und reicht je nach Produktpalette von der Massen- bis zur Einzelfertigung.

Die besonderen Schwierigkeiten liegen allgemein darin, einen praktikablen Weg zu finden, um einerseits den terminlichen und qualitativen Anforderungen der wechselnden Auftragsituation zu genügen, als auch eine quasi-kontinuierliche und anlagengerechte Belegung der nicht taktgleich arbeitenden, sehr kapitalintensiven Produktionsaggregate zu ermöglichen. Dabei wird ein möglichst geringer Umlauf - und Lagerbestand angestrebt. Auch gilt es, einen Regelalgorithmus zu finden zwischen der planerischen Notwendigkeit, möglichst grosse Mengen für eine Optimierung heranzuziehen, und einer schnellen Reaktion auf dann unvermeidlich auftretende Abweichungen infolge nicht kalkulierbarer betrieblicher Unwägbarkeiten.

Die heutigen Verfahren der Auftragsabwicklung sind im wesentlichen noch durch batch processing und feste Planungszyklen gekennzeichnet. Bei der ATH beträgt dieser Planungszyklus 24 Stunden, d. h. einmal täglich findet zum Stand 22 Uhr eine Bilanzierung der Gesamtheit der Materialbestände gegen die Gesamtheit des Auftragsbestandes statt. Dieser Planungslauf erstreckt sich entgegen der Fertigungsrichtung über alle Produktionsstufen. Ergebnisse eines jeden Planungslaufes sind :

- der errechnete Vormaterialbedarf bis zum Rohstahl,
- die Produktionsvorgaben für die einzelnen Fertigungsstufen für die nächsten 24 Stunden,
- das technische Berichtswesen über Erzeugung, Ausbringen und Bestandsveränderungen der letzten 24 Stunden sowie
- detaillierte Übersichten über den Stand der Auftragserfüllung.

Die wesentlichen Vorteile dieses Verfahrens liegen in der hohen Zuverlässigkeit der terminlichen Auftragserfüllung. Diese wird durch die Flexibilität der Auftragszuordnung erreicht, d. h. soweit irgend möglich, wird bei jedem Planungslauf das Vormaterial als kommissionslos angesehen und entsprechend der Auftragsituation neu angebonden. Auf diese Weise wird es z. B. möglich, Vormaterial an später eingegangene Aufträge hoher

Priorität zu binden, das an sich für Aufträge geringerer Priorität bereits produziert ist. Auch die Auswirkung von Materialausfällen auf die terminliche Auftragsbefüllung kann so erheblich vermindert werden.

Die Beschränkungen dieses Systems liegen einerseits darin, dass der Wettbewerb die stärkere Beachtung immer diffizilerer Anforderungen in qualitativer und technologischer Hinsicht fordert und damit die Möglichkeiten der flexiblen Materialzuordnung einschränkt. Um dennoch die terminliche Auftragsbefüllung nicht zu verschlechtern, ist andererseits eine Verkürzung der Reaktionszeiten und damit der Planungszyklen erforderlich. Einer Verkürzung der Planungszyklen sind aber wegen der Methodik der Stapelverarbeitung Grenzen gesetzt. Auch einige andere Forderungen, die heute an ein modernes Auftragsabwicklungssystem gestellt werden, lassen sich mit diesem System nur schwer oder gar nicht erfüllen.

Diffizile Kundenwünsche erzwingen immer mehr eine feste Anbindung des Materials an den Auftrag vom Stahlwerk bis zum Endprodukt. Schmelzen und Auftragspositionen sollten möglichst geschlossen durchgesetzt werden. Auf Materialausfälle, Auftragsänderungen und Sonderwünsche muss schneller reagiert werden. Je Materialstück müssen mehr Daten erfasst, verarbeitet und vorgegeben werden. Der Informationsfluss muss beschleunigt, der Zugriff zu Daten der Vorstufen und auf Erfahrungswerte der Vergangenheit verkürzt werden. Kommerzielle Belange der Auftragsbearbeitung müssen stärker integriert, ein order-entry-System mit modernsten Terminals installiert und der Kundenservice generell weiter verbessert werden.

Diese und andere Fakten erfordern die Abkehr von den Methoden des batch-processing und fester Planungszyklen zugunsten einer datenbankorientierten, integrierten real-time-Verarbeitung. Nach diesen Grundsätzen wurde deshalb zunächst für den Flachstahlbereich der ATH ein Fertigungslehnungssystem konzipiert, an dessen Realisierung zur Zeit gearbeitet wird.

Das geplante Gesamtsystem ist auf der folgenden Abbildung dargestellt. Diese zeigt im Uhrzeigersinn die Reihenfolge der Aktivitäten vor, während und nach der Auftragsabwicklung. Sie zeigt zugleich die Abgrenzung in kaufmännisch orientierte, technisch orientierte und gemeinsam zu bearbeitende Aufgaben.

Die eigentliche Auftragsabwicklung beginnt mit der technischen Interpretation des Auftrages und endet im technischen Bereich mit der Verladung. Das hierfür von der TDV konzipierte Steuerungssystem besteht aus den zwei Teilsystemen :

- Planungs- und Lenkungssystem (PLS) sowie
- Abwicklungs- und Kontrollsystem (AKS)

Diese beiden Teilsysteme stehen in enger Verbindung miteinander und können als Kaskadenregelkreis verstanden werden. Das AKS bildet die Regelstrecke für das übergeordnete PLS, von dem es die Solldaten hinsichtlich Menge, Abmessung, Qualität, Termin usw. erhält. Das AKS sorgt für die Durchführung und bildet einen Regelkreis, in dem das Material die Regelstrecke darstellt.

Die Verbindung zwischen den Verarbeitungsprogrammen des AKS und den Produktionsbetrieben soll durch sog. Nachrichtensysteme hergestellt werden,

die einen wesentlichen Bestandteil unserer zukünftigen Rechnerstrategie darstellen.

Zukünftige Einsatzstrategie der Rechenanlagen

Im Rahmen der neuen Auftragsabwicklung kann das AKS seine Aufgabe nur erfüllen, wenn die Verarbeitungsprogramme real-time ablaufen, d. h. eine on-line-Verbindung zu den Produktionsbetrieben für die Datenerfassung und Sollwertvorgabe besteht. Eine Verlagerung auch dieser Verarbeitungsprogramme zur zentralen Rechnerinstallation würde kostenmässig ebenfalls von Vorteil sein und bedeuten, dass auf der mittleren Ebene nur noch Terminals verblieben. Hierdurch würde jedoch das Sicherheitsrisiko ganz erheblich erhöht. Die Gründe sind :

- Bei Ausfall des zentralen Rechnersystems würden die Terminals in allen Produktionsbetrieben gleichzeitig funktionsunfähig
- Eine Notorganisation ist wegen der wesentlich komplizierteren Abläufe nicht mehr zu organisieren und zu warten
- Wegen der real-time-Arbeitsweise führt eine Rechnerstörung wesentlich früher als bisher zu einer Produktionsunterbrechung.

An Stelle der noch verbliebenen Dispositionsrechner werden bei uns in Zukunft auf der mittleren Rechnerbene die genannten Nachrichtensysteme zu finden sein. Ein solches Nachrichtensystem kann, wie im nächsten Bild dargestellt, bei maximalem Ausbau an den eigentlichen Terminals sowie mehreren gekoppelten Kleinrechnern unterschiedlicher Ausbaustufe in zwei Ebenen bestehen.

Ein solches Nachrichtensystem würde für jeweils einen grösseren Produktionsbereich eingesetzt und ein Höchstmass an Ausfallsicherheit bieten, da alle Daten doppelt abgespeichert werden und fast alle Systemelemente umschaltbar und doppelt bzw. mit Reserve ausgelegt sind. Alle Elemente können auch im laufenden Betrieb gewartet und repariert werden. Die Funktionen des Datenaustausches mit den Terminals sind so standardisiert, dass die Datengeräte sich wechselseitig ersetzen können.

Zugleich ist ein solches Nachrichtensystem wie die heutigen dezentralen Dispositionsrechner bei Ausfall der zentralen Rechnerinstallation für begrenzte Zeit (ein oder mehrere Produktionsschichten) funktionsfähig, da es zum einen von den Programmen und Rechnern der übergeordneten Planungsebene genügend Sollwerte für die Materialflusssteuerung im voraus übermittelt bekommt, und zum anderen die während dieser Zeit erfassten Ist-Daten zwischengespeichert werden können. Normalerweise würden die Sollvorgaben durch die Planungsprogramme im zentralen Rechnersystem in wesentlich kürzeren Zeitabständen aktualisiert, so dass bei Ausfall der Zentralrechner zwar nicht optimal gearbeitet wird, Produktionsunterbrechungen jedoch vermieden werden.

Eine Weiterentwicklung dieser Strategie kann der Ausbau solcher Nachrichten- oder Steuerungssysteme auf drei Zentraleinheiten sein. Wie im nächsten Bild dargestellt, kann dann mit relativ geringem Mehraufwand auch ein Prozessrechner zusätzlich mit abgesichert werden. Bei grösseren Produktionseinheiten sehen wir es deshalb als sinnvoll an, die Steuerung des Prozessablaufes im engeren Sinn von der Produktions- und Materialflusssteuerung zu trennen,

die als integrierte Teile der Auftragsabwicklung angesehen werden. Da nicht beide #usseren Zentraleinheiten gleichzeitig auf den stand-by-Rechner umgeschaltet werden können, wird im Störfall in der Regel der Rechner Vorrang haben der den Produktionsfluss steuert.

Wir sind sicher, mit dieser Vorgehensweise zumindest für die bei uns vorliegenden Gegebenheiten eine Entwicklung zu verfolgen, die es auch bei sehr grossen Produktionseinheiten erlaubt, ohne zusätzlichen Risiken die elektronische Datenverarbeitung zu einem noch umfassenderen und integrierteren Informations- und Steuerungsinstrument auszubauen.

ZINTEGROWANY SYSTEM PLANOWANIA, STEROWANIA I KONTROLI GOSPODARKI WSADOWEJ HUTY

Streszczenie

Przedmiotem referatu jest krótkie przedstawienie rozwoju systemu przetwarzania danych wielkiej huty, a mianowicie huty Augusta Thyssena w Duisburgu.

W/g kolejności realizacji czasowej zwrócono szczególną uwagę na te elementy, które mogą służyć jako rozwiązanie problemu dla typowych założeń.

Dalej przedstawiono rozważania dotyczące strategii stosowania maszyn cyfrowych wynikające ze specyfiki stosowania technicznie zorientowanych komputerów w hutnictwie i doświadczeń z minionych 10 lat uzyskanych w hucie Thyssena, które można wykorzystać w przyszłości.

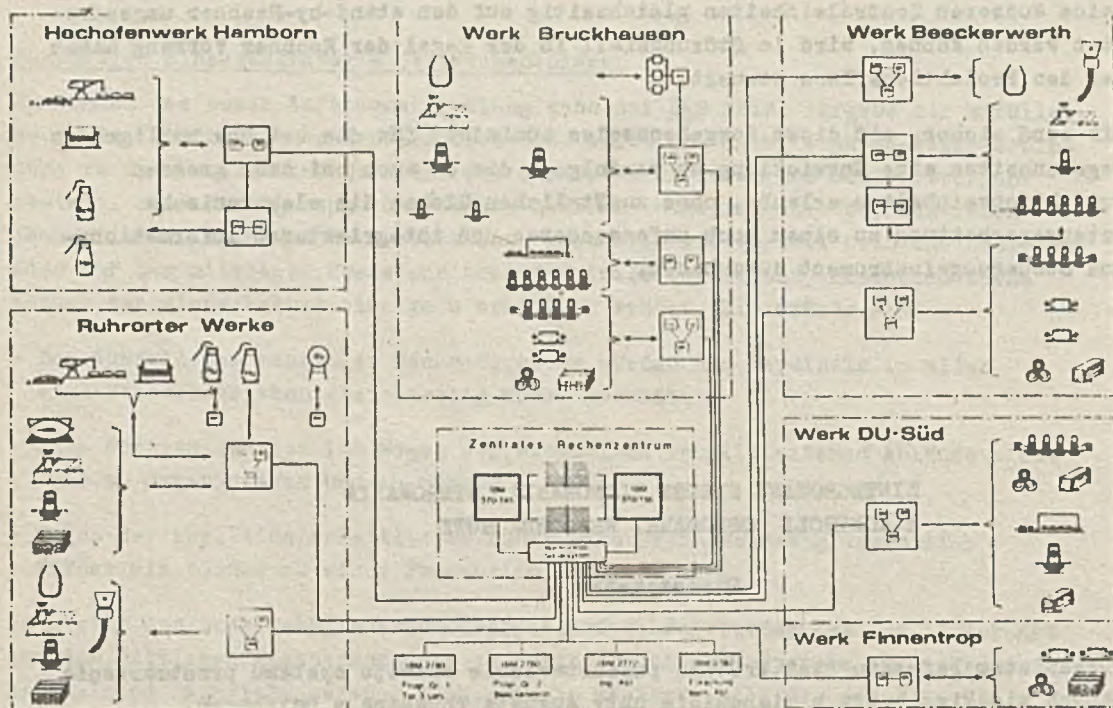


Bild.1. Steuerungs-Systeme im technischen Bereich

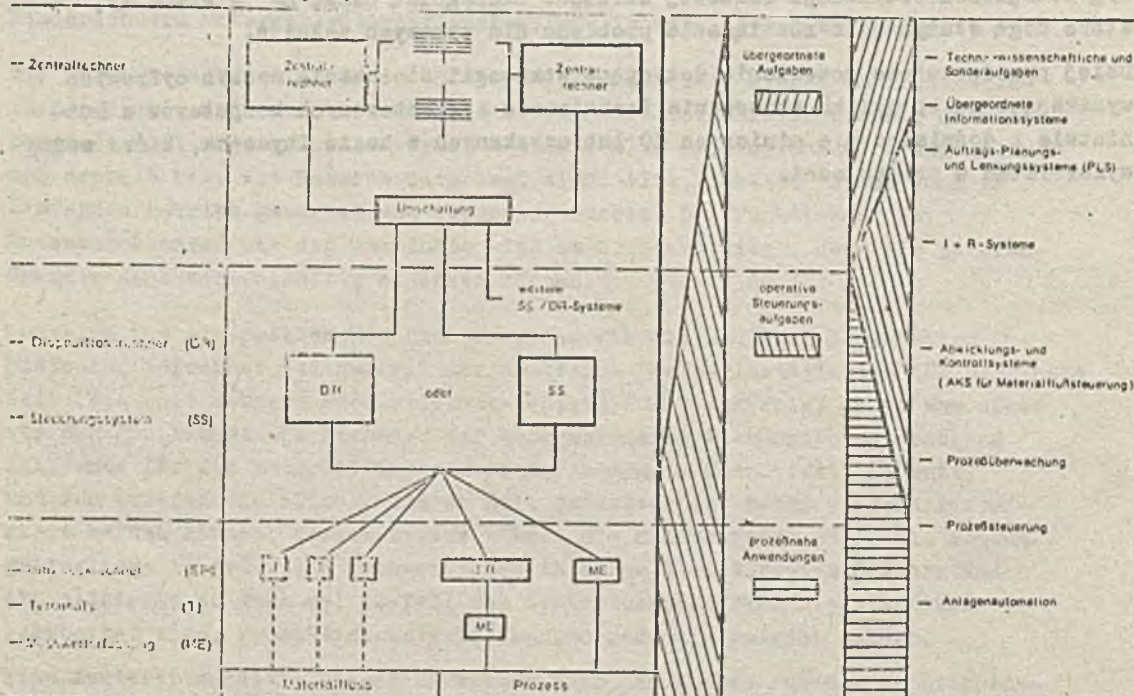


Bild 2. Einsatzstrategie von Rechanlagen im technischen Bereich

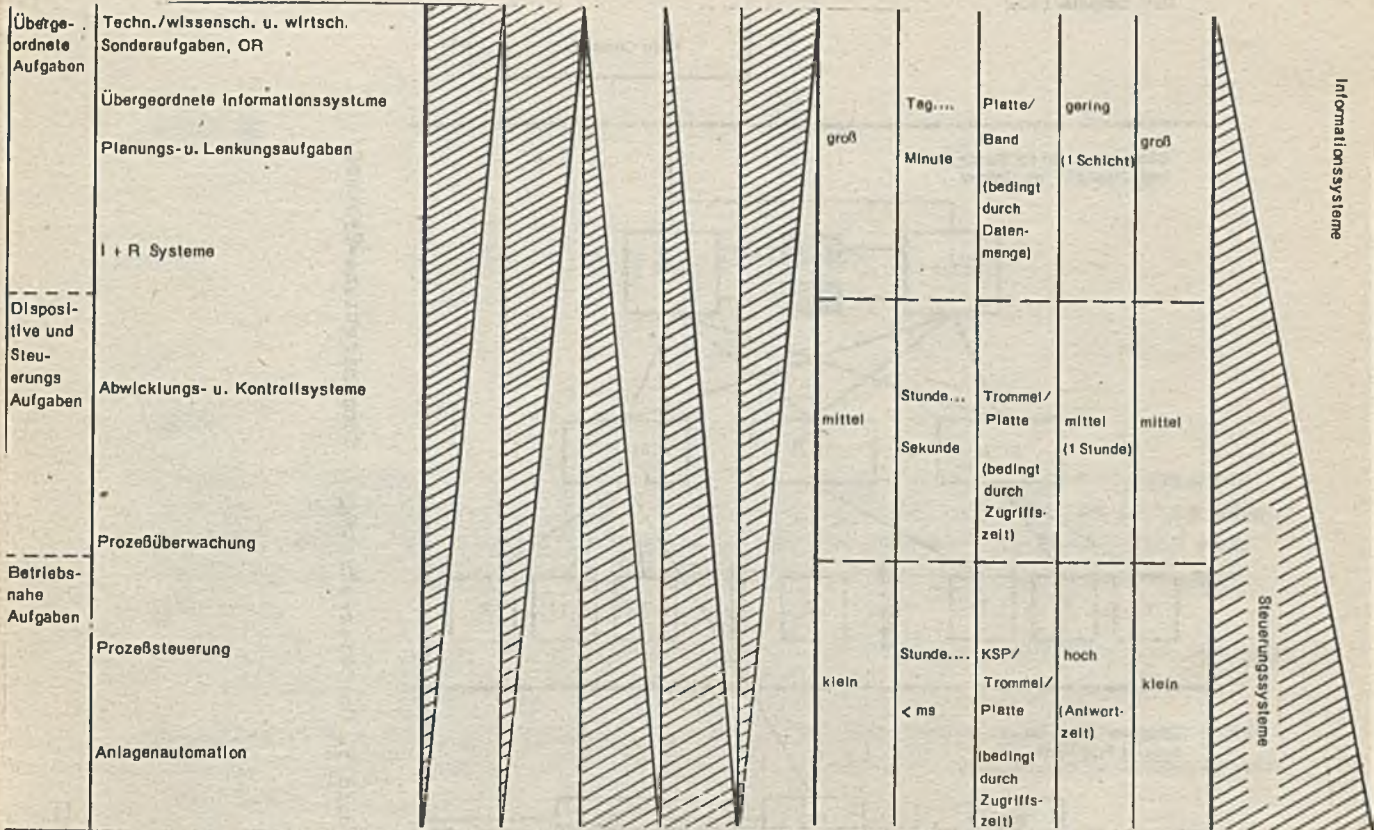


Bild 3. Aufgabentypen und Anforderungen and die Datenorganisation

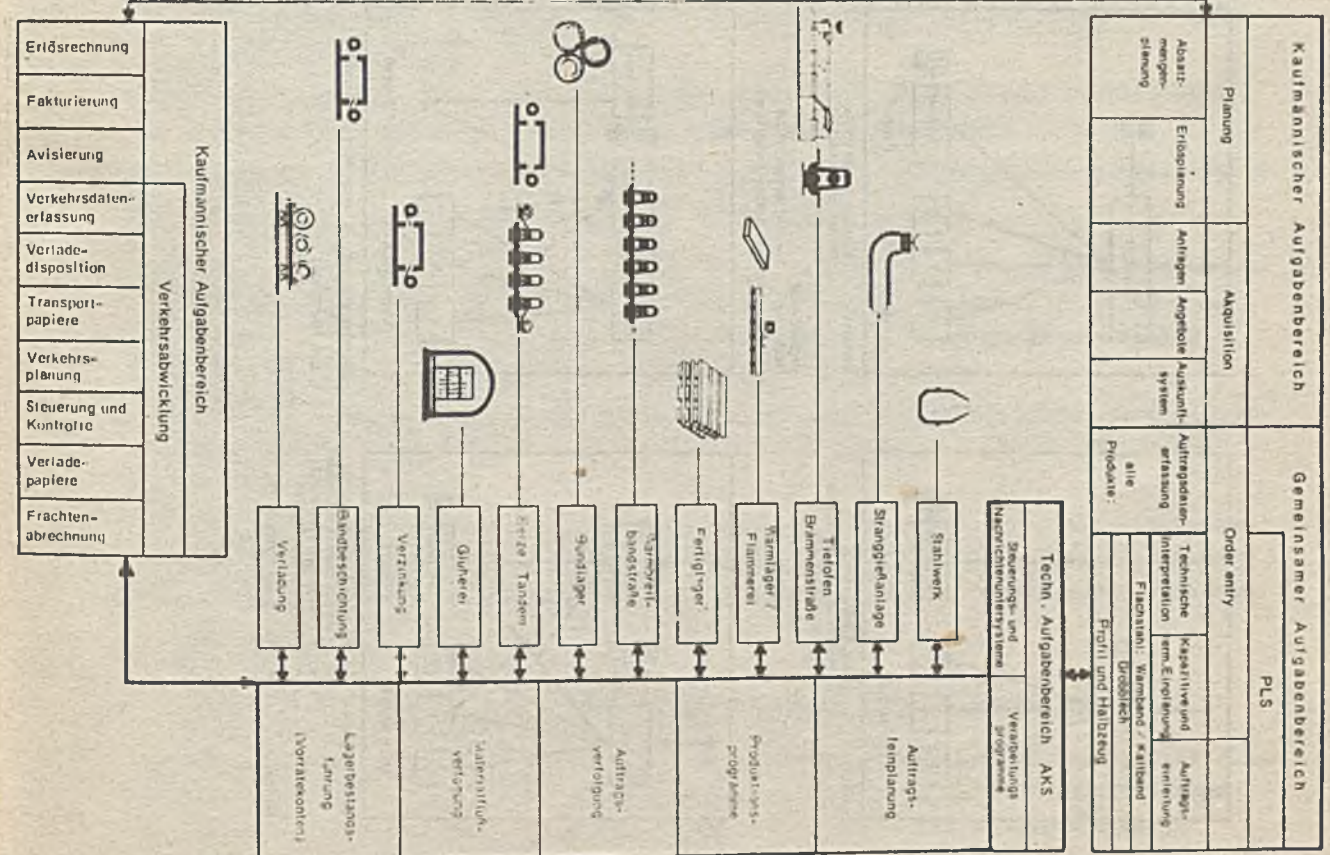


Bild 4. Auftragsabwicklung / Planung/

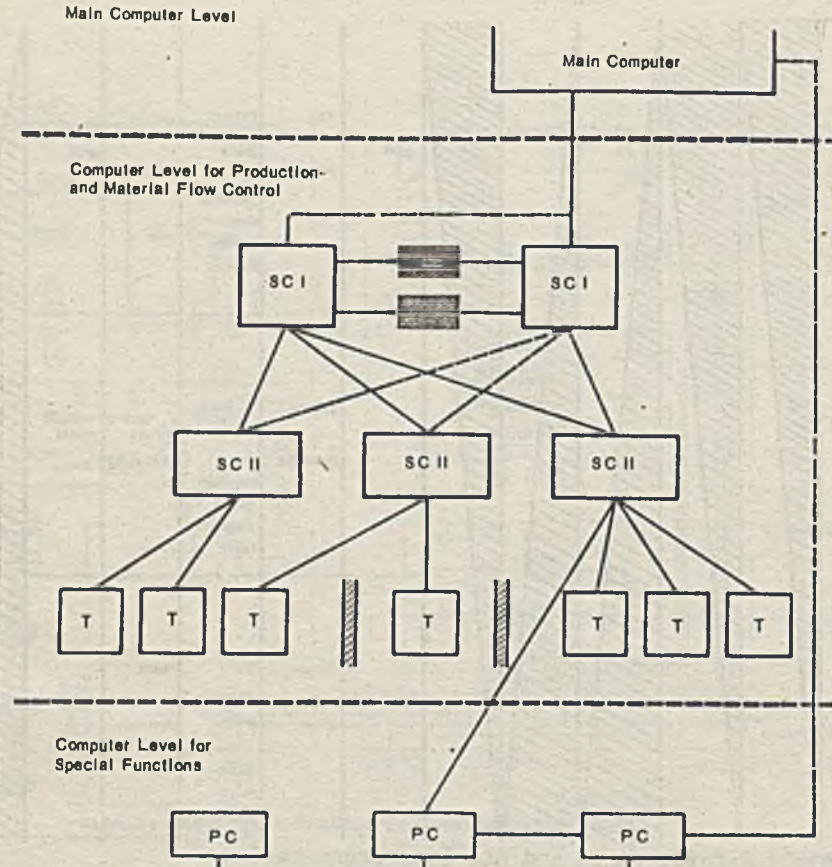


Bild 5. Computer-strategy / Communications-Systems/

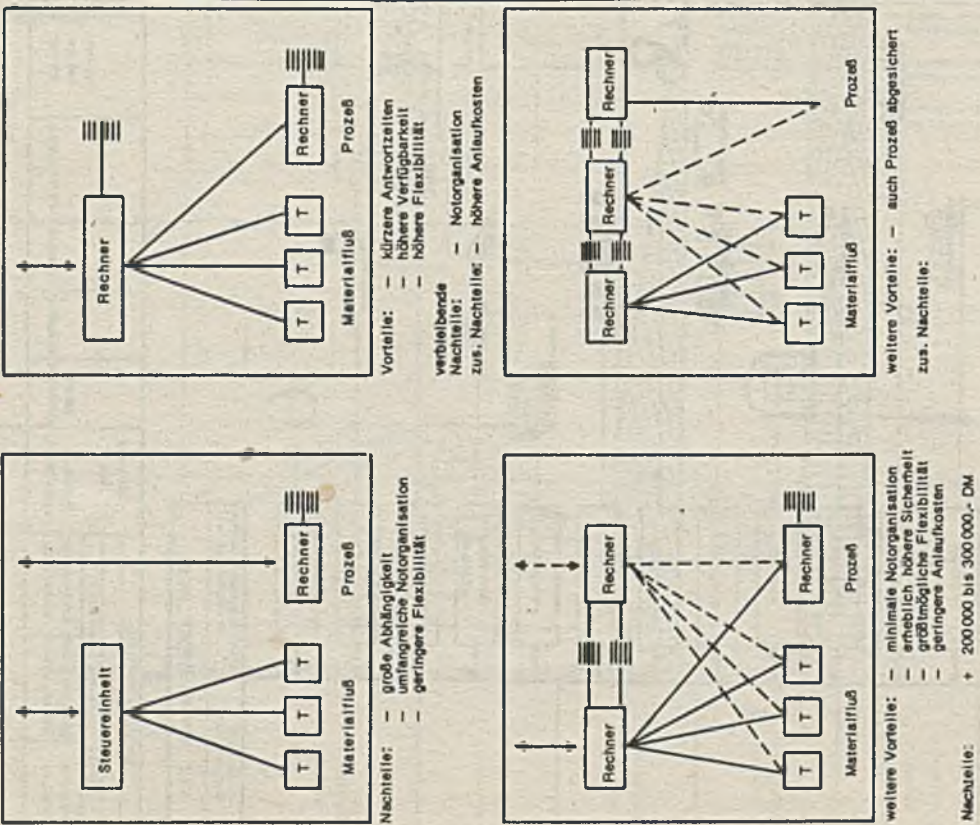


Bild 6. Steuerungs-Systeme /Möglichkeiten/

J. BABIAK

KOMPLEKSOWY SYSTEM ZARZĄDZANIA HUTĄ "KATOWICE"

Wstęp

W Polsce w ostatnich latach narodziło się tyle co najmniej koncepcji kompleksowych systemów zarządzania ilu jest projektantów systemów. Analizując jednak postęp prac nad realizacją tych koncepcji należy stwierdzić, że jest on nieporównywalnie mały w stosunku do planowanych zamierzeń. Składają się na ten stan rzeczy następujące przyczyny:

1. Niewystarczająca informatyczna baza sprzętowa pozostająca w wyraźnej dysproporcji w stosunku do wielkości i rangi przedsiębiorstwa.
2. Ograniczone w stosunku do potrzeb możliwości standardowego oprogramowania będącego na wyposażeniu komputerów, działającego w zakresie organizacji i gospodarki zbiorami.
3. Całkowite nieprzygotowanie przedsiębiorstw do wdrożenia kompleksowego systemu zarządzania oraz konieczność pokonywania tradycyjnych nawyków ludzi, którzy na te zmiany nie są przygotowani.
4. Niedostrzeżenie przez projektantów systemów faktu, że wdrożenie kompleksowego systemu jest procesem niezmiernie długim i wymaga etapowania.
5. Zła organizacja prac przygotowawczych i projektowo-programowych i wdrożeniowych.
6. Wybór złej koncepcji lub zła realizacja koncepcji poprawnej.

W referacie starano się znaleźć receptę na przyczyny 3,4,5 jako że przyczyna pierwsza uzależniona jest od możliwości finansowych przedsiębiorstwa, druga od firm produkujących komputery, a szósta jest niemożliwa do zlikwidowania na obecnym etapie budowy kompleksowego systemu zarządzania Hutą Katowice.

Konieczność budowy kompleksowego systemu zarządzania Hutą uzasadniona jest przyjętym poziomem rozwiązań technologicznych i koniecznością jego optymalnego wykorzystania.

W roku 1976 Huta Katowice da krajowi pierwszą stal tak potrzebną w okresie pełnej intensyfikacji gospodarki narodowej. Krótki okres poprzedzający uruchomienie huty nakłada szczególnie ostre wymagania na organizację prac nad kompleksowym systemem zarządzania.

Organizacja prac nad kompleksowym systemem zarządzania Hutą "Katowice"

Mając na uwadze konieczność właściwego ukierunkowania prac prowadzonych przez różne grupy specjalistyczne został powołany zespół do ustalenia założeń kompleksowego systemu. Zespół realizuje swoje zadania poprzez następujące branżowe komisje robocze:

- metalurgiczną
- walcowniczą
- produkcji pomocniczej
- transportu kolejowego
- planowania technicznego przygotowanie i rozliczenie produkcji podstawowej
- energetyczną
- konserwacyjno-remontową
- materiałową
- księgowo-finansową
- zatrudnieniowo-płacową
- planowania techniczno-produkcyjno-finansowego /TPF/
- pozostałymi dziedzinami działalności
- sprawozdawczości zewnętrznej
- symbolizacji i indeksowania

Do zadań komisji należą:

- zebranie i weryfikacja bazy normatywnej
- opracowanie katalogu dokumentów
- określenie zależności czasowych obiegu informacji
- określenie funkcji zarządzania
- weryfikacja ramowego zakresu komputeryzacji
- opracowanie szczegółowych instrukcji zarządzania.

W skład poszczególnych komisji wchodzi specjaliści praktycy z różnych przedsiębiorstw zgrupowanych w ZHŻiSt. Obecnie zatrudnionych jest przy pracach komisji około 200 osób.

Szczególnie istotnym zagadnieniem jest skoordynowanie prac poszczególnych komisji. Przyjęto zasadę trzy stopniowej koordynacji prac:

- a/ na poziomie branżowych komisji roboczych. Polega ona na tym, że opracowania poszczególnych komisji są opiniowane lub zatwierdzane przez pozostałe komisje.
- b/ na poziomie zespołu - polegającej na zatwierdzeniu ogólnych zasad zarządzania przyjętych w pracach komisji, zatwierdzanie opracowań końcowych i rozstrzygnięciu merytorycznych problemów powstałych na stykach poszczególnych komisji.
- c/ na poziomie huty - polegającej na zatwierdzeniu opracowań końcowych przez komórki zainteresowane.

Bezpośrednio odpowiedzialną instytucją za zaprojektowanie komputerowych systemów informatycznych jest Biprohut do zadań którego należy:

- opracowanie szczegółowych założeń komputerowych systemów informatycznych.
- koordynacja merytoryczna prac projektowo-programowych zleconych różnym przedsiębiorstwom specjalistycznym.
- nadzór nad wdrożeniem systemów w Hucie "Katowice".

W celu ujednoczenia zasad dokumentowania prac projektowo-programowych została opracowana specjalna instrukcja dokumentowania określająca szczegółowy zakres dokumentacji komputerowych systemów informatycznych, według której dokumentację podzielono na następujące rozdziały:

- analizę funkcji obiektu
- założenia systemów, podsystemów i modułów
- organizację wewnętrzną i zewnętrzną
- oprogramowanie
- eksploatację

Zakłada się, że pierwszy z rozdziałów wykonany zostanie przez branżowe komisje robocze. W niektórych przypadkach częściowy zakres tego rozdziału wykonywany jest przez Biprohut ze względu na ogólny postęp prac projektowych nad systemami. Drugi rozdział wykona w całości Biprohut. Rozdziały trzeci i czwarty wykonane zostaną przez przedsiębiorstwa specjalistyczne natomiast rozdział piąty przez wszystkie grupy biorące udział w w/w pracach łącznie z użytkownikiem systemów czyli Hutą Katowice.

Huta Katowice odpowiedzialna jest za wdrożenie:

- instrukcji zarządzania opracowanych przez odpowiednie branżowe komisje robocze,
- komputerowych systemów informatycznych

oraz za opanowanie eksploatacyjne bazy sprzętowej i eksploatację systemów informatycznych.

Organizacja kompleksowego systemu zarządzania

Kompleksowy system zarządzania został podzielony na podsystemy realizujące poszczególne funkcje i zadania systemu. Każdy z podsystemów udokumentowany jest oddzielną instrukcją zarządzania. Podział na podsystemy uwzględnia również w sposób zasadniczy schemat organizacyjny huty.

Kompleksowość systemu zabezpieczona jest tym, że obejmuje on swoim zasięgiem wszystkie dziedziny działalności huty komórki organizacyjne z zachowaniem jednolitej dla całej huty bazy normatywnej.

Kompleksowy system zarządzania bazuje na komputerowych systemach informatycznych. Zakłada się kompleksowe wdrożenie systemu zarządzania z chwilą uruchomienia huty i etapowego wdrożenia komputerowych systemów informatycznych w miarę postępu prac projektowo-programowych i rozwoju bazy technicznej. Warunek ten nakłada szczególnie istotne ograniczenia na bazę normatywną.

Musi ona zabezpieczać z jednej strony - "bezkolizyjne" etapowe wdrożenie komputerowych systemów informatycznych i z drugiej strony pełną ich integrację.

Kompleksowy system zarządzania wykorzystuje również systemy dyspozytorskie oparte o nowoczesne środki telekomunikacyjne, radiokomunikacyjne telemechaniczne i TV przemysłowej.

Komputerowe systemy informatyczne

Przyjęto trzy poziomy komputerowych systemów informatycznych:

1. komputerowy system zarządzania
2. komputerowe systemy kierowania
3. komputerowe systemy sterowania

Komputerowe systemy zarządzania dzieli się na następujące podsystemy:

- planowanie okresowe produkcji podstawowej
- techniczne przygotowania produkcji podstawowej
- rozliczanie produkcji
- gospodarka środkami trwałymi
- gospodarka materiałowa
- gospodarka energetyczna
- transport kolejowy
- gospodarka konserwacyjno-remontowa
- gospodarka zatrudnieniowo-płacowa
- planowanie produkcji pomocniczej
- techniczne przygotowanie produkcji pomocniczej
- koszty

Każdy z podsystemów podzielony jest na moduły a te z kolei na jednostki przetwarzania danych. Jak widać z wyżej przedstawionych podziałów na podsystemy - jest on nie w pełni adekwatny podziałowi na podsystemy kompleksowego systemu zarządzania huty. Spowodowane to jest tym, że podział na podsystemy komputerowego systemu zarządzania uwzględnia różnorodność funkcji zarządzania, natomiast nie uwzględnia w zasadniczy sposób schematu organizacyjnego huty. Każdy z podsystemów posiada własną bazę danych. Niektóre z kartotek bazy danych podsystemów wchodzi jednocześnie w bazę danych komputerowego systemu zarządzania, który stanowi zasadniczy czynnik integrujący system. Bank danych składa się z 6-ciu zasadniczych maszynów informacyjnych.

- Plany

- plan produkcji
- plan zatrudnienia
- planowany fundusz płac
- plan konserwacji i remontów
- plan zużycia energii
- plan zużycia materiałów
- plan przewozów
- plan nakładów BHP
- plan inwestycji
- plan nakładów na postęp techniczny
- plan kosztów
- wskaźniki techniczno-ekonomiczne.

- Zamówienia

- kartoteka zamówień
- kartoteka faktur i not
- kartoteka odbiorców

- Technologia

- kartoteka asortymentowa
- kartoteka technologiczna produkcji podstawowej
- kartoteka produkcji pomocniczej

- Zabezpieczenie produkcji
 - kartoteka materiałowo-surowcowa
 - kartoteka energetyczna
 - kartoteka części i osprzętu
 - kartoteka środków trwałych
 - kartoteka dostawców
- Kadry
 - kartoteka osobowa
- Koszty
 - kartoteka kosztów

Każdy z wyżej wymienionych zbiorów aktualizowany jest przez jeden z podsystemów. Dodatkowo przewidziany jest system gospodarki bankiem danych, którego zadaniem jest organizowanie dostępu do banku dla podsystemów i indywidualnych użytkowników oraz przetwarzanie "wewnętrzne" w ramach banku w myśl zasady, że każda wchodząca informacja aktualizuje wszystkie odpowiednie zbiory banku. System gospodarki bankiem bazował będzie głównie na standardowym wyposażeniu programowym dostawców sprzętu komputerowego. Główne powiązania wcześniej omówionych maszyn informatycznych obrazuje rysunek 1.

Komputerowy system zarządzania jest systemem przetwarzania partiowo-okresowego. Najmniejszym jego okresem planistyczno-rozliczeniowym jest zmiana. Dostęp do banku danych jest natomiast wrywkowo-bieżący.

Warunki te w sposób zasadniczy determinują rozwiązania sprzętowe systemu. Musi on być wyposażony w dość rozbudowaną sieć teletransmisji umożliwiającą dostęp on - line do banku danych oraz w odpowiednio pojemne pamięci umożliwiające przetwarzanie wrywkowo-bieżące.

Nie dla wszystkich dziedzin zarządzania przetwarzanie partiowo-okresowe jest wystarczające. Z tych też względów w celu umożliwienia przetwarzania wrywkowo-bieżącego przewidziane są następujące systemy kierowania:

- koordynator 1 - kierujący strumieniem materiałowym ciągu wydziałów surowcowych
- koordynator 2 - kierujący strumieniem materiałowo-energetycznym ciągu stalownie konwertorowo-tlenowe - walcownia półwyrobów
- koordynator 3 - kierujący strumieniem materiałowo-energetycznym walcowni dużej
- koordynator 4 - kierujący strumieniem materiałowo-energetycznym walcowni średniej
- koordynator 5 - kierujący transportem kolejowym
- koordynator 6 - kierujący gospodarką magazynową
- koordynator 7 - kierujący gospodarką energetyczną

Łączność pomiędzy koordynatorami 1 do 4 i komputerowym systemem zarządzania musi być realizowana na zasadach "On - line". Pozostałe koordynatory mogą być połączone "Off line". Każdy z podstawowych agregatów produkcyjnych Huty Katowice będzie wyposażony w komputerowy system sterowania ze względu na funkcje systemów

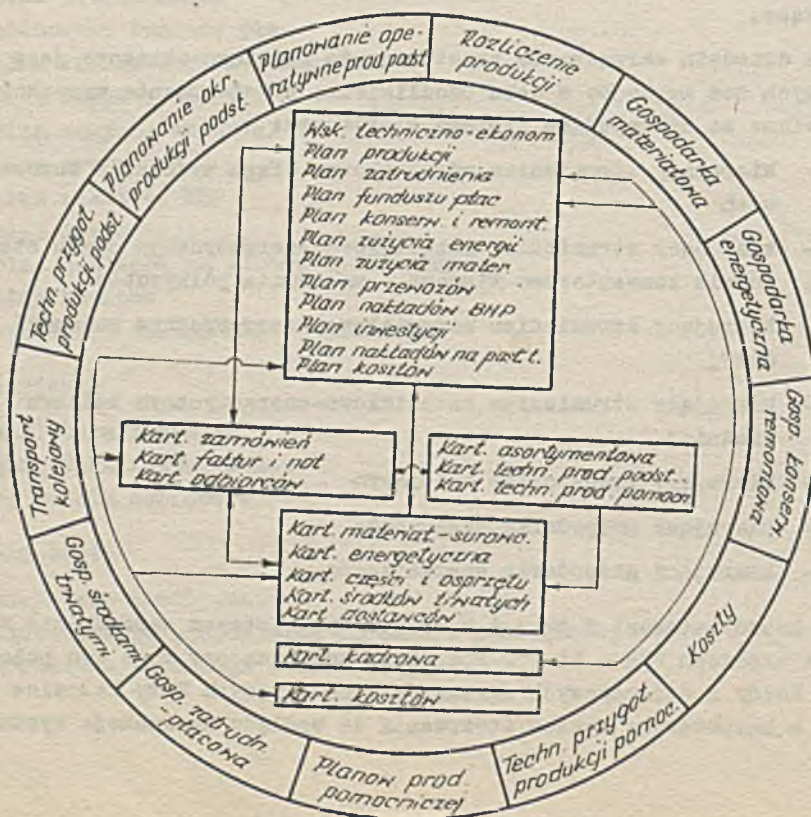
koordynator 1 do 4. Systemy sterowania muszą być połączone "On - line" z odpowiednimi "nadrzędnymi" systemami kierowania. Dla realizacji technicznej wyżej wymienionych komputerowych systemów informatycznych Biprohut projektuje układ wielomaszynowy. Ze względu na konieczność rozwoju tego układu szczególnie wnikliwie analizowane są perspektywy rozwojowe sprzętu komputerowego poszczególnych firm dostawczych.

Uwagi końcowe

W chwili obecnej w miarę szczegółowo znana jest koncepcja zarządzania Huty Katowice. Z chwilą zakończenia prac branżowych komisji roboczych /maj 1975 r./ przygotowane zostaną instrukcje które umożliwią zarządzania huty z chwilą jej uruchomienia na bazie nowoczesnej organizacji i wieloletnich doświadczeń hutnictwa polskiego.

Organizacja ta w pełni umożliwi:

1. Etapowe automatyzowanie poszczególnych dziedzin zarządzania w miarę postępu prac projektowo-programowych uzależnionego w głównym stopniu od możliwości "przerobowych" przedsiębiorstw specjalistycznych.
2. Stopniowe integrowanie poszczególnych komputerowych systemów informatycznych, w ramach jednego zintegrowanego systemu informowania kierownictwa, w miarę rozwoju teorii i praktyki w postaci odpowiednich standardowych systemów gospodarki zbiorami.
3. Pełne wykorzystanie komputerowych systemów sterowania jako podstawowych "informatatorów" systemu kierowania.
4. Opracowanie szczegółowej i realnej koncepcji komputerowego systemu zarządzania Hutą Katowice.



W.ŁĄCZNY

PROBLEMY KOMPLEKSOWEGO STEROWANIA PRZYGOTOWANIEM WSAĐU SPIEKALNICZEGO W WARUNKACH UŚREDNIANIA STATYCZNEGO I DYNAMICZNEGO

1. Wprowadzenie

Przy obecnym tempie rozwoju nowoczesnych środków automatyzacji należy się liczyć z silnym ich wpływem na rozwój technologii. Wpływ ten może zaznaczyć się dwójako, poprzez narzucenie zmian w układzie /budowie/ linii technologicznej lub nawet poprzez częściową zmianę technologii. Takie zmiany niełatwo jest wprowadzić w działającym organizmie technologicznym. Dotychczasowe doświadczenia krajowe i zagraniczne, nabyte przy wdrażaniu zautomatyzowanych systemów sterowania w hutach istniejących, wskazują na duże trudności występujące przy próbach przystosowania obiektów. W wielu wypadkach kończyło się to rezygnacją lub fiaskiem wprowadzenia tej formy postępu technicznego. Nakłady ponoszone przy wdrażaniu automatyki w obiektach istniejących są ok. 3-krotnie większe niż w przypadku wprowadzenia jej lub przygotowania warunków w okresie projektowania obiektów. Wynika stąd konieczność wypracowania, niełatwych zresztą metod prognozowania wzajemnego powiązania pomiędzy rozwojem środków automatyki i informatyki a technologii, do czego dotychczas technolodzy nie przywiązywali należytej wagi. Przedstawione w tym artykule zagadnienia stanowią próbę pokazania na przykładzie procesu przygotowania wsađu spiekalniczego, jak daleko idące konsekwencje technologiczne może powodować rozwój systemów kompleksowego sterowania. Zagadnienia tu poruszone nie były dotąd szczegółowo opracowane, lecz dlatego właśnie mogą być przykładem prognozowania rozwoju.

2. Właściwości procesu przygotowania wsađu spiekalniczego i kryteria jakości

Przygotowanie wsađu spiekalniczego polega na nadaniu materiałom odpowiednich własności fizycznych /ziarnistość, zgrudkowanie, spulchnienie/ i chemicznych /zawartość żelaza, zasadowość, zawartość paliwa/. Prawidłowość procesu przygotowania wsađu sprowadza się do zapewnienia stałości tych własności. Nie wchodząc w ściślejszą definicję wymagań odnośnie stałości stwierdza się, że zadaniem procesu jest zapewnienie tej stałości w odpowiedniej wartości masy lub odpowiednio długim czasie. Wsađu spiekalniczy, który będziemy dalej nazywać mieszanką spiekalniczą /lub krótko, mieszanką/ komponowany jest z kilku tworzyw, które można zaliczyć do jednej z trzech grup: tworzywa żelazonośne, topniki, paliwo /koksił/. Stałość własności ma być zapewniona poprzez odmierzenie tych tworzyw w odpowiedniej proporcji i ich wzajemnym wymieszaniu. Mimo stosowania coraz doskonalszych metod uśredniania, mieszankę zawsze charakteryzuje pewna końcowa niejednorodność. Własności procesu uśredniania i kryteria jego jakości były w ostatnich latach przedmiotem szeregu prac w różnych krajach. W pracach [1,2,3] zajmowano się modelami matematycznymi niektórych sposobów uśredniania i wynikającymi z nich kryteriami. W pracy [4] poddano przewartościowaniu stosowane dotychczas kryteria niejednorodności i efektywności uśredniania. Metody badania niejednorodności mieszanek i spieku oraz wyniki badań w spiekalniach przedstawiono w pracach [5,6,7,8]. Wpływ własności ciągu technologicznego spiekalni wyjaśniono w oparciu o teorię

funkcji przejścia i przedstawiono wyniki w pracy [9]. Wzajemny stosunek różnych czynników decydujących o niejednorodności przeanalizowano w pracy [10]. Pewne wbrane zagadnienia, dotyczące metod statystycznych i ogólnie metodologii badań omówiono w pracach [11,12]. Obszerne badania niejednorodności mieszanek w zwałach uśredniających przedstawiono w pracach [13,14,15]. Przytoczone prace nie stanowią całości publikacji, wybrano tylko ich część, ze szczególnym podkreśleniem prac krajowych. Mimo stosunkowo licznych prac i publikacji, nie można uznać zagadnienia za wyczerpujące rozpracowane. Odnosi się to w szczególności do wymagań jakie powinna spełniać mieszanka pod względem jednorodności chemicznej. Wynika to z niedostatecznie zbadanego jeszcze wpływu niejednorodności mieszanki na proces spiekania i własności fizyczne spieku i niejednorodności chemicznej spieku na proces wielkopiecowy. Zupełnie białą kartą jest związek pomiędzy dynamiczną niejednorodnością mieszanki czyli spieku, a dynamiką procesu spiekania czy procesu wielkopiecowego.

W dotychczasowych rozwiązaniach technologicznych procesu przygotowania mieszanki można wyróżnić pewien stereotyp. Tworzywa są uśredniane w zwałach uśredniających, a następnie kierowane do zasobników spiekalni. W namiarowni spiekalni komponowana jest ostatecznie mieszanka o wymaganym składzie i uśredniana dynamicznie w ciągu technologicznym przed podaniem na taśmę spiekalniczą. Dość powszechny brak składowisk uśredniających uważany jest za niedostatek technologiczny. Składowisk takich w zasadzie nie posiadają między innymi nasze krajowe spiekalnie.

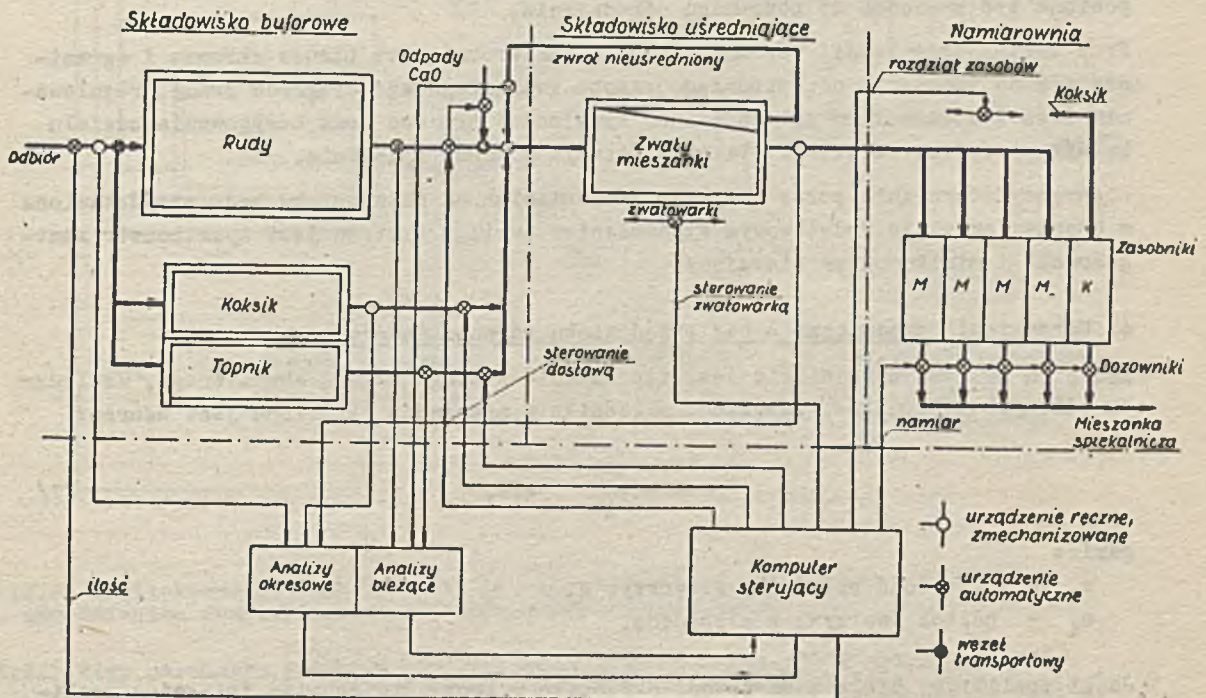
Ten stan jest fundamentem tezy postawionej przez autora, a rozwiniętej dalej w niniejszym artykule, o niecelowości budowy kosztownych składowisk uśredniających, wobec nowych możliwości jakie daje współczesny stan środków pomiarów, i automatyzacji i przewidywany ich rozwój w najbliższych latach. Zagadnienie to skrótowo można porównywać z ogólną tendencją do przechodzenia z etapu mechanizacji /w tym przypadku uśrednianie na składowisku/ do etapu automatyzacji /uśrednianie dynamiczne w oparciu o szybką analizę spektrometryczną i automatyczne dozowanie/. Problem ominięcia składowiska uśredniającego był już wcześniej poruszany częściowo przez niektórych autorów [16,17,18] przy omawianiu doraźnie wprowadzanych metod poprawy chemicznej jakości spieku. Można tu też przytoczyć pierwszą próbę porównania obu metod [19] przeprowadzoną przez Bragarda.

Nie można jednak całkowicie utożsamiać uśredniania na składowisku z czystą mechanizacją ponieważ zmechanizowane procesy też mogą być sterowane automatycznie. Różnica polega na tym, że w tym wypadku steruje się mechanizmami bez wnikania w istotę samego procesu uśredniania, w jego dynamikę. Dąży się tu prosto do mechanicznego /poprzez ewentualnie automatyczne sterowanie/ wyrównania własności chemicznych określonej bardzo dużej partii mieszanki. W wypadku stosowania nowej metody, sterowanie procesem uśredniania jest procedurą zmienną w czasie, zależną od zmian składu chemicznego tworzyw wchodzących w skład mieszanki, czyli zależną od jego dynamiki. Realizuje się to poprzez bieżące śledzenie tych zmian i podejmowanie odpowiednich decyzji sterowniczych. Przy pewnych założeniach, prawidłowy proces uśredniania na składowisku może być zapewniony bez kompleksowej automatyzacji. Prawidłowość jednak uśredniania dynamicznego nie może być efektywna bez kompleksowego sterowania i tym należy tłumaczyć brak tych rozwiązań w świecie. Kompleksowe sterowanie jest zjawiskiem bardzo młodym, a tradycjonalizm w technologiach wymagających wielkich nakładów inwestycyjnych zjawiskiem ugruntowanym. Wiąże się to ściśle z poważnym ryzykiem ekonomicznym i trudno się temu dziwić. Ryzyko jest zdaniem autora, niewielkie dla krajowego hutnictwa. Głównymi argumentami są tu: brak składowisk uśredniających i brak presji ze strony firm budujących składowiska uśredniające.

W dalszej części artykułu umówione zostaną obie formy uśredniania z punktu widzenia kompleksowego sterowania, a następnie zostanie przeprowadzone porównanie ich własności.

3. Uśrednianie statyczne - ze składowiskiem uśredniającym

Podstawowym założeniem, przyjętym obecnie na wszystkich nowoczesnych składowiskach uśredniających, jest wspólne uśrednianie rud, topników i koksiku w jedrym zwale. Założenie to dyktowane jest względami ekonomicznymi. Niejednorodnością cechują się nie tylko tworzywa żelazonośne ale także i topnik, zatem ekonomicznej jest uśredniać wszystkie tworzywa we wspólnych zwałach niż tworzyć oddzielne. Najnowszymi przykładami takiego rozwiązania są "Anchor Projekt" w Wielkiej Brytanii [2] i ARBED - Belval w Luksemburgu [21].



Rys.1. Kompleksowe sterowanie przygotowaniem wsadu spiekalniczego w wariantcie z uśrednieniem statycznym /ze składowiskiem uśredniającym/

Rys.1 przedstawia schematycznie strukturę procesu i systemu kompleksowego sterowania za pomocą minikomputera. Tworzywa przychodzące do wydziału są odbierane i kierowane na składowisko buforowe, przy czym rejestrowany jest każdorazowo przez komputer ich rodzaj i ilość. Na tym etapie nie ma technologicznej potrzeby dokonywania analizy składu chemicznego tworzyw. Dokonuje się jedynie wrywkowej /okresowej/ kontroli parametrów fizyko-chemicznych dla celów sprawozdawczych. Ze składowiska buforowego, według określonego programu realizowanego przez komputer, podawane są tworzywa /z dodatkiem CaO i odpadów do koncentratu/ na układany zwal na składowisku uśredniającym. W czasie transportowania odmierzana jest odpowiednia

partia danego tworzywa i pobierana próbka ogólnie do analizy średniego składu chemicznego i wilgotności tej partii. Pożądane jest równomierne układanie tworzywa w warstwie, co wymaga odpowiedniej stabilizacji natężenia przepływu materiału przez zważówkę. Komputer bilansuje skład zważy na bieżąco, koryguje proporcje kolejnych warstw dzięki czemu uzyskuje się nie tylko stabilność składu chemicznego w ramach zważy ale także stabilność "międzyzważową".

Oprócz systematycznych analiz składu chemicznego tworzyw względem Fe, SiO₂, Al₂O₃, MgO, Mn oraz pomiaru wilgotności - przeprowadza się okresowe analizy specjalne, obejmujące parametry fizyczne, straty prażenia, zawartość węgla, siarki i popiołu w koksiku i inne, z częstotliwością określoną osobnymi warunkami technologicznymi.

Dodatkowo również dokonuje się sporadycznie serie pomiarów fizycznych i chemicznych parametrów uśrednionych tworzyw /za składowiskiem uśredniającym/ dla oceny stopnia uśrednienia i wpływu segregacji w zwałach. Nieuśredniona końcówka zważy /2 - 3 %/ powinna być zwrócona do ponownego uśrednienia.

Przy takiej organizacji uśredniania rola namiarowni jest bardzo skromna i ogranicza się do tworzenia odpowiedniego zasobu gwarantującego ciągłość pracy, regulowanie ilości mieszanki w zależności od wydajności procesu oraz korygowanie udziału koksiku i spieku zwrotnego dla stabilizacji procesu spiekania.

Algorytmy sterowania przez komputer uśrednianiem na składowisku będą przedstawione w osobnym artykule. Podstawowym wyposażeniem takiego systemu jest spektrometr rentgenowski i minikomputer sterujący.

4. Uśrednianie dynamiczne - bez składowiska uśredniającego

Zadaniem procesu uśredniania jest zapewnienie stałego składu chemicznego, względem określonych składników. Zawartość składnika w mieszance określona jest wzorem:

$$c = \sum_1 a_i u_i \quad //$$

gdzie:

- a_i - zawartość składnika w tworzywie,
- u_i - udział tworzywa w mieszance.

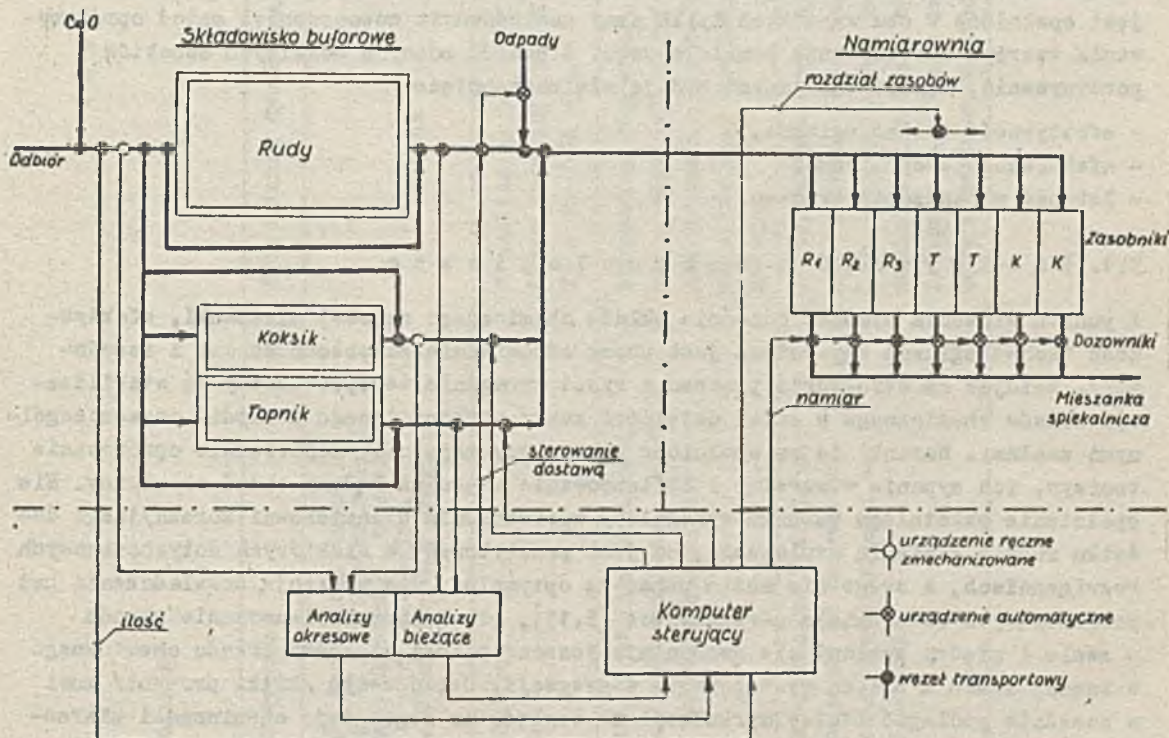
Jeśli znalibyśmy bieżącą zawartość składnika w tworzywie to mimo jej zmian mogliśmy, poprzez zmianę udziału tworzywa, zapewnić stały wymagany skład mieszanki. Na tej zasadzie polega w uproszczeniu istota dynamicznego uśredniania. Materiały wchodzi nieuśrednione w skład mieszanki ale w zmiennej proporcji w jej strumieniu. Brak jest światowych rozwiązań wzorca nowoczesnego sterowania dynamicznym uśrednianiem.

Rys.2. przedstawia strukturę procesu ze sterowaniem w wariancie uśredniania dynamicznego.

Przez składowisko buforowe przechodzi w całości koncentrat /wraz z dodatkami/ ze względu na sezonowanie. Na innych zwałach buforowych gromadzi się odpowiednie rezerwy innych tworzyw oraz odkłada nadwyżki lub uzupełnia niedobór przy bezpośrednim kierowaniu tworzyw z odbioru do namiarowni. Koordynacja przepływu tworzyw i bilansowanie ich mas jest powierzona komputerowi sterującemu. Komputer ten steruje również pracą punktów poboru i przerobu próbek, pobieranych z określonych

partii tworzyw przesyłanych do namiarowni. Wielkość tych partii /rudy/ może być uzależniona od jednego z następujących parametrów:

- pojemność wagonu /ok.40 ton/,
- pojemność jednego ładunku przekazywanego do namiarowni /około 400 ton/,
- pojemność pociągu /około 2000 ton/.



Rys.2. Kompleksowe sterowanie przygotowaniem wsadu spiekalnicy w wariantcie z uśrednianiem dynamicznym /bez składowiska uśredniającego/

Wybór tego parametru powinien być przeprowadzony równocześnie z ustaleniem optymalnych parametrów ciągu mieszankowego i traktowany jako jeden z czynników optymalizacji. Granicami są z jednej strony koszt analiz i czas przechodzenia informacji, a z drugiej strony efektywność stabilizacji składu w mniejszych objętościach. Procedura analizowania składu chemicznego jest podobna jak w innych wariantach, z tym że na skutek znacznego wzrostu częstotliwości analiz /ok. 3 - 10/h/ zaostrzają się warunki identyfikacji analiz dla określonych partii.

Namiarownia odgrywa w tym wariantcie centralną rolę w stabilizacji składu chemicznego mieszanki. Namiary są tu wysterowane przez komputer wg aktualnych danych o składzie chemicznym partii tworzyw wychodzących z zasobników namiarowni. Należy przy tym zaznaczyć, że składowisko uśredniające nie jest zastępowane przez dozowniki lecz przez system kontroli składu chemicznego tworzyw i kontroli ich przepływu w procesie.

W literaturze [22,23] odnotowano próby wprowadzenia ciągłej analizy tworzyw dozowanych do mieszanki i korygowania jej składu poprzez sprzężone układy automatycznego dozowania. Ten sposób sterowania byłby idealny i w sposób oczywisty przesądziłby sprawę na korzyść uśredniania dynamicznego, gdyby była zapewniona jego

realność techniczna. Jest to jeszcze sprawa dalekiej przyszłości ze względu na trudności eksploatacyjne i osiąganą narazie dokładność analizy.

5. Porównanie własności procesów uśredniania statycznego i dynamicznego

Podstawowym założeniem obu metod jest zapewnienie wysokiej efektywności procesu uśredniania, przy zróżnicowanych tą efektywnością kosztach produkcji. To założenie jest spełnione w obu wypadkach tylko przy zastosowaniu nowoczesnych metod opróbowywania tworzyw i sterowania kompleksowego. Z pośród różnych możliwych aspektów porównywania, najistotniejszymi wydają się następujące:

- efektywność technologiczna,
- efektywność ekonomiczna,
- łatwość prowadzenia procesu.

5.1. E f e k t y w n o ś ć t e c h n o l o g i c z n a

Z punktu widzenia wymagań odnośnie składu chemicznego surowej mieszanki, efektywność technologiczna zapewniona jest przez odpowiednią zawartość żelaza i zasadowość. Bazując na strukturze procesu z rys.1 wymagania te sprowadzamy do stabilizacji składu chemicznego w całej objętości zwału uśredniającego i między poszczególnymi zwałami. Warunki te są spełnione wtedy, gdy zapewnimy odpowiednie opróbowanie tworzyw, ich sypanie w warstwy i zbilansowanie zwału na żądany skład chemiczny. Nie spełnienie ostatniego warunku wymagałoby wprowadzenia w namiarowni korekcyjnego dodatku rudy i kamienia wapiennego, co jest praktykowane w niektórych dotychczasowych rozwiązaniach, a czego nie można uznać za optymalne. Jak wykazują doświadczenia hut posiadających składowiska uśredniające [5,15], prawidłowe zbilansowanie składu w zwale i między zwałami nie gwarantuje jeszcze pełnej stałości składu chemicznego w ramach zwału z powodu występowania segregacji. Część zwału /kilka procent/ musi w zasadzie podlegać stałej cyrkulacji ze względu na segregację chemiczną i ziarnową. Przy uśrednianiu dynamicznym występuje również pewien niedostatek lecz o innej naturze. Przy opróbowaniu partiowym /np. zasobu w jednym zasobniku/ pozostaje nadal wpływ zmian składu chemicznego materiału wewnątrz partii, co w efekcie daje również określoną niejednorodność mieszanki. W rozdziale 4 wspomniano o optymalizacji doboru wielkości partii i parametrów ciągu mieszankowego. Polega to na rozłożeniu "obowiązków" likwidowania przez system sterowania niejednorodności materiału w masach będących wielokrotnością masy partii podstawowej i niejednorodności wewnątrz poszczególnych partii przez własności uśredniające zasobników i mieszalników [9]. Porównując obie metody pod względem ich technologicznej efektywności, można uznać je za równoważne z teoretycznego punktu widzenia. Praktyczne różnice na korzyść jednej lub drugiej mogą wynikać z właściwości konkretnego rozwiązania, bardziej lub mniej optymalnego.

5.2. E f e k t y w n o ś ć e k o n o m i c z n a

Szczególnie korzystnie dla inżynierskiego traktowania problemu, przedstawiają się aspekty ekonomiczne. Duże zróżnicowanie obu technologii daje szereg czynników ekonomicznie wymiernych. Nie będziemy się tu jednak starali o ilościowe ujęcie. Wymagałoby to zebrania danych odnośnie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych. Za wystarczające w tej fazie można uznać porównanie jakościowe głównych elementów cechujących obie metody /tablica 1/.

T a b l i c a 1

Zestawienie głównych cech procesów uśredniania

Element	Uśrednianie statyczne	Uśrednianie dynamiczne
Składowisko uśredniające	Stabilizacja warunków technologicznych za składowiskiem w ciągu 12 dni /jeden rodzaj tworzywa o jednorodnym składzie/. Wysokie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. Segregacja na zwale. Skomplikowany program zważowania	Zbędne
Analiza chemiczna	1 analiza na 500 - 200 ton Okres średniej próbki Tp = 2 - 3 h	1 analiza na 50 - 500 ton Okres średniej próbki Tp = 10 - 60 min.
Sterowanie ciągiem transportowym	Programowe sterowanie na odcinku składowisko buforowe - składowisko uśredniające. Częstość przełączeń jak przy analizie chemicznej	Programowe sterowanie na odcinku składowisko buforowe - namiarownia. Częstość przełączeń jak przy analizie chemicznej
Namiarownia	Mała liczba zasobników. Prosta funkcja namiarowni. Niskie wymagania od dozowników. Korekty namiaru głównie w odniesieniu do całkowitej ilości mieszanki	Skomplikowana funkcja namiarowni. Większa liczba zasobników, lecz przy tej samej kubaturze namiarowni, większa smukłość i lepsze schodzenie tworzyw. Duże wymagania od dozowników.

Uśrednianie statyczne wymaga stosowania dużego składowiska uśredniającego obejmującego co najmniej trzy zwały uśredniające każdy o pojemności równej 12-to dziennej produkcji /zwał układany, sezonowany i rozbierany/. Te wymagania pociągają za sobą wysokie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. Dodać do tego należy problemy dużej powierzchni zabudowy i ochronę środowiska. Uśrednianie dynamiczne wymaga natomiast większej liczby analiz /kilkakrotnie/ oraz ok. 1,5-krotnie większej liczby zasobników w namiarowni, co pociąga również za sobą dodatkowe koszty inwestycyjne i eksploatacyjne. W pewnym stopniu jednak koszt zwiększonej liczby zasobników jest rekompensowany większą ich smukłością, a tym samym lepszym schodzeniem materiału. Przy większej liczbie zasobników łatwiej jest również stosować dozowniki o jednakowej wydajności objętościowej. Jeżeli ten ostatni warunek jest dla projektanta ważniejszy niż liczba zasobników, to wtedy liczba ta jest równa dla obu metod. Skomplikowany jest sposób sterowania pracą namiarowni przy uśrednianiu dynamicznym. Wysokie są wymagania od dozowników [10]. Duża liczba zmian nastawień dozowników w zależności od aktualnego składu poszczególnych tworzyw wymaga odpowiedniego systemu sterowania z minikomputerem. Pamiętać jednak należy, że i składowisko uśredniające wymaga komputerowego sterowania, jeśli zwał ma być prawidłowo uśredniony. Obie metody wymagają dokonywania analizy chemicznej, taka sama jest liczba punktów poboru prób, lecz różne częstotliwości. Przy zmechanizowaniu poboru i przerobu próbek oraz zautomatyzowaniu analizy za pomocą spektrometru rentgenowskiego i komputera, duża liczba analiz nie stanowi istotnego obciążenia. W takim układzie analiza dokonywana jest z dużą częstotliwością w nowoczesnych spiekalniach [20,21].

Podsumowując porównanie efektywności ekonomicznej obu metod można wyrazić pogląd że dynamiczne uśrednianie jest tańsze.

Na określonym etapie rozwoju technologii uśredniania wsadu spiekalniczego, składowiska uśredniające odegrały doniosłą rolę. Dzięki mechanizacji uzyskano względną stabilność składu tworzyw w kilku - czy kilkunastodniowym okresie czasu, co dawało wielkim piecom możliwość stabilnej pracy w tym okresie, po początkowym jedno lub dwudniowym stanie przejściowym. Dzisiaj w dobie intensyfikacji procesu wielkopiecowego i oszczędzania paliw, taki sposób przygotowania wsadu nie wystarcza.

Wielokrotnie w tym artykule odwołujemy się do najnowszych wzorów zagranicznych [20, 21], gdyż one najdobitniej wskazują środki jakimi osiągnięta jest wysoka efektywność składowisk uśredniających. Zwał uśredniający musi być programowo układany w połączeniu z odmierzaniem porcji tworzyw, z analizą chemiczną i z sterowaniem przez minikomputer. Tworzenie zwału wieloskładnikowego, w szczególności przy dużym zróżnicowaniu tworzyw żelazonośnych, bez programowego sterowania jest tworzeniem śmietnika.

Trzeba jednakowoż przyznać, że prowadzenie uśredniania dynamicznego jest trudniejsze od statycznego, ze względu na większą częstotliwość analiz, obliczeń i sterowań. Niemniej jednak przy kompleksowej automatyzacji jest to czynnik drugorzędny.

Należy bezwzględnie podkreślić - że tak proces uśredniania statycznego jak i dynamicznego, jeśli ma być wysoko efektywny, wymaga wysokich kwalifikacji i odpowiedzialności obsługi, ze względu na złożony charakter i konieczność zachowania określonego reżimu technicznego.

6. Podsumowanie

Wobec wysokiego rozwoju współczesnych metod i środków szybkiej analizy chemicznej, ważenia, dozowania i w ogólności sterowania z zastosowaniem minikomputerów, celowe jest takie usprawnienie technologii uśredniania, które pozwoli maksymalnie wykorzystać te środki przy minimalnych kosztach. Cel ten, zdaniem autora, można osiągnąć przez zastosowanie uśredniania dynamicznego pozwalającego wyeliminować kosztowne składowiska uśredniające. Metoda ta jest szczególnie godna polecenia w naszym hutnictwie, które nie dysponuje składowiskami uśredniającymi.

Przedstawione tutaj porównanie procesów uśredniania statycznego i dynamicznego miało z konieczności charakter ogólny, ponieważ głównym celem było naświetlenie problemu. Wskazano przy tym, że obie metody wymagają tych samych nowoczesnych środków pomiaru i sterowania w połączeniu z minikomputerem. Zasady sterowania oraz odpowiednie algorytmy dla obu metod zostaną przedstawione w następnych publikacjach.

Literatura

- [1] Gren J.: Solid.Mixing - a Review of present Theory. Brit.Chem.Eng.1967, nr 11
- [2] Hancł J.: Teoreticke meze homogenizace. Hutnicke Listy 1967, nr 4
- [3] Łączny W.: Teoretyczne modele procesu mieszania. Prace Inst.Hutn.1968, nr 2
- [4] Łączny W.: Problemy oceny jakości uśredniania mieszanek spiekalniczych. Hutnik /Pol./ 1968 nr 4
- [5] Trojka D.: Zwiększenie równomierności składu chemicznego spieku. Hutnik /Czech./ 1967, nr 2. Tłumaczenie IMŻ nr 161/67
- [6] Łączny W.: Zastosowanie teorii funkcji lofowych w badaniach niejednorodności mieszanek. Prace Inst.Hutn. 1968, nr 3
- [7] Łączny W.: Ocena dynamicznej niejednorodności mieszanki spiekalniczej. Prace Inst.Hutn. 1970, nr 1
- [8] Łączna W.; Kozubek-N I.: Dynamiczna niejednorodność mieszanki rudnej i spieku w hucie Bobrek - ocena możliwości jej obniżenia. Hutnik /Pol./ 1974, nr 7/8
- [9] Łączny W.: Dynamika ciągu mieszkankowego spiekalni. Prace Inst.Hutn.1969, nr 6
- [10] Łączny W.: Optymalizacja doboru warunków stabilizacji składu chemicznego mieszanki spiekalniczej. Prace Inst.Hutn. 1973, nr 6
- [11] Łączny W.: Metodologiczne aspekty badań procesów uśredniania materiałów wsadowych. Hutnik /Pol./ 1974, nr 5
- [12] Sommer O.: Anwendung mathematisch-statis-tischer Methoden zur Beurteilung von Aufbereitungsmaschinen und - vorgängen. Aufbereitungs-technik: Cz.I - 1966, nr 11. Cz.II - 1967 nr 3, Cz.III - 1968 nr 1, Cz.IV - 1968 nr 6, Cz.V - 1969, nr 11.
- [13] Landgraf H.; Harveng I.: L'automatisation du processus d'agglomeration aux usines de Marchienne des Forges de la Providence S.A. Revue Iniverselle des Mines 1965, nr 9. Tłumaczenie IMŻ nr T-493/65
- [14] Trojka D.: Ucinnost homogenizace jemnych rud pro aglomeraci ve VŽKG. Hutnicke Listy 1965, nr 8. Tłumaczenie IMŻ nr T-402/65.

- [15] Dufour-Berte C. i inni: Fine Ore Blending for Sintering Plant Feeding Proceedings IX-th International Mineral Processing Congress - Praga 1970 r.
- [16] Anderko P.C., Kovacs E.C.: Improved Control of Sinter Plant Feed Rates and Sinter Chemistry. Blast Furn.Steel Plant 1970, nr 4. Tłumaczenie IMŻ nr T-474/70
- [17] Dreher P.: Prozessrechner zum Führen einer Sinteranlage. Siemens Zeitschrift 1970, nr 1
- [18] Langen J.M. i inni: Control of the Chemical Composition of Sinter. Centre National de Recherches Metall. 1966 nr 8. Tłumaczenie IMŻ nr T-540/66.
- [19] Bragard A.: Le controle et l'automatisation du procede d'agglomeration. Circ. Inf.Techn. 1967, nr 11. Tłumaczenie IMŻ nr T-118/68.
- [20] Ore preparation and ironmaking. Iron and Steel 1972 r. Special Issue.
- [21] Schmit R.: L'instalation de preparation de la charge d'ABBED Esch-Belval. Circ.Inf.Techn. 1973, nr 6. Tłumaczenie IMŻ nr T-471/73
- [22] Nummela W. i inni: Moisture and Chemistry Control in Sinter Plant Operation. Journees Internationales de Siderurgie 1965. L'Automatisation en Siderurgie. Tłumaczenie IMŻ nr T-275/65
- [23] Gregorio G. i inni: Uprawnienie processom podgotowki aglomeracyjnej szichoty. Materiały z II Kongresu IFAK w Bazylei /Szwajcaria/ Wyd.Moskwa 1963 r.

Dr.-Ing.G.Griesshammer

STEUERUNGSKONZEPT DES DOSIERVORGANGES IN AUTOMATISCHEN
MÖLLERANLAGEN

Je nach gewünschtem Automatisierungsgrad lassen sich unterschiedliche Konzepte für die Überwachung und Steuerung des Wiegevorganges entwickeln.

Das Ziel aller Konzepte ist, die Wiege- und Dosiergenauigkeit über Korrektur von Nachlauf und Feuchte durch den Rechner zu erhöhen.

Dies bedingt eine wirtschaftlichere Ofenführung. Die Grössenordnung der Nachläufe liegt bei etwa $\pm 0,5\%$, bei Kiesen sogar bei $\pm 2\%$.

Durch den Rechereinsatz konnte die Dosiergenauigkeit auf $0,1\%$ gesteigert werden. Besonders bemerkenswert ist die sich dadurch ergebende Einsparung beim Kokeverbrauch.

Waagenseitig können nach Bild 1 die Betriebsarten Füllwägung, Abzugswägung und Leerziehen der Waage unterschieden werden. Bei der letztgenannten wird zunächst nach dem Füllsollwert gefüllt und nach verschiedenen Abzugssollwerten die Waage entleert, bevor wieder der Füllvorgang beginnt.

Es können für das Zusammenspiel Rechner-Waagen drei alternative Rechnerfunktionen unterschieden werden:

- Ablaufkontrolle des Wägekzyklus
- Ablaufsteuerung und Ablaufkontrolle
- Ablaufsteuerung einschliesslich Nachbildung des Tariervorganges im Rechner /Ist/ Soll-Vergleich/ und Ablaufkontrolle.

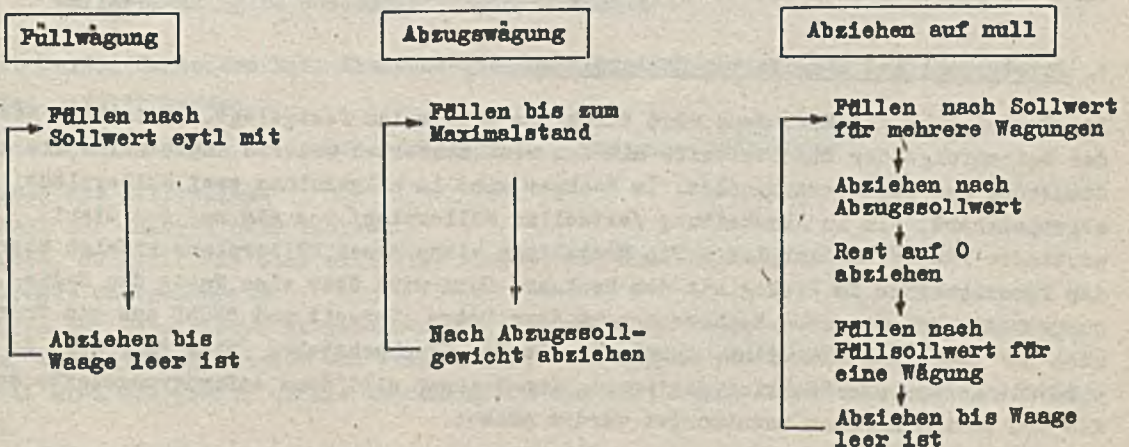


Bild 1. Wägungsarten

Der Signalaustausch kann digital oder analog vorgenommen werden. Bei der Abfrage bzw. Vorgabe digitaler Signale, z.B. Sollwert im BCD-Code, kann bei mehreren Waagen eine Sammelleitung /Ringleitung/ /Bild 2/ erheblich an Kabelkosten gegenüber einer stern-förmigen Verkabelung einsparen. Dabei werden alle Waagenkontakte an die gleiche Leitung gelegt. Die Signalübertragung zwischen der einzelnen Waage und dem Rechner geschieht dann durch die Adressdurchschaltung, d.h. dem Aufschalten einer Spannung über eine Digitalausgabe zur Waage.

Damit der Rechner jedoch die Sollwerte an die Waagen vorgeben kann, muss zuvor der Møllerplan aufgestellt und im Rechner abgespeichert werden.

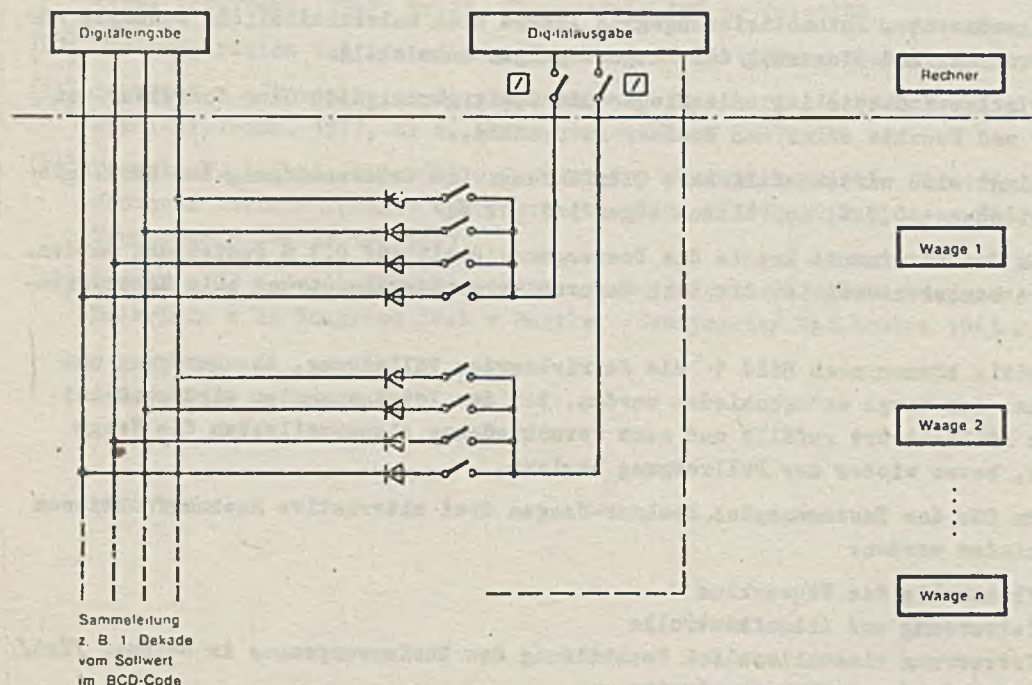


Bild 2. Aufwandsarme Erfassung digitaler Signale durch Sammelleitungsprinzip

1. Aufstellung und Eingabe von Møllerplänen

Die Beschickung des Hochofens wird durch den Møllerplan festgelegt. Er enthält neben der Reihenfolge der Einsatzstoffe mit den Gewichtswerten weitere Angaben für die Steuerung des Gichtverschlusses. Im Rechner sind im allgemeinen zwei Møllerpläne abgespeichert, ein in Abarbeitung /aktueller Møllerplan/ und ein auf den Start wartender /Reservemøllerplan/. Die Erstellung eines neuen Møllerplans erfolgt über den Fernschreiber im Dialog mit dem Rechner. Dazu wird über eine Taste das Bedienungssystem gerufen, der Rechner druckt dann Datum, Uhrzeit und "FUN" aus und fragt nach der gewünschten Funktion. Durch Eingabe der Kennbuchstaben /hier "MP" Bild 3/ wird die gewünschte Funktion gestartet. Der Rechner gibt dann Anforderungstexte aus, die vom Bedienungsmann beantwortet werden müssen.

Die Bestimmung der Sollgewichte kann über eine Møllerrechnung oder Møllerkorrekturrechnung erfolgen.

Je nach Aufbau der Anlage wird die Länge des Møllerplans durch eine Anzahl von Skips oder Chargen /Fahrten/ bei Bandmøllerung bestimmt. Zu einem Skip oder einer Fahrt

gehören eine variable Anzahl von Wägungen der verschiedenen Einsatzstoffe. Bei Glockengichtverschlüssen stellt eine Fahrt bzw. Skip eine Oberglockenbefüllung dar. Zwei Oberglockenbefüllungen entsprechen einer Unterglockenbefüllung und damit einer Ladung des Hochofens.

FUN: MP	MOELLERPLANEINGABE
HO: 5	FUER HOCHOFEN 5
ANZ: 8	LAENGE DES MOELLERPLANS 8 WAEGUNGEN
1W: KO	WAEGUNG 1: KOKS - OST - TAGESBUNKER
MAT: KOKS	ZUGEORNETES MATERIAL: KOKS
CEW: 550	GEWICHT: 5,5 T
KI1:	ANFANGSSTELLUNG DER KIPPSCHURRE: WENN KEINE EINGABE, WIRD DIE SCHLEUSE ERST MIT DER NAECHSTEN FUELLUNG ENTLBERT

ZW: KW	
MAT: KOKS	
GEW: 550	
KI1: 11	KIPPSCHURRE - ANFANGSSTELLUNG: 11
.	- ENDSTELLUNG: 3
.	
.	
.	
.	

SW: NO	TAGESBUNKER: NORD - OST
MAT: KIRU	KIRUNA - PELLETS
GEW: 600	
MAT: VIVA	VIVALDI - ERZ
GEW: 200	
MAT:	
KI1: 10	
KI2:2	
PRO: NEIN	KEIN PROTOKOLL GEWUENSCHT

Bild 3. Möllerplaneingabe bei Schleusengichtverschluss

In die beiden Schleusen beim Schleusengichtverschluss können mehrere Skips oder Fahrten gefüllt werden.

Im einzelnen kann der Möllerplan folgende Informationen enthalten:

- Nummer des Möllerplans
- Anzahl der Chargen oder Fahrten
- Angabe, ob zyklische oder einmalige Abarbeitung des Möllerplans
- laufende Chargennummer
- Angabe der beteiligten Wiegebunker mit dazugehörigen Materialnamen und Sollgewichten, wenn die Tagesbunker den Wiegebunkern fest zugeordnet sind.
Dabei wird überprüft, ob die Zuordnung des Materialnamens zum Wiegebunker zulässig ist.
- wenn die Wiegebunker den Tagesbunkern fest zugeordnet sind, Angabe der Tagesbunker mit Sollgewichten und Ersatztagesbunkern, auf die bei Störungen sofort zugegriffen werden kann. Die Zuordnung Materialnamen zu Tagesbunkern erfolgt über eine eigene Korrespondenz.

Die eingebauten Sollgewichte können auf Einhalten von Ober- und Untergrenzen der Quotienten Koksgewicht/Gewicht der restlichen Stoffe und Sintergewicht/Erzgewicht geprüft werden. Sind Grenzwerte überschritten worden, erfolgt Störprotokollausgabe.

Für die Gichtsteuerung kann der Müllerplan noch folgende Angaben enthalten:

bei Glockengichtverschluss:

- Stellung des Schlagpanzers

bei Schleusengichtverschluss:

- Anfangs- und Endstellung der Auslaufschurre beim Spiralisieren

Die Schwenkwinkleingabe und die Position des Sektors bei Sektorfahren der Auslaufschurre wird über eine eigene Korrespondenzfunktion durchgeführt, da bei dieser Betriebsart jede Charge unterschiedlich gefahren wird.

Bild 3 zeigt die Eingabe eines Müllerplans für eine MÜllieranlage mit Schleusengichtverschluss, bei der die Tagesbunker den Wiegebunkern fest zugeordnet sind. Die Erläuterung der Drucktexte ist jeder Zeile beigelegt.

Im folgenden werden nun drei unterschiedliche Automationskonzepte für den Dosiervorgang anhand von Übersichtsblockdiagrammen ausführlich beschrieben. Der Übersichtlichkeit wegen sind nur die wesentlichen Signale eingezeichnet, die Rückantwortsignale wurden meist weggelassen.

2.1. A b l a u f k o n t r o l l e d e s W ä g e z y k l u s

Bei diesem Konzept besteht die Hauptaufgabe des Rechners in der Kontrolle der Waagenfunktionen und der Befüll- und Abzugszeit.

Ausser der Vorgabe der Sollwerte, die zuvor über eine Sollwertberechnung korrigiert wurden, steuert der Rechner keine weiteren Vorgänge.

Bild 4. zeigt den Ablauf eines Füllwagen-Wägezyklus in Verbindung mit dem Rechner, der fest verdrahteten Digitalsteuerung und der Relaissteuerung.

Auf Anstoss von der Digitalsteuerung gibt der Rechner über Sammelleitung und Adressdurchschaltung den Sollwert an die betreffende Waage vor und startet die Zeitüberwachung für die erwarteten Signale. Erhält die Waage vom Rechner innerhalb einer vorgegebenen Zeit nicht den Sollwert, so wird dieser von der Waage aus einem Dekadenschalter ausgelesen.

Nachdem die Waage den Sollwert erhalten hat, wird von ihr die Befüllung gestartet. Sobald der Istwert gleich dem Sollwert ist, stoppt sie die Zuführorgane. Nach einer Beruhigungszeit fragt der Rechner den Istwert und die Sollwertrückmeldung ab.

Entspricht der rückgemeldete Sollwert nicht dem vorgegebenen, sperrt der Rechner unter Fehlermeldung die Sollwertvorgabe für den nächsten Zyklus.

Der Start zum Entleeren kommt wieder von der Digitalsteuerung. Sobald der Leerkontakt an der Waage angesprochen hat, werden die Austragsrinnen abgeschaltet. Die Rechnerüberwachung von Füll- und Abzugsdauer auf Maximalzeit kann über eine konstante Zeit oder über die jeweils bei der letzten Wägung neu errechnete Füll- und Austragsleistung der Zuführorgane erfolgen.

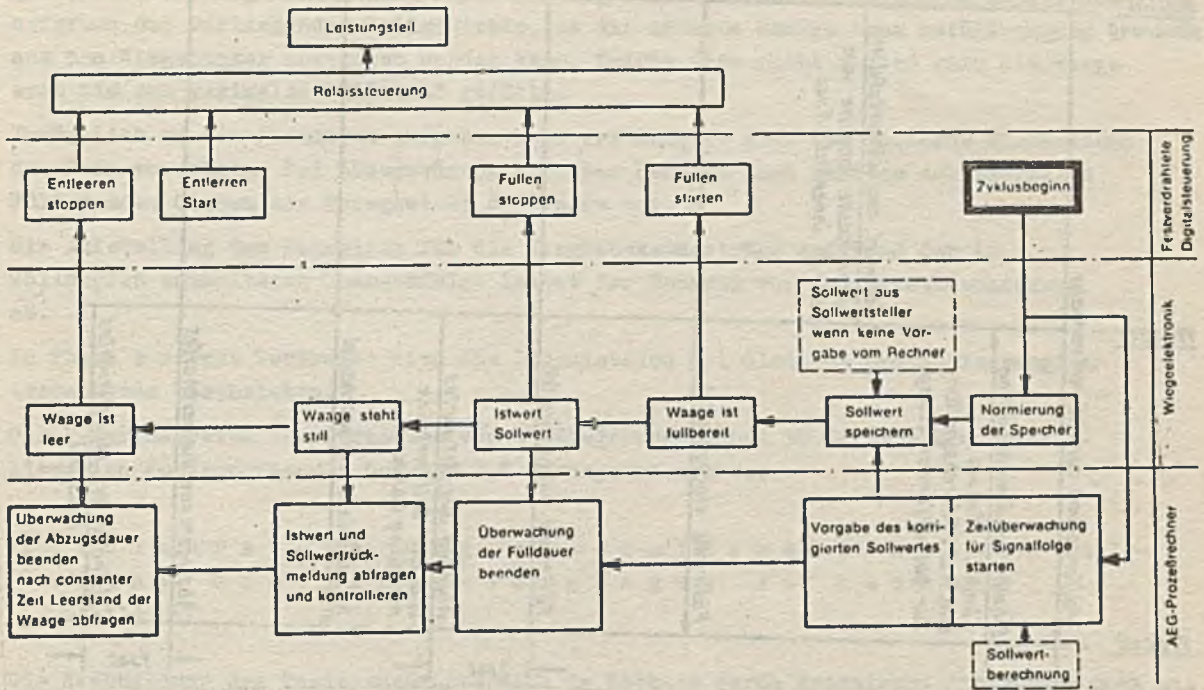


Bild 4. Ablaufkontrolle eines Füllwaagenzyklus mit Sollwertkorrektur

Bild 5. zeigt ein Zeitdiagramm für den Signalaustausch mit den Waagen und der Digitalsteuerung.

2.2. Ablaufsteuerung und Ablaufkontrolle

Zusätzlich zu Punkt 1 gibt der Rechner auch die Startbefehle für die Rinnen und Zuführbänder zum Befüllen der Wiegebunker bei Füllwägung und Entleeren bei Abzugswägung. Das geschieht durch entsprechende Tagesbunker- oder Wiegebunkervorwahl an die Relaissteuerung. Bei Füllwägung werden die Ausschaltbefehle dagegen weiterhin von der Waagenelektronik über Maximal- oder Leerkontakte an die Relaissteuerung gegeben. Über Rückmeldungen wird der Abschluss der Vorgänge gemeldet.

Sind die maximalen Befüll- und Abzugszeiten abgelaufen, bevor der Rechner die Rückmeldung erhalten hat, gibt er selbst unter Ausgabe einer Stürmelung die Abschaltbefehle für Rinnen und Bänder an die Relaissteuerung.

Bild 6. zeigt die Steuerung eines Füllwaagenzyklus mit statischer Istwertabfrage.

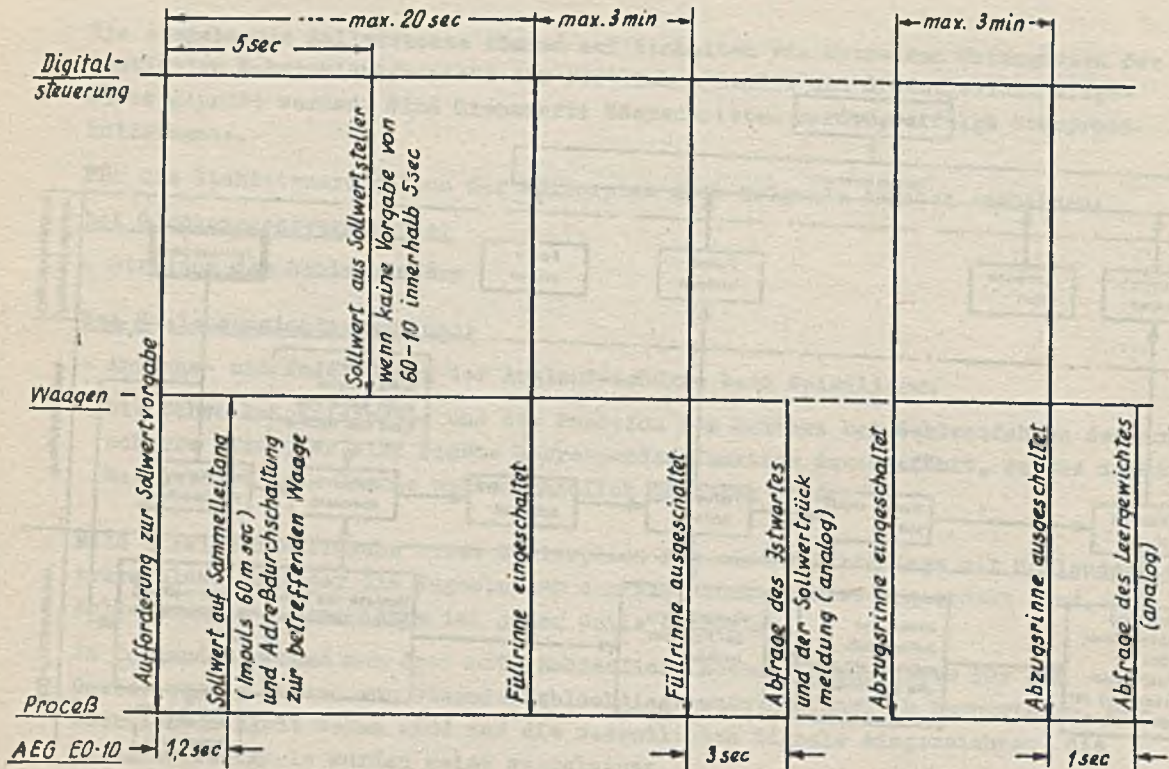


Bild 5 . Füllwaagenzyklus bei Einkomponentenwägung

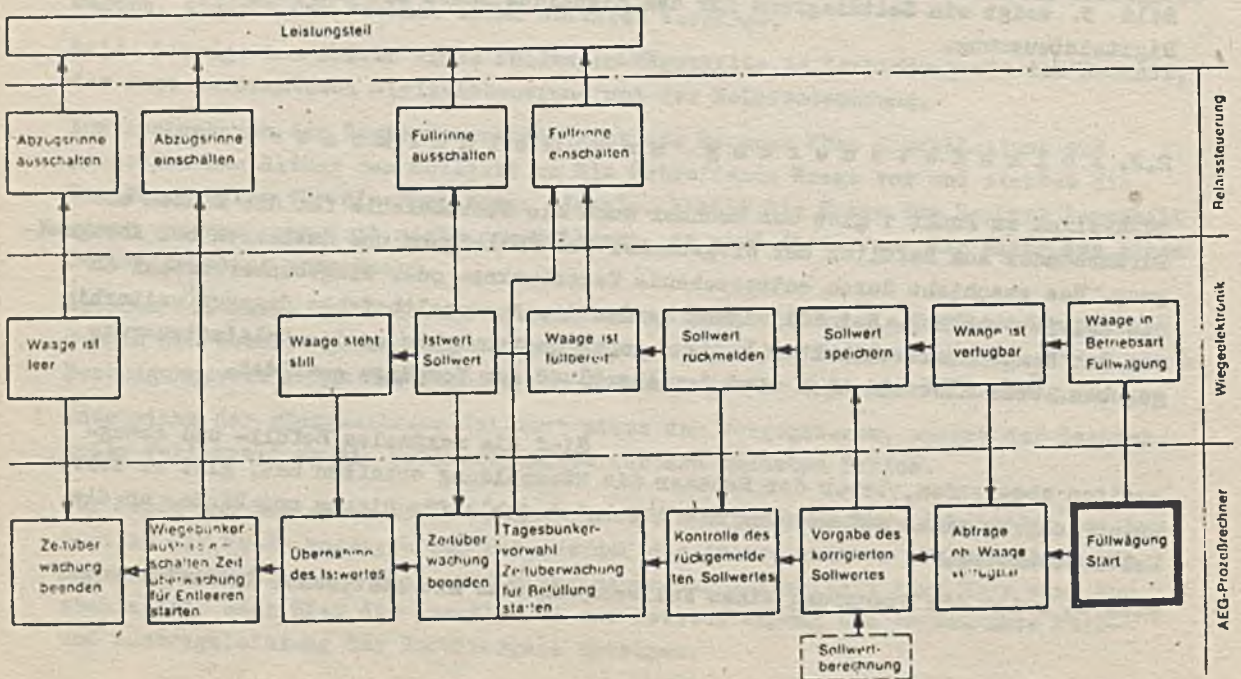


Bild 6 . Ablaufsteuerung- und Kontrolle eines Füllwaagenzyklus mit Sollwertkorrektur

Bei der Abzugswägung bzw. Abziehen auf null erfolgt die Sollwertvorgabe erst nach dem Befüllvorgang. Bevor der Rechner den Startbefehl für den Wiegebunkeraustrag gibt, muss der augenblickliche Füllstand abgefragt werden. Das Programm entscheidet aufgrund der vorliegenden Sollgewichte, ob die nächste Charge ohne Befüllvorgang aus dem Wiegebunker abgezogen werden kann. Trifft dies nicht zu, so wird die Waage erst bis zum maximalen Füllstand gefüllt.

Zusätzlich zu den genannten Aufgaben kann der Rechner auch die laufende Einstellung der Tara vornehmen. Bei Abzugswägung gibt der Rechner nach Abfrage des maximalen Füllstandes diesen als Taragewicht der Waage vor.

Die Aufstellung des Fahrplans für die Wiegebunkerausträge aufgrund der im Müllplan enthaltenen Chargenfolge leitet der Rechner von der Gichtbeschickung ab.

In Thema 2 meines Vortrages wird die Organistaion bei Glocken- und Schleusengichtverschluss beschrieben.

Das Programmsystem zur Steuerung von 15 Wiegebunkern und 50 Tagesbunkern einschliesslich Fehlererfassung beträgt 2 K Kernspeicherworte.

2.3. Ablaufsteuerung einschliesslich Nachbildung des Tariervorganges im Rechner /Bild 7./

Die Nachbildung des Tariervorganges wird im Rechner durch dynamische /laufende/ Istwertabfrage realisiert. Die Zeitdauer der Abfrageschritte hängt von der erforderlichen Genauigkeit und der Zeitauslastung des Rechners ab. Üblich sind Werte von 100 ms bis 1 s.

Die Abfrage wird zunächst mit niedriger Frequenz bis zum Erreichen des Vorsollwertes durchgeführt. Dann wird die Abfragefrequenz erhöht und nach Erreichen des Sollwertes der Befehl zum Abschalten ausgegeben.

Nach Beruhigung der Waage wird der Istwert statisch abgefragt.

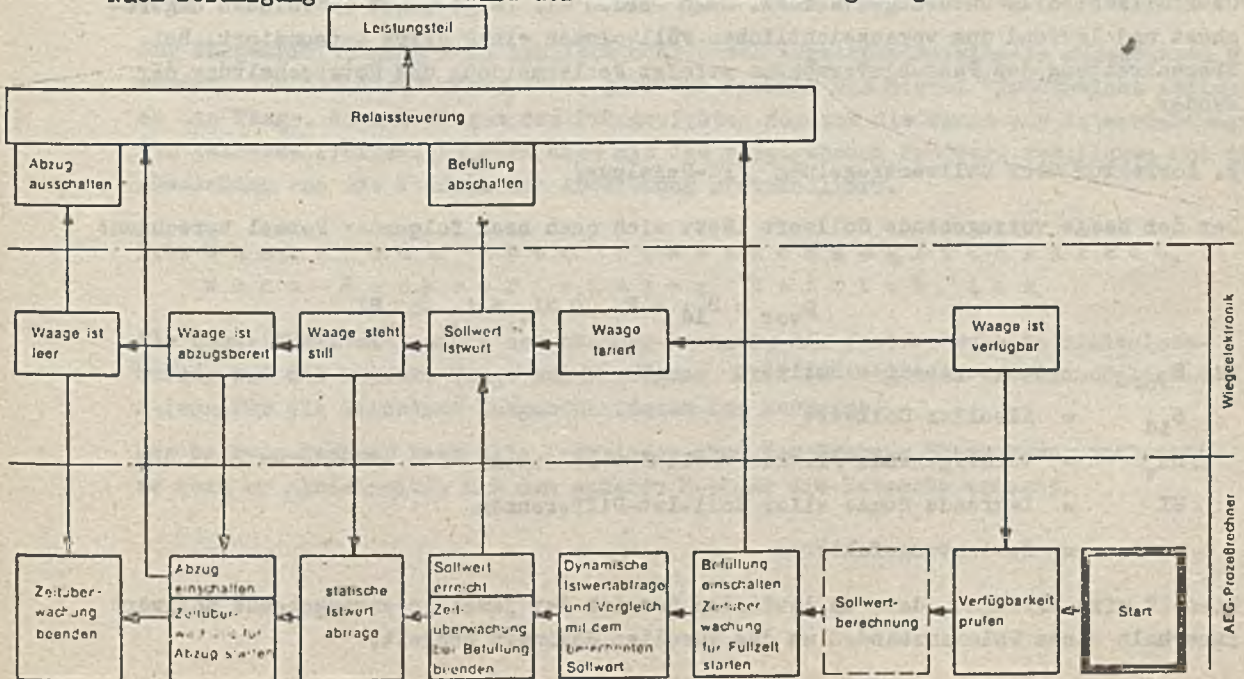


Bild 7. Beispiel für Ablaufsteuerung- und Kontrolle eines Füllwaagen-zyklus mit dynamischer Istwertabfrage bei Einkomponentenwägung

3. Sollwertkorrekturrechnung

3.1. N a c h l a u f k o r r e k t u r

Da aufgrund des Nachlaufs der zuzufördernden Bänder oder Rinnen zum Wiegebunker nicht mit einer genauen Übereinstimmung von Soll- und Istwert zu rechnen ist, muss eine Korrektur der Chargengewichte vorgenommen werden.

Es gibt zwei Methoden zur Fehlerkorrektur:

1. Korrektur über Soll - Ist - Differenzspeicher

Der Differenzbetrag zwischen ideellem, d.h. in der Soll-wertliste stehendem Sollwert und dem Istwert wird nach jeder Wägung in den Soll-Ist-Differenzspeicher eingetragen. Die Eintragung erfolgt nicht für jede Waage getrennt, sondern nach Materialart bzw. Tagesbunkernummer. Diese Korrektur wird bei der Sollwertvorgabe an die Waage bei dem Zyklus, an dem das betreffende Material wider beteiligt ist, dem ideellen Wert zugeschlagen. Bei den Füllwaagen kann auch noch das Leergewicht /eventuell verbleibendes Materialgewicht nach Abzug/ berücksichtigt werden.

Diese Korrekturart ermöglicht, dass abgesehen von einer kleinen Toleranz das abgewogene Gewicht dem idealen Sollwert entspricht. Auch eine Erhöhung oder Erniedrigung des Nachlaufs durch Veränderung der Fliesseigenschaften der Materialien wird schnell ausgeregelt. Da sich die Veränderung des Nachlaufs im allgemeinen nur allmählich vollzieht, treten keine grösseren Abweichungen im tatsächlich verwogenen Materialgewicht auf. Weil aufgrund von Störungen an der Wiegevorrichtung Soll-Ist-Differenzen zustande kommen, die bei weitem die üblichen Grössenordnungen übersteigen, wird vor Abspeicherung eine Prüfung auf Toleranzgrenzenüberschreitung durchgeführt. Bei Überschreitung gibt der Rechner eine Fehlermeldung aus und der Soll-Ist-Differenzspeicher wird gelöscht, so dass der neue vorzugebende Sollwert dem idealen entspricht.

Da ein Hunt oder Skip mitunter mehrere Wägungen fasst, müssen die Istgewichte einer Überfüllkontrolle unterzogen werden. Dazu werden die Istgewichte in Volumen umgerechnet und laufend zum voraussichtlichen Füllvolumen eines Skips aufsummiert. Bei Überschreitung des Fassungsvermögens erfolgt Fehlermeldung und Notabschaltung der Bänder.

2. Korrektur über Sollwertregelung /PI-Regelung/

Der der Waage vorzugebende Sollwert lässt sich auch nach folgender Formel berechnen:

$$S_{\text{vor}} = S_{\text{id}} + P \cdot \Delta SI_v + i \cdot \sum SI$$

mit S_{vor} = vorzugebender Sollwert
 S_{id} = ideeller Sollwert
 ΔSI_v = vorhergehende /letzte/ Soll-Ist-Differenz
 SI = laufende Summe aller Soll-Ist-Differenzen
 p, i = Gewichtungsfaktoren

Hiermit wird erreicht, dass im laufenden Betrieb der jeweilig vorzugebende Sollwert innerhalb eines Toleranzbandes um den idealen Sollwert pendelt.

3.2. F e u c h t e k o r r o k t u r

Um zu einem repräsentativen Feuchtwert für die Gewichtskorrektur von Koks zu gelangen, müssen eine grössere Anzahl von Messwerten der Neutronensonden verarbeitet werden. Dabei sind Abtastfrequenz und Abfragedauer von Bedeutung. Ist die Zeitspanne von Befüllende bis zum Abzug des Wiegebunkers genügend lang, kann auf die Messwerte während der Befüllung verzichtet werden. Die Messwerte der Sonden werden zyklisch alle sec. vom Rechner eingelesen, einer Plausibilitätsprüfung unterzogen und laufend gemittelt. Bei nicht plausiblen Werten erfolgt die Mittelwertbildung mit den am nächsten liegenden Grenzwerten.

Die Formel für die zeitliche Mittelwertbildung unter Hinzuziehung des jeweils vorhergehenden Mittelwertes lautet:

$$\begin{array}{l} \text{neuer} \\ \text{Mittelwert} \end{array} \quad \bar{X}_n = \frac{X + /n-1/ \bar{X}_{n-1}}{n}$$

mit

- n = Anzahl der Messungen
- X = Messwert
- \bar{X}_{n-1} = vorhergehender Mittelwert

Zur Sicherheit werden auch die Toleranzgrenzen des Mittelwertes selbst überwacht. Erreicht der Mittelwert den oberen oder unteren Grenzwert, kann nach Ausgabe einer Störmeldung auf die Nachbarsonde ausgewichen werden. Wenn alle Sonden gestört sind, besteht noch die Möglichkeit, mit der mittleren Koksfeuchte aus der Analysendatei zu arbeiten. Mit dem Koksfeuchtemittelwert wird meist der als Trockengewicht abgespeicherte Koksollwert anteilig korrigiert.

3.3. Ü b e r p r ü f e n d e r W a a g e n d u r c h d e n R e c h n e r

Der Waagenprüfvorgang kann zyklisch oder durch Korrespondenzeingabe angestossen werden. Ist der Wiegebunker leer, gibt der Rechner das Signal "Prüfgewicht auflegen" an die Waage. Nach Auflegen des Prüfgewichtes fordert die Waage zur Istwertabfrage auf. Das gelesene Prüfgewicht wird dann mit dem vorgegebenen Prüfwert verglichen und die Abweichung und die Tendenz der Abweichung protokolliert.

3.4. Ü b e r s i c h t ü b e r A u s w e i c h m ö g l i c h k e i t e n , w e n n R e c h n e r a u s s e r B e t r i e b i s t

Als Ausweichsysteme stehen der back-up-Rechner, die festverdrahtete Digitalsteuerung und die autarke Waage zur Verfügung. Bild 8 zeigt die Ausweichmöglichkeiten für die einzelnen Waagenfunktionen des Rechners.

Der back-up-Rechner kann alle Funktionen ohne Verzögerung übernehmen, insbesondere wenn er gleichzeitig mit dem anderen Rechner die Istwerte erfasst.

Funktion	Benennung des Ausweichsystems	
	back-up-Rechner	autarke Waage mit Sollwertsteller und festverdrahtete Digitalsteuerung
Start des Waagenzyklus	ja	ja
Sollwertkorrektur	ja	nein
Befüllen und Entleeren des Wiegebunkers	ja	ja
Bilanzieren der Istgewichte	ja	nein
Waagenprüfen durch Eichen	ja	Hand

Bild 8. Übernahme von Funktionen bei Ausfall des Rechners

3.5. Zusammenstellung über ausgeführte Funktionen bei bereits installierten Prozessrechneranlagen

Bild 9. gibt einen Überblick über Anlagedaten und Rechnerfunktionen in bezug auf die Waagen bei diversen Projekten.

Zu bemerken ist, dass von der Überwachung bis zur kompletten Steuerung alle Funktionen vertreten sind.

4. Müllerplanberechnungen mittels einer aktuell geführten Analysendatei

Hierunter fallen die Müllerkennzahlenrechnung /Müllerrechnung/ und die Müllerkorrekturrechnung.

Erstere ermöglicht die Neuaufstellung von Müllerprogrammen, während letztere eine Schnellkorrektur von bestehenden Müllerplänen durchführt, wie sie sich durch Anlagenstörungen z.B. an Wiegetaschen und Verratsbunkern, durch Analysenschwankungen der Einsatzstoffe, durch Materialengpässe sowie durch Änderung des Ofenganges ergeben.

Bevor die Funktionen ausführlich beschrieben werden, muss zunächst noch der Aufbau der Analysendatei sowie die Analyseingabe über Korrespondenzfernreiber erläutert werden.

Zum besseren Verständnis der gezeigten Druckbilder sind die Anforderungs-, Eingabe- und Drucktexte bei den Beschreibungen in Klammern beigelegt.

4.1. Analyseingabe und Aufbau der Datei /Bild 10/

Bei dem hier gezeigten Beispiel besteht die Datei aus 13 Erz- und Zuschlagsanalysen der Bunkermaterialien, je 2 Sinter- und Gichtstaubanalysen sowie je eine Koks-

Endkunde	Anlagendaten		Rechnerfunktionen beim Dosieren der Einsatzstoffe					
	Anzahl Tagesbunker	Anzahl Wiegebunker	Sollwertberechnung	Ablaufkontrolle	Ablaufsteuerung	Istwert-erfassung zur Kontrolle und Bilanzierung	dynamischer Ist-Soll-Vergleich	Waagen eichen
August-Thyssen-Hütte AG, Duisburg	50	16	ja	ja	ja	ja		
Friedrich Krupp Hüttenwerke AG, Rheinhausen	30	8	ja	ja	ja	ja		
Mannesmann Hüttenwerke AG, Duisburg	17	13	ja	ja		ja		
Hösch Hüttenwerke, Dortmund	6	4	ja	ja	ja	ja	ja	ja

Bild 9 . Übersicht über Anlagendaten und eingesetzte Funktionen bei den installierten Anlagen

Koksaschen- und Ölanalyse. Sie enthalten maximal 12 Anteile als Trockengewichtsprozente mit gesonderter Nässeangabe /H2O/ sowie das Schüttgewicht /T/CEM/ und einen für die Korrekturrechnung Benötigten Gewichtungsfaktor /KZ/.

30-01-74 14.02

FUN:AA

KMP:ST-S

	FE	MN	P	SiO2	CaO	MgO	Al2O3	S	K2O	Na2O	H2O	KZ	T/CEM	Trockenanalyse
	56.70	0.60	0.07	6.20	9.30	1.50	1.20	0.03	0.15	0.08	0	0.60	1.75	alt
NEU:	55.00	0.60	0.07	6.20	9.30	1.50	1.20	0.03	0.15	0.08	0	0.60	1.75	neu
KMP:ENDE														

Bild 10. Analysenänderung

Nach Anwahl der Analysenfunktion /AA/ wird durch Eingabe des Komponentennamens /ST-S/ die im Rechner abgespeicherte Analyse ausgedruckt.

Die neue Analyse ist dann auf "NEU" formatgerecht einzutippen.

Besonders wichtig ist die Überprüfung der eingegebenen Analysendaten. Es gibt hier verschiedene Möglichkeiten. Als speicherplatzsparend und dennoch wirkungsvoll ist das Überprüfen der Differenz der Summe der Gehalte von alter und neuer Analyse auf eine vorgebbare Grenze /z.B. 2 %/. Liegt die Differenz unterhalb der Grenze, wird die neue Analyse im Rechner abgespeichert, ansonsten erscheint wieder die Anforderung "NEU". Die Komponentennamen bestehen hier immer aus 4 Zeichen und enthalten zur Unterscheidung für die Korrekturrechnung Kennbuchstaben für Sinter, Schlacke und Zuschläge. Sie können nur über einen autorisierten Dialog geändert werden, ebenso die Toleranzgrenze.

4.2. M ö l l e r r e c h n u n g / M ö l l e r k e n n z a h l e n r e c h n u n g /

Sie berechnet aus den Einsatzstoffgewichten pro Gichtzyklus die Möllerkennzahlen und die Eisenverteilung in den Einsatzstoffen.

Die Rechnung kann entweder völlig losgelöst vom Prozessgeschehen durch Eingabe einer Möllerrezeptur über Fernschreiber oder mittels der aktuellen, im Rechner oder in Dekadenschaltern abgespeicherten Sollgewichte durchgeführt werden.

Die erstere Möglichkeit wird im folgenden beschrieben /Bild 11./. Die Rezepteingabe besteht in der Angabe der feuchten Gichtzyklusgewichte in t von maximal 14 Komponenten und dem Kokssollgewicht.

Die Komponenten bestehen einerseits aus den Analysen der Bunkermaterialien und weiterhin aus einer zusätzlichen frei eingebaren Analyse. Während der Soll-Si-Gehalt /SI=/, die Öl- und Gichtstaubmenge pro Tonne Roheisen /OEL=, STB= per Dialog eingegeben werden, sind die Ausbringungsfaktoren für Mn und P als Konstanten gespeichert. Als wesentliche Kennzahlen werden Kohlenstoff-Eisen-Verhältnis in kg/t Roheisen /CFE/, zwei Basizitäten /BAS 1, BAS 2/, der Bruttomöller /BRM/, der Koksverbrauch /KV/, die erwartete Roheisen- und Schlackenanalyse /MN, P/ sowie die über die einzelnen Möllerkomponenten eingebrachte Eisenmenge in Prozent /FE-%/ und kg/t Roheisen /K/T/ errechnet.

Durch die spezielle Eingabe der Hochofennummer und Roheisensorte können auch Möllerrechnungen für andere Hochöfen durchgeführt werden.

Müllerkennzahlenrechnung

30.01.74	14.22	EINGABE:	Rechneranforderungstexte				
<u>FUHR</u>		Hochofennr.	sind unterstrichen!				
<u>HO=</u> 1		Silizium in Prozent					
<u>SI=</u> 0.60		kg OEL/TRE					
<u>OEL=</u> 0.50		kg STAUB / TRE					
<u>ST=</u> 20		Roheisensorte					
<u>RE=</u> 1							
<u>01: ST-S</u>		Komponentenname					
<u> =</u> 34,50		Naßgewicht in to					
<u>02: SY-P</u>							
<u> =</u> 7,20							
<u>03: HAML</u>							
<u> =</u> 5,00							
<u>04: NIMB</u>							
<u> =</u> 1,00							
<u>05: KIEZ</u>			AUSGABE DER BERECH-				
<u> =</u> 0,20			NETEN WERTE:				
<u>06: ENDE</u>							
<u>SUM</u> 47,9		Kokssollgewicht in to	Summe Naßgewichte .				
<u>KOK=</u> 14,40			Kokaschenmenge in to				
<u>ASCH</u> 1,29			Roheisenmenge in to				
<u>RE</u> 29,87			Staubmenge in to				
<u>STBT</u> 0,60			Ölmenge in to				
<u>OELT</u> 1,49							
BRM	STB	KV	SLA	SE	NAE	KE	
1603	20	482	277	4.81	2.84	1.62	
	MN	MN-A	P	P-A			
	0.54	75	0.12	100			Kennzahlen
	CFE	BAS1	BAS2	SI02	CAO	MGO	AL203
	455	1.11	1.29	36.89	40.78	6.79	10.54
	ST-S	SY-P	HAML	NIMB	KIEZ		
	FE-%	70.4	16.3	11.4	1.9	0	Komponenten
	K/T	1155	239	163	31	7	Eisenverteilung in Prozent
							in kg/TRE

Bild.11. Druckbild Müllerrechnung

30.01.74							
<u>FUN: MZ</u>							beteiligte Bunker
<u>SI=</u> 0.60							zugehörige Komponentennamen
	E1	E4	E8	Z2	S		Eisenverteilung in Prozent
	NIMB	HAML	SY-P	KIEZ	ST-S		in kg/TRE
	FE-%	1.8	10.9	15.7	0	71.5	
	K/T	30	157	230	6	1174	
	CFE	BAS1					
	437	1.13					Übernahme in Rechner? Ja
<u>IO?</u> JA							

Bild.12. Durchführung mit aus den Sollwertstellern der Waagen ausgelesenen gewichtswerten

Entsprechen die Kennzahlen den Erwartungen des Bedienungsmannes, werden die Sichtgewichte auf die einzelnen Chargen aufgeteilt und nach Zuordnung der Materialien zu den Vorratsbunkern per Dialog über eine Quittierungseingabe für die Sollwertvorgabe an die Waagen in den Rechner übernommen. Gleichzeitig werden die auf t Roheisen bezogenen Schlackenmengen nach Erzen, Sinter und Zuschlägen getrennt berechnet, mit den Gewichtungsfaktoren aus der Analysendatei und den MÜllerkennzahlen für nachfolgend notwendige Korrekturrechnungen festgehalten.

Wird die MÜllerkennzahlenrechnung mit den abgespeicherten Sollgewichten durchgeführt, erscheinen im Druckbild zusätzlich bei der Eisenverteilung die beteiligten Bunkernummern mit den zugehörigen Komponentennamen /Bild12/.

4.3. M Ü l l e r k o r r e k t u r r e c h n u n g

Sie hat die Aufgabe, kurzfristig und zwar ohne MÜllerrechnung, eine Korrektur des MÜllers durchzuführen, ohne dass sich die Charakteristiken des GesamtMÜllers grundlegend ändern.

Der Anstoss und die Bereitstellung der Eingangsdaten richtet sich danach, ob ein zyklisch arbeitender MÜllersplan oder eine MÜllersplanfolge zu korrigieren ist. Bei der satzweisen Arbeitsweise wird unter Hinzuziehung der Verfügbarkeitslisten der Anlagenelemente und der Analysendatei eine gegebenenfalls korrigierte ReservemÜllersplanfolge bestimmt, die nach Abarbeitung der aktuellen Folge in den Arbeitsspeicher übernommen wird. Die Verfügbarkeitslisten werden entweder durch selbständige Erkennung von Störungen vom Rechner oder über Korrespondenz vom Bedienungsmann aktualisiert. Der Rechner überprüft hier also laufend zu gewissen Zeitabständen die bestehende MÜllersplanfolge und korrigiert diese gegebenenfalls über die Korrekturrechnung.

Die Änderung von Prozessparametern und der Sollkennzahlen bei technologischen Störungen erfolgen über Korrespondenzen.

Bei zyklischer Abarbeitung des MÜllersplans wird die Korrekturrechnung durch die Analysenänderungsfunktion oder über Fernschreiber angestoßen. Im folgenden wird ein ausgeführtes Rechenbeispiel mit den Variationsmöglichkeiten näher beschrieben. Nach Bild 10 werden zunächst bei Anwahl die gespeicherten, d.h. aktuellen Kennzahlen /SI, CFE/, Koksgewicht pro Gicht /KOK/ sowie die über die einzelnen Komponenten eingebrachten Eisenmengen /FE-%, K/T/ ausgedruckt, für die protokollierten Werte können per Dialog neue Sollwerte vorgegeben werden. Die Eisenverteilung kann durch Eingabe der Bunker Nummer gezielt geändert werden /Eingabe ES auf Anforderung CTR:/. Dazu druckt der Rechner den zugehörigen Materialnamen /SY-P/ aus und verlangt das neue Gewicht in kg pro Tonne Roheisen /K/T/.

Ist als Gewichtswert null eingegeben, wird der Bunker und das zugehörige Material für die Rechnung herausgestrichen. Auf diese Weise können beliebig viele Bunker ersetzt werden und damit Anlagenstörungen übergangen werden.

Sind Tagesbunker mit anderen Materialien befüllt worden, muss dies vor Anwahl der Rechnung über die Korrespondenz "Änderung der Zuordnung Materialnamen zu Bunker Nummer" dem Rechner mitgeteilt werden.

30.01.74 13.31
 ZUMFHK
 ST CFE KOK BMS
 0.60 502 14.12 1.06
 E4 E8 Z2 S
 MNEV SY-P KIEZ ST-S
 FE-x 9.7 10.6 0 71.7
 K/T 144 271 10 1177
 SI=0.65
 CFE=195
 KOK=

bisheriges Rezept

neue Sollvorgaben für Kennzahlen und
 Koksgewicht(wird hier nicht geändert)
 soll Eisenverteilung geändert werden? Ja
 für Bunker E8 mit Material SY-Pellets
 neue Sallmenge: 250 kg Eisen pro 10 Roheisen
 Angabe der Variablen
 C-K/JA
 Überprüfen der Wärmebilanz? Ja

TR	KOHF	TEOLL	WHF	GRV	T/GICHT
Z2	KIEZ	0.27	1	0.18	0.27
E8	SY-P	6.80	1	3.09	6.80
W4	MNEV	4.75	1	2.37	4.75
S	ST-S	15.77	2	9.01	31.54
BRM	STB	EV	SLA	SE	NAE KE
1608	20	524	286	0	2.92 1.65
HN	HN-A	P	P-A		
0.54	75	0.12	100		
CFE	BAS1	PAS2	SI02	CA0	FC0 ALPOS
494	1.07	1.25	37.48	40.11	6.81 10.60
	KIEZ	SY-P	MNEV	ST-S	
FE-x	0	17.1	11.6	71.3	
K/T	10	250	173	1169	

damit zur Kontrolle errechnete Kennzahlen
 und Eisenverteilung

soll Rezept übernommen werden? Nein

Bild.13. Müllerkorrekturrechnung

Rechneranforderungstexte
 sind unterstrichen!

Um die Rechnung durchführen zu können, muss eine Bunkernummer zur Variablen erklärt werden, mit der die neuen Sollanforderungen erfüllt werden sollen /Eingabe E4 auf Anforderung VAR:/.

Zugelassen sind dabei auch Reservebunker. Über die Bilanzgleichungen für die eingebrachte Eisenmenge und die Basizitätsgleichung wird das Komponentengewicht der Variablen neu errechnet, wobei die Siliziumdioxid- und Kalziumoxyd-Mengen der zuvor nach Eisen- und Nichteisenträger /Grenze 30 % Eisenanteil/ unterschiedenen Komponenten durch spezielle Rechenvorschriften linear geändert werden. Das Ergebnis wird auf technologische Richtigkeit überprüft. Ist es negativ, varlangt der Rechner unter Hinweismeldung eine neue Variable. Gibt es keine Eisenträgerkomponente, wird die Rechnung abgebrochen. Das Programm errechnet dann die übrigen Komponentengewichte als Nassgewichte. Vor Ausgabe der Werte können noch über die Dialogeingabe "JA" auf C-K ? die Gewichte durch eine Überprüfung der Wärrmebilanz zusätzlich korrigiert werden. Hierzu wird das Kohlenstoff-Eisenverhältnis über ein Iterationsverfahren neu bestimmt. Im ersten Rechenschritt werden die Schlackenmengen-differenzen pro Tonne Roheisen getrennt für Erze, Sinter und Zuschläge aus ursprünglichem d.h. abgespeichertem und neu berechneten Rezept, das Verhältnis der Eisenmengen im Sinter und Gesamtmäller gebildet und damit eine Änderung des Kohlenstoff-Eisenverhältnisses als gewichtete Summe berechnet. Die Gewichtungsfaktoren lassen sich zum Teil über die Analysenänderungsfunktion aktualisieren. Je nach Vorzeichen der Änderung ergibt sich die neue Kennzahl aus ursprünglichem Wert und verschieden stark gewichteter Änderung.

Mit dem Verhältnis werden die Komponentenmengen neu bestimmt und damit wiederum eine Änderung der Kennzahl. Das Kohlenstoff-Eisenverhältnis strebt sehr rasch asymptotisch einem Grenzwert zu. Die Iteration ist nach vier Rechendurchläufen beendet, da sich dann der auf ganze kg Kohlenstoff/t Roheisen gerundete Wert nicht mehr ändert.

Neben den Gichtgewichten /T/GICHT/ werden auch die Chargengewichte /TSOLL/ und Volumen /CHV/ mit den zugehörigen Wiederholungsfaktoren /WHF/ aller Komponenten protokolliert. Die Chargenvolumen, die grösser dem Fassungsvermögen der entsprechenden Waagen sind, werden gesondert aufgeführt. Der Wiederholungsfaktor gibt an, wie oft die betreffende Waage an einem Gichtzyklus beteiligt ist. Zur Kontrolle der Ergebnisse führt der Rechner noch eine Mällerrechnung durch. Soll- und Ist-Kennzahlen müssen dann übereinstimmen.

Entspricht bei diesem Beispiel das neue Rezept den Erwartungen des Bedienungsmannes, kann es nach Neueinstellung der Sollwertsteller über die Funktion Kennzahlenrechnung in den Rechner übernommen werden, anderenfalls die Rechnung mit geänderten Eingangsdaten beliebig wiederholt werden kann. Es ist somit möglich, im Schnellverfahren eine für die gegebenen Zustände optimale Rezeptur zu finden. Jede erfolgreiche Korrektur des Mällers wird ausserdem auf Lochstreifen archiviert.

Der Speicherplatz für die als Beispiel beschriebenen Funktionen Eingabe und Speicherung von 18 Analysen mit maximal 12 Anteilen, Kennzahlen- und Korrekturrechnung beträgt 6 K Kernspeicherworte /12 Bit/ bei Assemblerprogrammierung in Doppelwertgleitkommaarithmetik. Die Gleitkommaarithmetik gestattet eine Genauigkeit von ca. 5 Dezimalstellen und genügt bei der Berechnung der Werte auf 10 kg bzw. auf ganze kg Einsatzstoff pro t Roheisen gerundet den technologischen Erfordernissen.

KONCEPCJA SYSTEMU AUTOMATYCZNEGO STEROWANIA DOZOWANIEM
W UKŁADACH ZAŁADUNKU MATERIAŁU DO WIELKIEGO PIECA

S t r e s z c z e n i e

W zależności od pożądanego zakresu automatyzacji można rozwinąć różne koncepcje kontroli i sterowania przebiegu ważenia. Celem wszystkich koncepcji jest zwiększenie dokładności ważenia i dozowania przez korektę błędów naważania i wilgotności koks realizowanej przez komputer. Oznacza to bardziej ekonomiczne prowadzenie pieca. Rząd wielkości błędu od przeważania leży w granicach $\pm 0,5\%$, a czasem może dochodzić do $\pm 2\%$. Przez zastosowanie komputerów można było zwiększyć dokładność dozowania do $0,1\%$.

Na szczególne podkreślenie zasługują uzyskane tą drogą oszczędności koks. Biorąc pod uwagę współpracę maszyny z wagą można rozróżnić trzy warianty funkcji maszyny:

- śledzenie podawania przebiegu materiałów i sterowanie wagą,
- sterowanie podawaniem materiałów i wagą,
- sterowanie podawaniem materiałp w z modelowaniem przebiegu tarowania w komputerze /porównywanie wartości rzeczywistej i zadanej/ i sterowanie wagą.

Wymiana sygnałów może przebiegać cyfrowo lub analogowo. Przy odpytywaniu lub zadawaniu sygnałów cyfrowych, np. wartości zadanej BCD można w układzie wielowagowym prowadzić jeden obwód wspólny /okróżny/ obniżający znacznie koszty na okablowanie w porównaniu z obwodami indywidualnymi dla każdego punktu. W tym przypadku kontakty dla wszystkich wag podłączone są do tego samego obwodu. Przenoszenie sygnałów z poszczególnych wag do maszyny przeprowadza się przez podłączenie adresowe. Aby komputer mógł zadawać wartości zadane dla poszczególnych wag musi być najpierw sporządzony plan załadunku i wprowadzony do pamięci komputera.

W. ŁACZNY
E. SKAŁBA

SYSTEM KOMPLEKSOWEGO STEROWANIA PROCESEM PRZYGOTOWANIA MIESZANKI SPIEKALNICZEJ

1. Ogólna charakterystyka obwodu sterowania

Proces produkcji spieku można podzielić na dwa etapy:

- przygotowanie mieszanki spiekalniczej,
- właściwy proces spiekania.

Celem niniejszej pracy jest omówienie systemu kompleksowego sterowania pierwszego z wymienionych etapów przy pomocy komputera sterującego.

Ciąg technologiczny spiekalni przedstawiony jest schematycznie na rys.1. Ze składowiska dostarczane są jednym taśmociągami kolejno 2 gatunki rud, topnik i koksik. Ładowanie realizuje jedna z dwu suwnic czerpakowych. Materiały gromadzone są w ośmiu zasobnikach spiekalni. W namiarowni komponowana jest w sposób ciągły mieszanka spiekalnicza z tych materiałów dla uzyskania spieku o żądanej zawartości Fe i zasowodowości. W dalszym etapie dodaje się gorący spiek zwrotny w określonej proporcji. Mieszanka jest następnie mieszana i nawilżana w mieszalniku, magazynowana w dwóch zasobnikach i ponownie nawilżana i grudkowana. Tak przygotowana mieszanka jest spiekana na taśmie spiekalniczej o powierzchni 75 m^2 z wydajności ok. 120 ton spieku na godzinę. Gotowy spiek po ochłodzeniu jest transportowany do zasobników przy wielkich piecach, a odsiew drobnego spieku zwracany do ponownego spiekania.

Na obiekcie są instalowane następujące urządzenia pomiarowe, regulacyjne i do przesyłu informacji:

- system bezprzewodowej komunikacji pomiędzy dyspozytornią, a suwnicami na składowisku,
- elektromechaniczna waga taśmociągowa na ciągu dostawczym,
- stacja automatycznego odbioru prób tworzyw,
- zdalne sterowanie /z dyspozytorni/ wózkiem arzutowym nad zasobnikami namiarowni,
- sondy poziomów maks. i min.,
- automatyczne dozowniki taśmowe,
- wagi przed i za dopływem spieku zwrotnego,
- automatyczne dozowanie spieku zwrotnego,
- układ sterowania nawilżaniem proporcjonalnie do masy na 1-szym stopniu,
- układ sterowania nawilżaniem z sondą wilgotności na drugim stopniu,
- automatyczne dozowanie mieszanki do grudkownika,
- kontrola /rejestracja/ parametrów energetycznych pieca zapłonowego,
- kontrola /rejestracja/ temperatur,
- kontrola podciśnień w ośmiu komorach i w kolektorze ssącym,
- ważenie zasobnika spieku zwrotnego,
- waga taśmociągowa spieku gotowego,
- stacja automatycznego odbioru prób spieku.

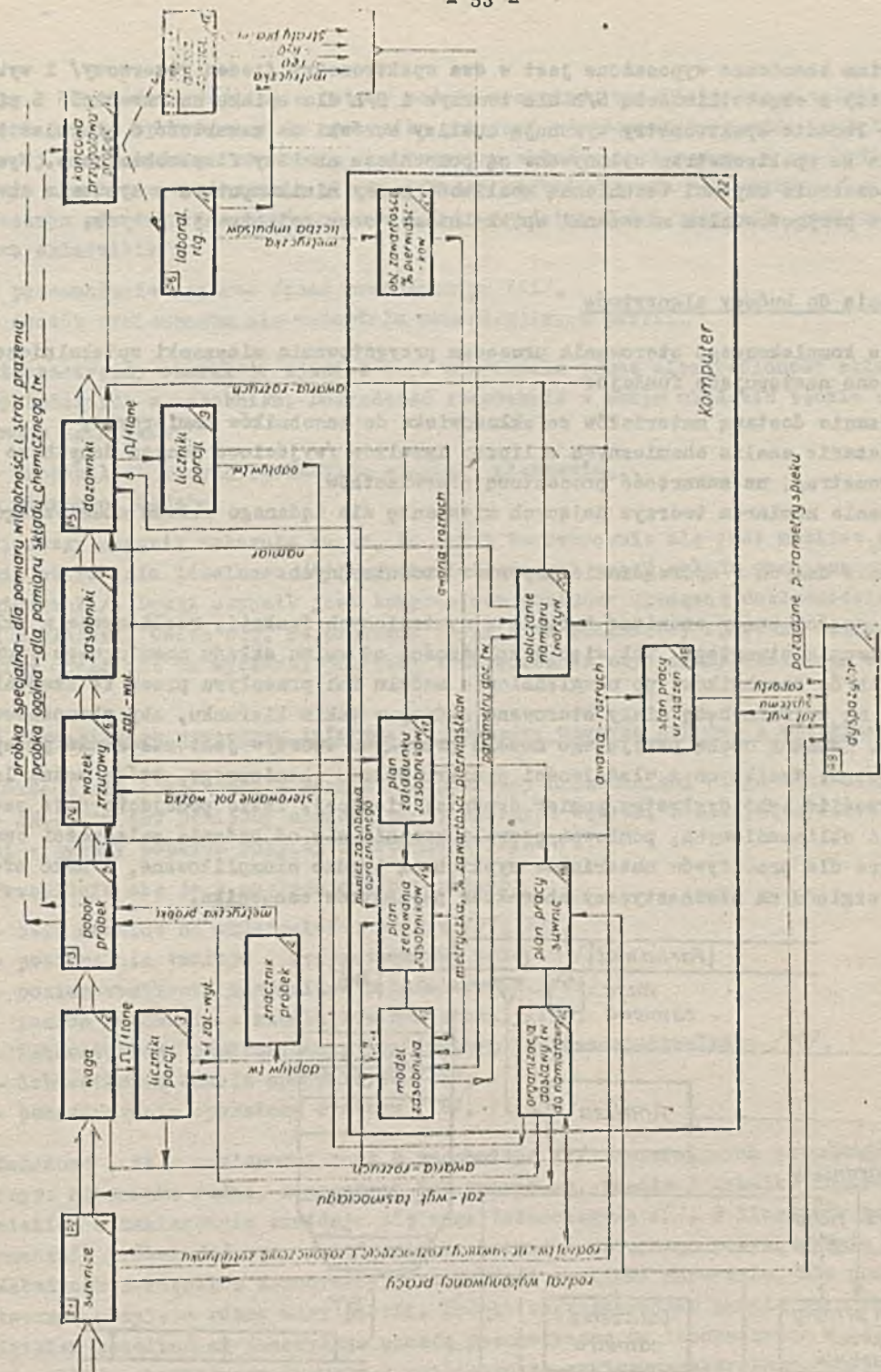


Fig. 4. Schemat przepływu informacji w systemie sterowania namiarem tworzyw

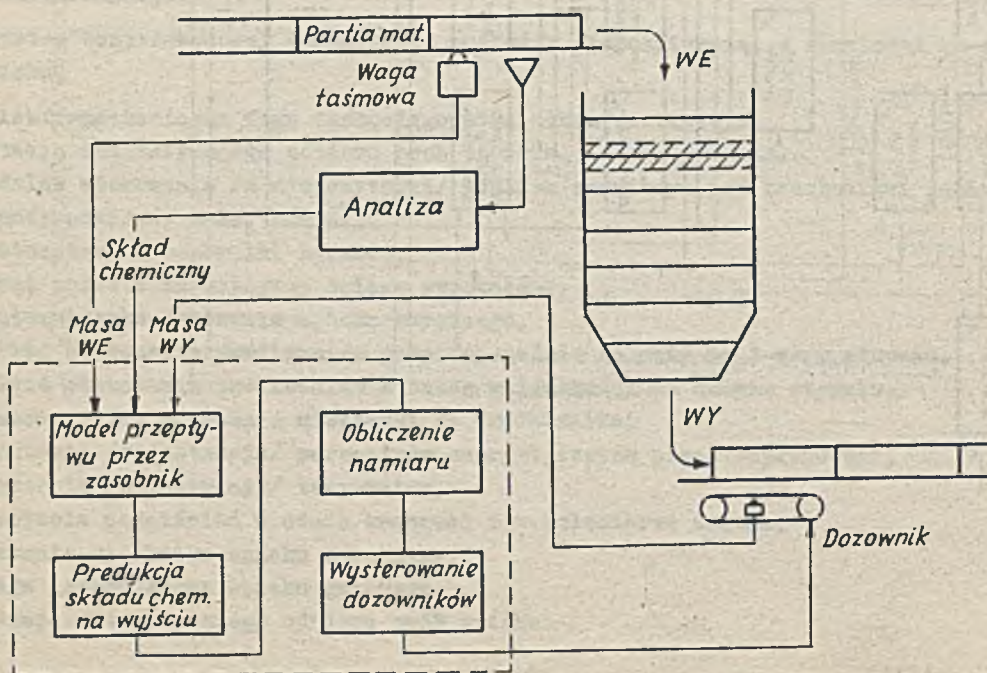
Laboratorium chemiczne wyposażone jest w dwa spektrometry /jeden rezerwowo/ i wykonuje analizy z częstotliwością 6/h dla tworzyw i 2/h dla spieku na zawartość 6 pierwiastków. Ponadto spektrometry wykonują analizy surowki na zawartość 8 pierwiastków. Równoległe ze spektrometrem wykonywane są pomocnicze analizy fizykochemiczne. Wymienione wyposażenie zapewni techniczną możliwość pracy minikomputera w systemie on-line sterowania przygotowaniem mieszanki spiekalniczej oraz rejestracji danych.

2. Założenia do budowy algorytmów

W systemie kompleksowego sterowania procesem przygotowania mieszanki spiekalniczej wyodrębniono następujące funkcje:

- zarządzanie dostawą materiałów ze składowiska do zasobników namiarowni,
- przeliczenie analiz chemicznych z liczby impulsów /wyściowa postać danych ze spektrometru/, na zawartość procentową pierwiastków,
- sterowanie namiarem tworzyw dających mieszankę dla żądanego składu chemicznego spieku,
- zbieranie danych i sporządzanie raportów produkcyjnych.

W dalszej części pracy omówiono trzecią z wymienionych funkcji, realizowaną w składzie sterowania otwartego. Tak więc w zależności od zmian składu chemicznego tworzyw wchodzących do zasobników, po uwzględnieniu modelu ich przepływu przez te zasobniki dozowniki na wyjściu będą miały sterowane nadawy w takim kierunku, aby skompensować te zmiany. Istotną cechą przyjętego modelu przepływu tworzyw jest założenie przepływu porcjowego. Wynika on z właściwości pomiaru składu chemicznego, którą można lapidarnie określić jako dyskretny pomiar średniej bieżącej. Takie podejście daje szereg uproszczeń obliczeniowych, ponieważ pozwala uwolnić się od badania zależności czasowych, które dla przepływów materiałów sypkich są bardzo skomplikowane, a mało efektywne ze względu na stochastyczny charakter parametrów zasobnika.



Rys.2. Schemat modelowy sterowania namiarem składników

Rys.2 służy do wyjaśnienia istoty modelu przepływu materiału przez zasobnik. Materiał jest wprowadzony do zasobnika porcjami odważonymi za pomocą wagi taśmociągowej i ze zbadanym za pomocą spektrometru składem chemicznym. W zasobniku następuje częściowe wymieszanie się sąsiednich partii /strefa zakreskowana/ z równoczesnym powolnym przechodzeniem w dół ku wyjściu. Model zasobnika zawiera zatem dwa składniki:

- przesunięcie czasowe /czas przejścia partii/,
- sposób wymieszania się materiału poszczególnych partii.

Stochastyczny charakter zjawisk daje oczywiście pewną nieokreśloność składu partii wychodzących z zasobnika. Dokładność sterowania w takim układzie będzie zależać od dwóch czynników:

- probabilistycznych parametrów zjawiska mieszania,
- wierności modelu.

Pierwszy czynnik wskazuje na to, że nawet teoretycznie nie jest możliwe zrealizowanie sterowania idealnego /tj. uzyskanie zerowych wahań składu chemicznego w partiach mieszanki/. Drugi czynnik jest kompromisem pomiędzy wymaganą dokładnością modelu a nakładami. Uważa się, że pierwszy czynnik ma podstawowy wpływ na dokładność, skutkiem czego nie ma wyraźnej potrzeby konstruowania zbyt skomplikowanego modelu.

3. Organizacja przepływu informacji, pomiędzy maszyną cyfrową a obiektem

Zakłada się bezpośrednie sprzężenie pomiędzy urządzeniami ciągu technologicznego a EMC. Kontakt pomiędzy obsługą poszczególnych węzłów, a maszyną cyfrową będzie utrzymywany poprzez pulpity sterownicze /rys.1/.

Przewiduje się je w następujących punktach:

- obie suwnice na składowisku tworzyw /P1, P2/,
- pobieralnia tworzyw i przygotowalnia wstępna /P3/,
- poziom zasilania zasobników z nadmiarowni /P4/,
- poziom dozowania z zasobników namiarowni /P5/,
- laboratorium, pomieszczenie analizatora rentgenospektralnego /P6/,
- laboratorium analiz specjalnych /P7/,
- pomieszczenie operatora systemu /P8/.

Założono, że w namiarowni jest 8 zasobników /7/ zawierających cztery gatunki tworzyw: mieszankę rudną, koncentrat lub walcowinę, topnik i koksik. Pomędzy składowiskiem a namiarownią znajduje się waga taśmociągowa /2/, 8 liczników porcji /3/ znacznik próbek /4/ oraz urządzenie do poboru i wstępnego przygotowania próbek /5/. Załadunek zasobników dokonywany jest pełnymi partiami materiału. Dla poszczególnych tworzyw przyjęto różne masy partii. Próbkę reprezentującą partię materiału /za wyjątkiem koksiku/ są przesyłane pocztą pneumatyczną do laboratorium w celu oznaczenia składu chemicznego tworzyw w analizatorze rentgenospektralnym. Urządzenie do poboru próbek pobiera materiał transportowany do zasobników, ze stałym odstępem czasu Δt /1 min/. Jest to pobór tzw. próbki cząstkowej /lub pierwotnej/. Materiał próbek cząstkowych jest scalany. Równocześnie waga rejestruje przyrost masy przepływającego tworzywa. Każdy zasobnik ma osobny licznik porcji. Po przepływie masy 1 t, waga wysyła impuls, który jest przekazywany do licznika porcji danego zasobnika. Wyboru konkretnego licznika porcji i załączenia go do pracy dokonuje komputer. Przepływ masy równej pełnej partii tworzywa powoduje przepełnienie licznika porcji

i w efekcie jego wyzerowanie oraz wygenerowanie impulsu "+1". Sygnał ten jest przesyłany do:

- a/ znacznika prób którego licznik zwiększa swój stan o jednostkę,
- b/ komputera,
- c/ urządzenia do poboru próbek cząstkowych.

W chwili pojawienia się impulsu "+1" kończy się scalenie materiału dla tej próbki ogólnej, a rozpoczyna scalanie materiału dla następnej próbki. Pobrana masa tworzywa jest przekazywana do przygotowalni wstępnej, gdzie zostaje wymieszana stosunkowo duża ilość materiału. Tu też następuje pobór części materiału dla oznaczenia wilgotności tworzywa. Po wstępnym przygotowaniu obejmującym wymieszanie, wysuszenie, rozdrobnienie i pomniejszenie materiału próbki ogólnej, zostaje z niej wydzielona część reprezentująca masę danej partii tworzywa, którą umieszcza się w pojemniku poczty pneumatycznej. Próbka ta jest zaopatrywana w etykietę zawierającą numer kolejny i symbol tworzywa, a następnie jest przesyłana pocztą pneumatyczną do laboratorium.

Z a ł a d u n e k t w o r z y w d o z a s o b n i k ó w

Jak już wspomniano, model zasobnika /13/ zbudowano w oparciu o założenie tłokowego przepływu materiału, z częściowym wymieszaniem się sąsiednich partii tworzyw. Dla tak przyjętego modelu niezwykle istotną sprawą jest prawidłowe śledzenie masy materiału dopływającej i odpływającej z zasobnika. Ze względu na całkowanie błędów wag taśmociągowych zainstalowanych na dopływie i odpływie tworzyw oraz na skutek zawisania materiałów w zasobnikach, zachodzi konieczność okresowego zerowania /opróżniania/ każdego z nich, wg określonego planu /15/ w oparciu o analizę ilości materiałów znajdujących się w zasobnikach dozujących i rezerwowych. Znajomości natężeń przepływu ładowanych i dozowanych tworzyw, po uwzględnieniu planu zerowania sporządzany jest plan załadunku zasobników /17/, uwzględniający optymalizację pracy suwnic. Zakłada on zapewnienie pełnymi partiami maksymalnej liczby zasobników danego tworzywa, a dopiero potem przejście na załadunek innego gatunku materiału.

4. Algorytm sterowania nemiarem tworzyw

Założono, że materiał układa się w zasobniku warstwami i przepływa przez nie w sposób tłokowy. Warstwa materiału, której skład chemiczny jest reprezentowany przez daną próbkę ogólną jest nazywana partią tworzywa. Przyjęto, że partie tego samego tworzywa mają stałą masę. Partie różnych tworzyw mają różne masy. Pojemność zasobnika jest równoważna pojemności J_{max}^z liczbie partii materiału /rys.3/.

f	Numer poziomy (wiersza) zasobnika					
$J_{max}^z + 1$						} Wiersz zerujący
J_{max}^z						
i^z	} Pojemność zasobnika
	
	
	
	
2						} Poziom dozowania tworzywa
1						
0						
	1 y	2 k	3 s	p_n	9 j , nr kolumny symbol kolumny	

Rys.3. Tablica A^z zasobnika tworzyw; W poszczególnych kolumnach zapamiętane są: y - numer próbki z danej partii tworzywa; k - stan zasobnika; s - stan analiz; p_n - wartość analiz; n - liczba oznaczonych pierwiastków w danej próbce / $n=1...6$ /

Licznik porcji 13/rys.1/ na dopływie tworzyw daje impuls +1 po przepłynięciu do zasobnika pełnej partii. Natomiast na odpływie zasobnika generowany jest impuls +1 po przepłynięciu przez dozownik 8/rys.1/ masy równej $\frac{1}{4}$ partii tworzywa nazywanej podpartią. Oba te impulsy są przesyłane do komputera 13/rys.1/.

Model zasobnika

Rozważano dwa warianty modelu zasobnika:

- 1/ bez uwzględnienia wymieszania sąsiednich partii tworzywa - sporządza się tablicę A^z /rys.3/,
- 2/ z uwzględnieniem wymieszania sąsiednich partii tworzywa w stosunku 0.25: 0.5 : 0.25 - sporządza się tablicę A^z /rys.3/ oraz B^z /rys.4/.

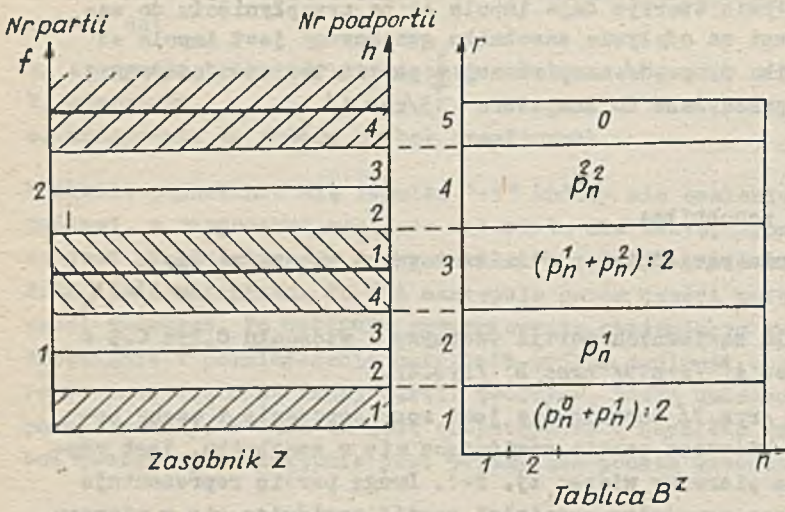
W tablicy A^z danego zasobnika /rys.3/ zapamiętane jest rozmieszczenie i cechy poszczególnych partii tworzywa. Pierwsza partia znajdująca się w zasobniku, jest reprezentowana w tablicy A^z przez pierwszy wiersz tj. $f=1$. Drugą partię reprezentuje wiersz $f=2$ itd. Dane określające parametry ostatniej partii znajdując się w wierszu o numerze $f=i^z$, gdzie i^z jest liczbą wskazującą ile pełnych partii tworzywa znajduje się aktualnie w zasobniku o numerze z . Wiersz $f=0$ obrazuje ostatnią partię, która w całości odpłynęła z zasobnika. Ostatni wiersz $f=i_{\max}^z + 1$ służy do zerowania danych. Każda kolumna tablicy A^z reprezentuje odmienny typ informacji. Numer próbki pobranej z danej partii tworzywa zapamiętany jest w kolumnie pierwszej oznaczonej symbolem $y/j=1/$. Następna kolumna $/j=2/$ określa stan zasobnika na poziomie poszczególnych partii w danej chwili. I tak:

$$x^f = \begin{cases} 0 - \text{kontrolowany przepływ materiału przez zasobnik na poziomie partii } f \\ 1 - \text{niekontrolowany przepływ materiału przez zasobnik na poziomie partii } f \end{cases}$$

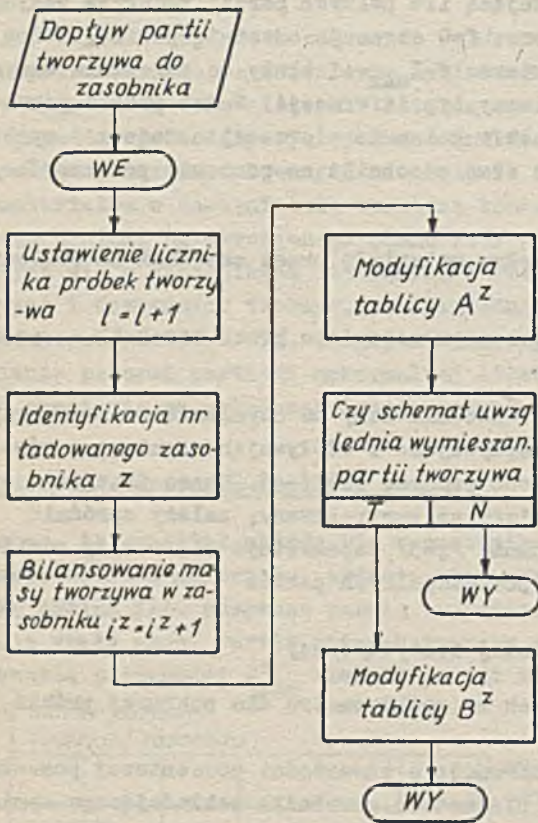
Z kontrolowanym przepływem materiału przez zasobnik mamy do czynienia wówczas, gdy aktualnie poprawnie odmieszane są partie dopływające i odpływające z niego, a równocześnie w chwilach poprzednich nie notowano żadnych zakłóceń. Chcąc przejść z niekontrolowanego modelu przepływu materiału na kontrolowany, należy opróżnić /wyzerować/ dany zasobnik. W trzeciej kolumnie $/j=3/$ zapamiętuje się rodzaj analiz, wg których określany jest skład chemiczny poszczególnych partii

$$s^f = \begin{cases} 0 - \text{analiza wg średniej statystycznej} \\ 1 - \text{analiza wg danych ze spektrometru dla pobranej próbki} \end{cases}$$

Ostatnie kolumny $/j=4^{***}9/$ przechowują informację o zawartości procentowej poszczególnych pierwiastków w danej próbce $/p_n^x/$. Dla modelu zasobnika zakładającego wymieszanie sąsiednich partii tworzywa w stosunku 0.25:0.5:0.25 należy sporządzić tabelę B^z /rys.4/. Wymieszaniu ulegają popartie nr 1 i 4 /1 partia = 4 podpartie/. Z chwilą dopływu do zasobnika "z" pełnej partii materiału /rys.5/, licznik próbek 1^z zwiększa swój stan o jednostkę. Równocześnie bilans ładowanego zasobnika zwiększa się o jedną partię. W tablicy A zasobnika "z" zapamiętuje się numer próbki reprezentujący załadowaną partię oraz średnią statystyczną analizę dla danego zasobnika. Zostanie ona zastąpiona przez analizę rzeczywistą, z chwilą odebrania wyników ze spektrometru tj. po czasie około 0,5 godz. W przypadku stosowania modelu uwzględniającego wymieszanie materiału, należy uaktualnić tablicę B^z danego zasobnika, o ile dokonano załadunku pierwszej lub drugiej partii tworzywa $/f=1,2/$. Dla kokalku



Rys.4. Rozmieszczenie podpartii tworzywa w zasobniku i tablicy B^z /f - nr partii; h - nr podpartii; n - liczba pierwiastków oznaczanych w badanej próbie; p_n - wartość analizy; r - nr wiersza tablicy B^z /



Rys.5. Model zasobnika - dopływ partii tworzywa

nie buduje się modelu zasobnika. Odpływ z zasobnika o numerze "z" podpartii tworzywa /rys.6/ powoduje zwiększenie stanu licznika h^z o jednostkę. W przypadku odpływu pełnej partii / $h^z=4$ / należy:

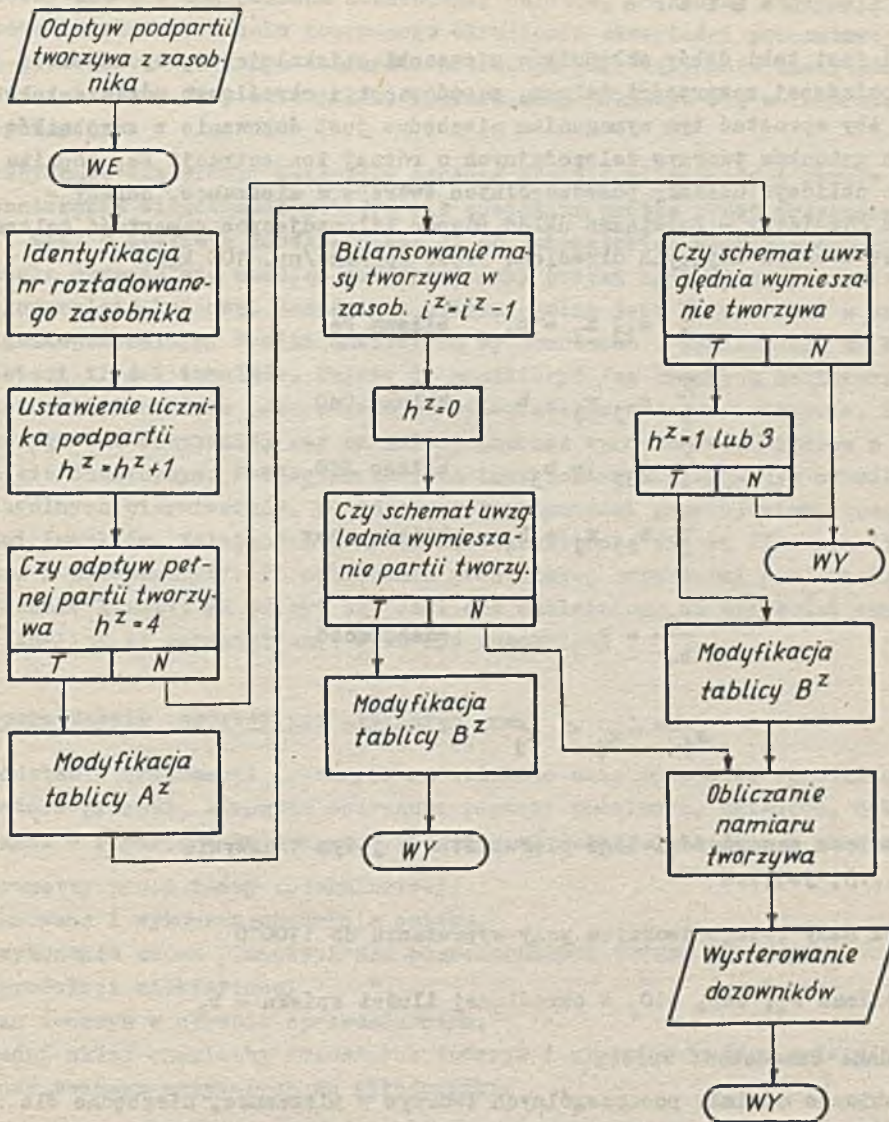
- a/ przesunąć zawartość tablicy A^z o jeden wiersz w dół,
- b/ uaktualnić bilans tego zasobnika / i^z /,
- c/ wyzerować licznik h^z ,
- d/ w przypadku modelu z wymieszaniem materiału wprowadzić odpowiednie wartości analiz do wiersza trzeciego i czwartego tablicy B^z .

Zawartość tablicy B^z należy przesunąć o jeden wiersz w dół, przy stanie licznika h^z równym wartości 1 lub 3 /rys.4/.

Zmiana składu chemicznego tworzyw w zasobniku na poziomie dozowania, powoduje obliczenie nowego namiaru i wysterowanie dozowników. Nowy namiar oblicza się również w przypadku:

- a/ zmiany parametrów sterujących,
- b/ zmiany średniego składu chemicznego tworzyw, o ile na poziomie dozowania korzysta się z analiz średnich,
- c/ wyłączenia lub załączenia dozownika.

W chwili opróżnienia /wyzerowania/ zasobnika, następuje wyzerowanie jego tablic / A^z oraz B^z /.



Rys.6. Metoda zasobnika - odpływ podpartii tworzywa

Występowanie awarii wagi lub licznika porcji na dopływie tworzyw do zasobnika

2,3/rys.1/ przy niemożności zatrzymania dostawy materiału, na swe odbicie w tablicy A^z poprzez:

- a/ wpisanie 1 do kolumny k wiersza $i^z + 1$,
- b/ zapamiętanie analiz średnich w kolumnach p_n w wierszu $i^z + 1$.

Awaria dozownika powoduje jego wyłączenie i załączenie dozownika rezerwowego o ile ten jest do dyspozycji.

Awaria licznika porcji zainstalowanego na odpływie z zasobnika powoduje przejście na dozowanie z zasobnika rezerwowego. W przypadku braku rezerwy należy zmodyfikować tablicę A^z , wpisując w wierszach $f=1...i^z$:

- a/ 1 w kolumnie k,
- b/ analizy średnie w kolumnach p_n .

Obliczenie namiaru

Celem namiarowni jest taki dobór składników mieszanki spiekalniczej, by uzyskać z niej spiek o pożądanej zawartości żelaza, zasadowości i określonym udziale koksiku w mieszance. Aby sprostać tym wymaganiom niezbędne jest dozowanie z zasobników namiarowni dwóch gatunków tworzyw żelazodajnych o różnej koncentracji Fe, topnika i koksiku. Chcąc obliczyć udziały poszczególnych tworzyw w mieszance, należy - znając ich skład chemiczny - rozwiązać układ równań bilansujących zawartość żelaza, zasadowość i masę tworzyw dających określoną ilość spieku /np. 100 kg/:

$$\sum_j a_{1j} x_j = b_1 \quad \text{bilans Fe}$$

$$\sum_j a_{2j} x_j = b_2 \quad \text{bilans CaO}$$

$$\sum_j a_{3j} x_j = b_3 \quad \text{bilans SiO}_2$$

$$\sum_j a_{4j} x_j = b_4 \quad \text{bilans masy}$$

$$\frac{b_2}{b_3} = k \quad \text{zasadowość}$$

$$x_j^{\min} < x_j < x_j^{\max}$$

gdzie:

a_{1j} - procentowa zawartość i-tego pierwiastka w j-tym tworzywie
 $i = 1...3, j=1...4$

a_{4j} - ubytek masy j-tego tworzywa przy wyprażaniu do 1100°C

$b_1...b_3$ - bilans Fe, CaO, SiO₂ w określonej ilości spieku - b_4

k - pożądana zasadowość spieku

x_j - poszukiwane udziały poszczególnych tworzyw w mieszance, niezbędne dla wyprodukowania określonej ilości spieku /np. 100 kg/ o pożądanej zawartości żelaza i zasadowości.

Nowy namiar oblicza się gdy:

a/ żąda tego operator procesu,

b/ na skutek odpływu podpartii tworzywa, w jednym z zasobników zmienik się skład chemiczny materiału znajdującego się na poziomie dozowania.

W pierwszym przypadku operator musi wprowadzić do komputera numery zasobników z których chce dozować tworzywo. Komputer oblicza namiar i wysteruwa dozowniki. W drugim przypadku namiar jest obliczany automatycznie, bez interwencji operatora.

5. Przetwarzanie wyników analizy chemicznej

Próbka tworzywa lub spieku przychodzi do laboratorium pocztą pneumatyczną w pojemniku, z etykietą określającą rodzaj materiału oraz numer próbki. W przygotowalni

końcowej zostaje ona poddana ostatecznej obróbce, po której otrzymuje się próbkę w postaci tabelki. W celu poprawnego określenia zawartości procentowej poszczególnych pierwiastków w danym tworzywie potrzebna jest znajomość zawartości FeO ze względu na różne fazy materiałów. Pomiaru tego dokonuje się w laboratorium analiz specjalnych.

Sporadycznie dla próbki materiału oznacza się jej wilgotność i straty prażenia. Do oznaczania wilgotności pobiera się specjalną próbkę przed przygotowaniem wstępnym i wraz z etykietą dostarcza się ją do laboratorium analiz specjalnych. Straty prażenia oznacza się bazując na części masy próbki ogólnej po jej przejściu przez przygotowalnię końcową. Zasadnicza próbka ogólna jest umieszczana w analizatorze rentgenespektralnym. Wyniki analizy są wyprowadzane z analizatora do komputera w postaci ilości impulsów. Należy je przeliczyć /wg krzywych kalibracyjnych/ na zawartości procentowe poszczególnych pierwiastków w danym tworzywie. Krzywe te są korygowane conajmniej raz na zmianę poprzez wprowadzenie wzorców o znanym składzie chemicznym. Każde tworzywo ma inny zestaw krzywych dla określania poszczególnych pierwiastków. Są to na ogół zależności prostoliniowe będące funkcją ilości impulsów. Zależności krzywoliniowe występują dla Fe /funkcja liczby impulsów i zasadowości/. Po obliczeniu procentowej zawartości pierwiastków, należy wprowadzić korektę na odczyt Fe. Jest ona uzależniona od wielkości oznaczenia FeO. Analizy są zapamiętywane w karcie zasobnika.

6. Sporządzenie raportów produkcyjnych

Na podstawie informacji zebranych na obiekcie oraz dodatkowo wprowadzonych przez operatora procesu, komputer sporządza raporty godzinowe, zmianowe, dobowe i miesięczne. W raportach tych wyszczególnione są następujące dane o procesie:

- parametry pracy taśmy spiekalniczej,
- planowana i wykonana produkcja spieku,
- % wykonania zadań planowych dla poszczególnych brygad roboczych,
- % produkcji nietrafionej " " " "
- stan tworzyw w okresie sprawozdawczym,
- średni skład chemiczny dozowanych tworzyw i wyprodukowanego spieku,
- ilość tworzyw przyjętych na składowisku.

Oprócz raportów stałych wyprowadzanych samorzutnie przez komputer o określonej godzinie, operator ma możliwość wyprowadzenia na żądanie niepełnego raportu zmianowego, dobowego i miesięcznego.

- radioaktive Sonden
- Radarsonden.

Der Soll/Istvergleich der Teufe erfolgt ausserhalb des Rechners. In den bisherigen realisierten Steuerungen wurde das für die Prozessführung massgebende Signal "Begichten" innerhalb der Sondenelektronik abgeleitet.

Nach jedem Begichtungssignal wird entschieden, nach welcher Betriebsart die Befüllung der Schleusen vorgenommen wird:

- Nachholbetrieb: Die Bedingung für diese Betriebsart ist, dass nach der erfolgten Begichtung die Sollteufe noch überschritten wird. Da dann in rascher Folge begichtet wird, müssen die Materialchargen mit dem zulässigen Mindestabstand auf das Gichtband ausgetragen werden.
- Normalbetrieb: Im Normalfall wird nach erfolgter Begichtung die Sollteufe erreicht oder unterschritten. Sobald das nächste Begichtungssignal erfolgt oder eine Waage das Signal "abzugsbereit" bringt, wird überprüft, ob ein Waagenabzug möglich ist. Die dafür notwendigen Bedingungen sind:
 - Es darf kein anderer Wiegebunker austragen,
 - Der Mindestabstand zur vorherigen Materialcharge muss eingehalten sein,
 - Der Entleervorgang einer Schleuse muss bereits gestartet sein,
 - Der betreffende Bunker muss dem aktuellen Schritt im Möllerplan entsprechen.

Je nach Anlagentyp werden in der Organisation der Gichtbandbelegung besondere Störungsfälle berücksichtigt, so dass z.B. bei Ausfall eines Wiegebunkers auf einen Bunker mit gleichem Material umgestellt werden kann.

Die Umorganisation erfolgt im Automatikbetrieb. Wie das Einfügen von Extra-Koks-Chargen müssen diese Sonderfälle zu jedem Zeitpunkt in den Steuerablauf übernommen werden, ohne dass eine Änderung des Möllerplaneß erfolgt.

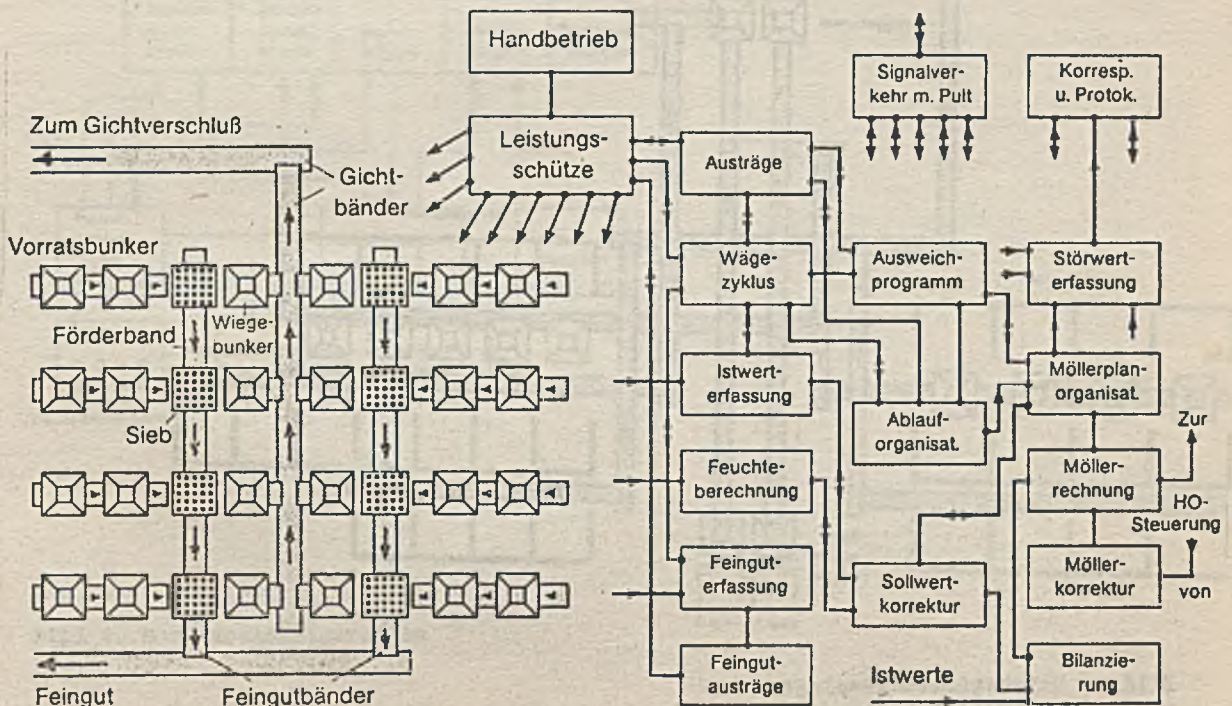


Bild 1. Steuerung einer Möllieranlage mit Bandbegichtung

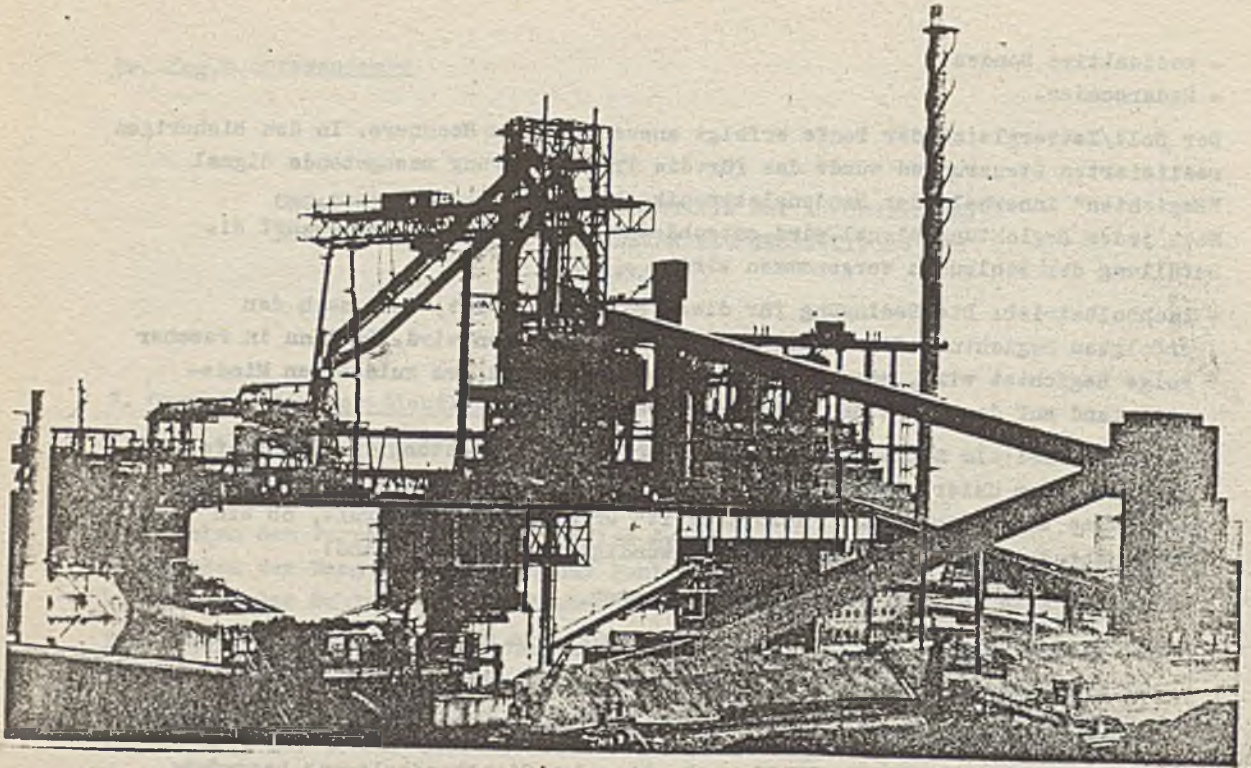


Bild 2. Grosshochofen Schwelgern der August-Thyssen-Hütte

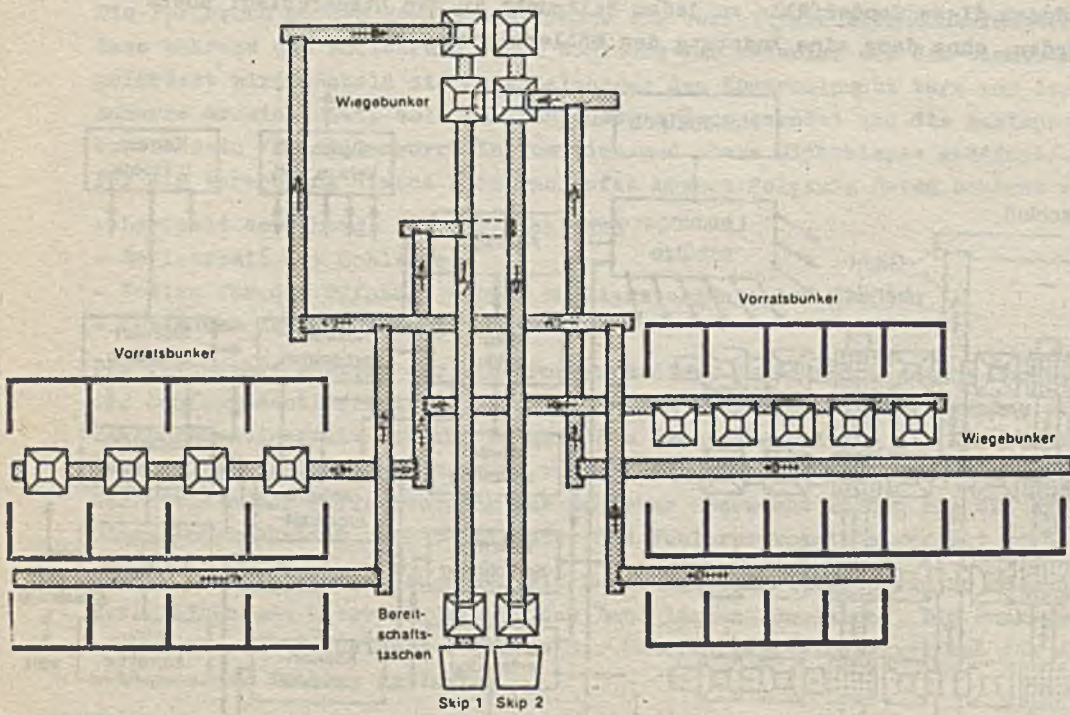


Bild 3. Skipbegiechtungsanlage

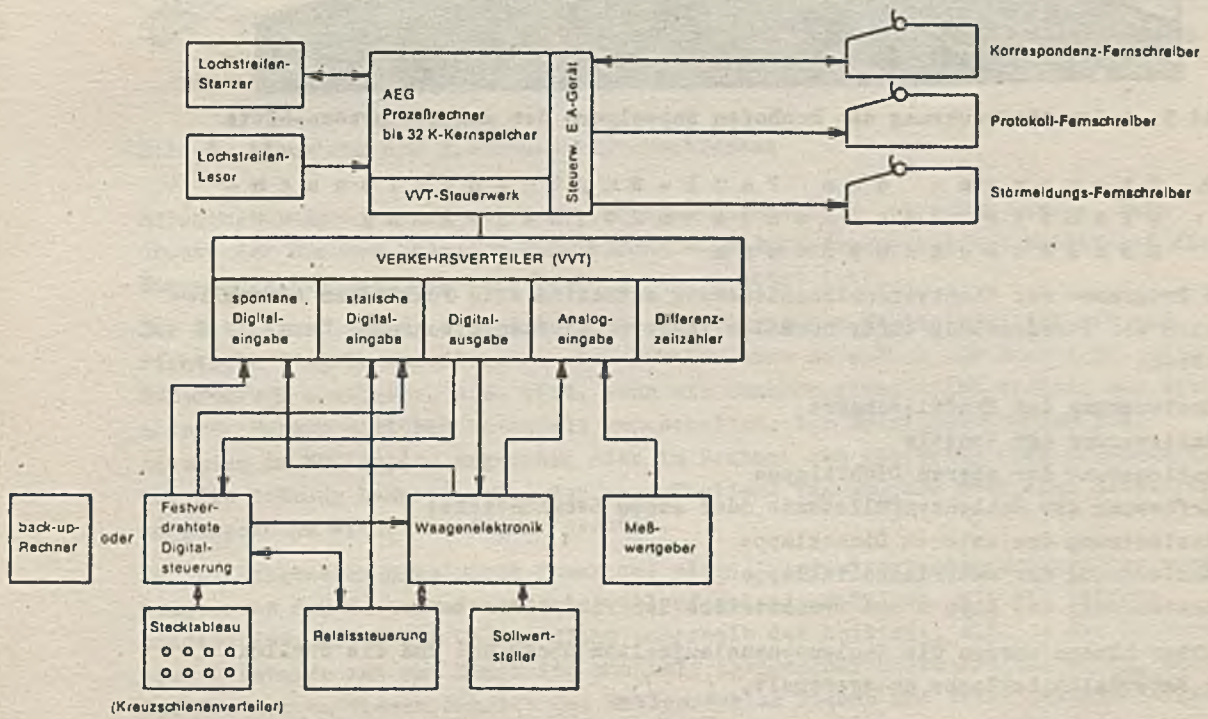


Bild 4. Hardwarekonfiguration

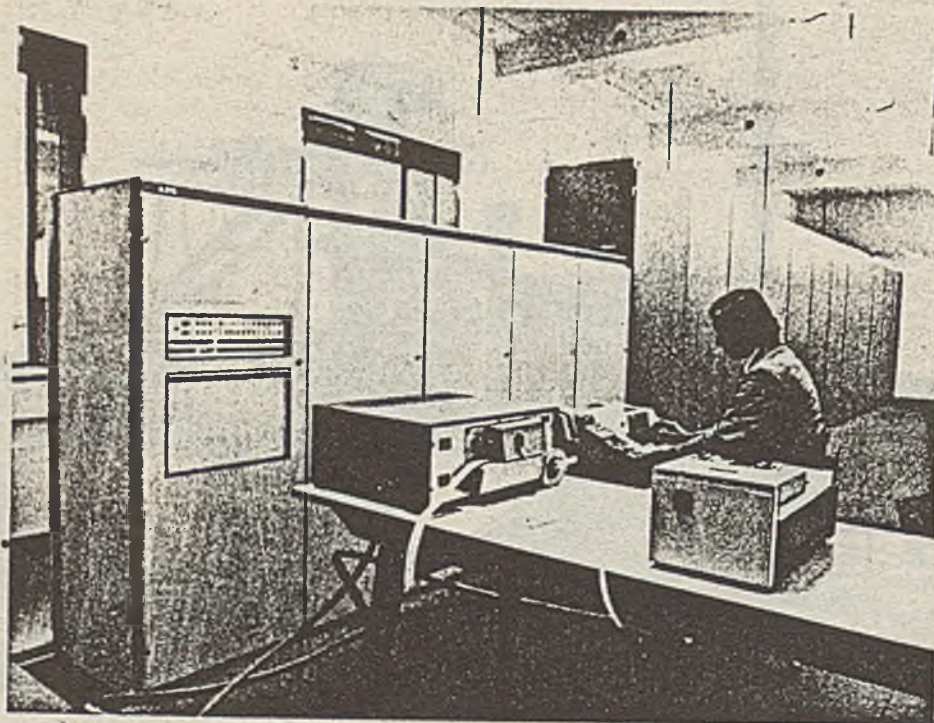


Bild 5. Automatiksteuerung des Hochofen Schwelgern der August-Thyssen-Hütte

1.2. Steuerung des Paul-Wurth-Schleusen- gichtverschlusses mit Regelung des Schleusenauslaufs

Die Programme der Gichtverschlussteuerung enthalten alle Funktionen einschließlich der Verriegelung einer normalen festverdrahteten Steuerung. Dazu gehören:

- Ansteuerung der Einfüllschurre
- Ansteuerung der Ventile
- Ansteuerung der oberen Dichtklappe
- Erfassung der Schleusenfüllstände oder eines Leerkontaktes
- Ansteuerung der unteren Dichtklappe
- Ansteuerung der Materialhalteklappe
- Ansteuerung des Kipp- und Drehantriebs der Verteilerschurre.

Darüber hinaus werden die Schleusenauslaufzeiten überwacht und die Stellung der Materialhalteklappe nachgeregelt.

2. Ausgabe von Störmeldungen

Die Störmeldungen werden im allgemeinen in Form von Kennungsnummern mit den entsprechenden Grössen ausgedrückt. Die einzelnen Bedeutungen entnimmt der Bedienungsmann einen Fehlerkatalog. Bei grossen Systemen können auch Klartexte ausgegeben werden.

Man unterscheidet zwei Arten von Störmeldungen, Meldungen aus Anlagenelementen, die der Rechner als gestört erkennt und Meldungen von Peripheriegeräten, wie z.B. "Papierende im Stanzer".

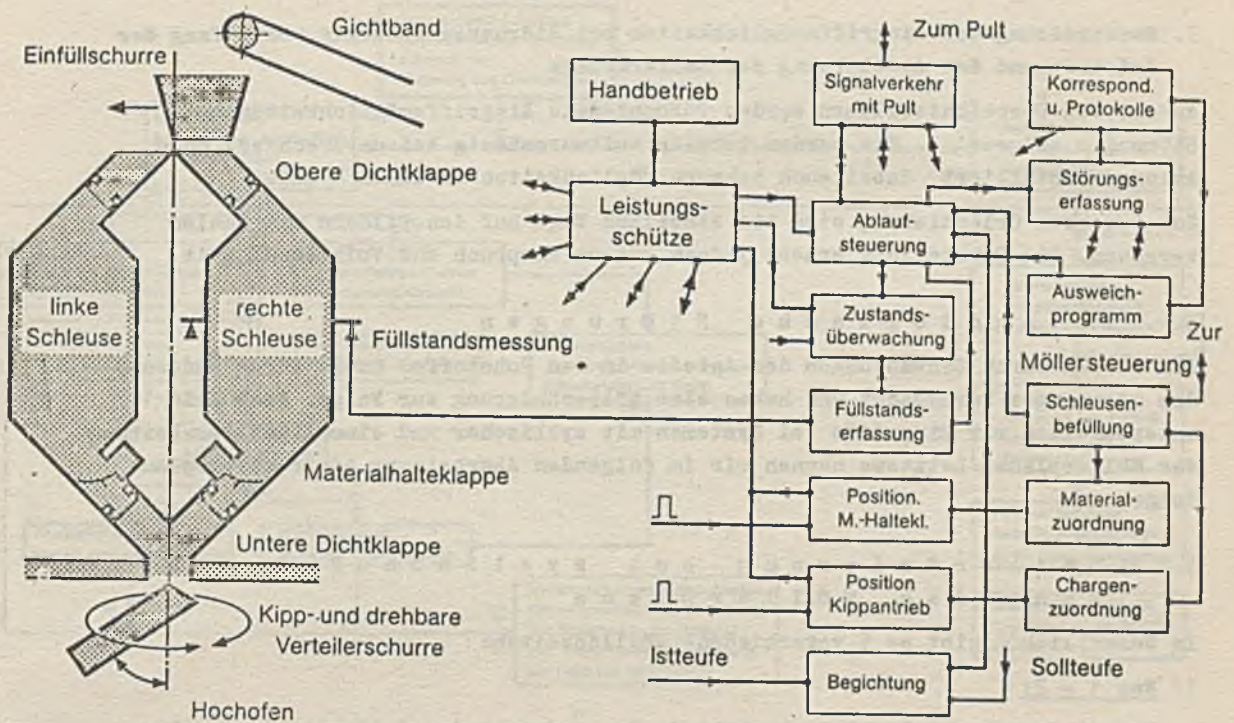


Bild 6. Steuerung des P.Wurth-Gichtverschlusses

Anlagenstörungen können mit Quittierungsmöglichkeiten versehen werden. Dazu druckt der Rechner nach der Störmeldung eine Anforderung aus und wartet auf die Eingabe /z.B. Nummer des Tagesbunkers, der gestört ist/.

Der Betriebsablauf /z.B. bei der Ablaufsteuerung des Wägezyklus/ ist bis zur richtigen Eingabe unterbrochen. Der Rechner kann daraufhin ein Ausweich- oder Notprogramm anstoßen, z.B. wird, wenn ein Bunkeraustrag nicht öffnet, auf einen anderen Bunker gleichen Materials umgeschaltet. Der Ersatztagesbunker ist entweder im Möllerplan angegeben oder im Rechner dem gestörten fest zugeordnet. Ist die Störung behoben, wird der ursprüngliche Tagesbunker über eine Entstörungskorrespondenz wieder verfügbar gesetzt.

Da bei Waagenstörungen nicht immer auf einen Ersatzwiegebunker ausgewichen werden kann, muss der Rechner den Betriebsablauf solange anhalten, bis die Störung behoben ist. Kommt ein Signal nicht innerhalb der Sollzeit, z.B. da der Bunkeraustrag verstopft ist und damit die maximale Abzugsdauer überschritten wurde, bleibt der Rechner an diesem Schritt des Entleerzyklus stehen und fragt zyklisch alle sec. ab, ob das erwartete Signal mittlerweile angekommen ist. Sodann führt er in dem Zyklus weiter.

Durch die Ausgabe einer Verriegelungsnummer im Störprotokoll, kann dieses z.B. bei Gerätereparatur über einen Verriegelungsdialog bis zum Schichtwechsel unterdrückt werden. Diese Massnahme entlastet das Bedienungspersonal von unnötigen Meldungen, z.B., wenn die Neutronensonden nicht richtig arbeiten.

3. Beschreibung der Eingriffsmöglichkeiten bei Störungen abhängig vom Umfang der Software und der Ausstattung der Möllieranlage

Anhand von Übersichtsbildern werden verschiedene Eingriffsmöglichkeiten bei Störungen aufgezeigt. Sie wurden bereits softwaremässig bei unterschiedlichen Anlagen installiert, dabei auch mehrere Möglichkeiten in einem System.

Zur besseren Orientierung sind die einzelnen Wege auf den Bildern mit Zahlen versehen. Die Darstellung erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

3.1. Technologische Störungen

Sie werden durch Schwankungen der Anteile in den Rohstoffen sowie durch Änderung des Ofenganges verursacht und haben eine Möllerveränderung zur Folge. Nach Bild 19 unterscheiden wir Eingriffe bei Systemen mit zyklischer und einmaliger Abarbeitung des Möllersplans. Letztere nennen wir im folgenden Abarbeitung einer Möllerveränderungsfolge.

3.1.1. Möllerveränderung bei zyklischer Abarbeitung des Möllersplans

Im Wesentlichen gibt es 5 verschiedene Möglichkeiten:

1/ Weg 1 - 2:

Die einfachste Möglichkeit besteht in der Änderung der Sollgewichte im aktuellen Möllersplan über eine Korrespondenz mit dem Rechner. Beim nächsten Waagenzyklus nach der Änderung werden dann die neuen Sollwerte den Waagen vorgegeben.

2/ Weg 1 - 5:

Kann bei erforderlichen Materialänderungen nicht mit dem Reservemöllersplan gearbeitet werden, muss ein neuer Plan erstellt werden und über die Korrespondenz "Nahtloser Möllersplanwechsel" in den Arbeitsspeicher übernommen und gestartet werden. Die Befüllung der Wiegebunker nach dem neuen Möllersplan erfolgt sukzess während der laufende Zyklus des alten Planes zu Ende geführt wird.

3/ Weg 1 - 3 - 7 - 8

Die neuen Sollgewichte können auch in den Sollwertstellern der Waagen eingestellt und per Korrespondenz in den Rechner übernommen werden. Bei Systemen mit Analysendaten kann zur Überprüfung der Einstellung noch eine Kennzahlenberechnung durchgeführt werden.

4/ Weg 1 - 3 - 6 - 7 - 8

Eventuell nach erfolgter Analysenänderung wird die Korrespondenz "Möllersrechnung" angestossen und durch Eingabe der Komponenten mit den Gewichten die Kennzahlen berechnet. Der Bedienungsmann ändert die Eingangsdaten solange ab, bis die errechneten mit den geforderten Kennzahlen übereinstimmen. Das Rezept kann dann in den Sollwertstelle neu eingestellt und in den Rechner übernommen werden.

5/ Weg 1 - 3 - 6 - 8

Es wird die Korrespondenz "Möllerskorrekturrechnung" eventuell unter Vorgabe neuer Sollkennzahlen oder Bunkermaterialien wie bereits beschrieben durchgeführt. Durch nahtlosen Möllersplanwechsel oder Neueinstellung der Sollwertsteller wird das neue Rezept in den Rechner übernommen und die Abarbeitung gestartet.

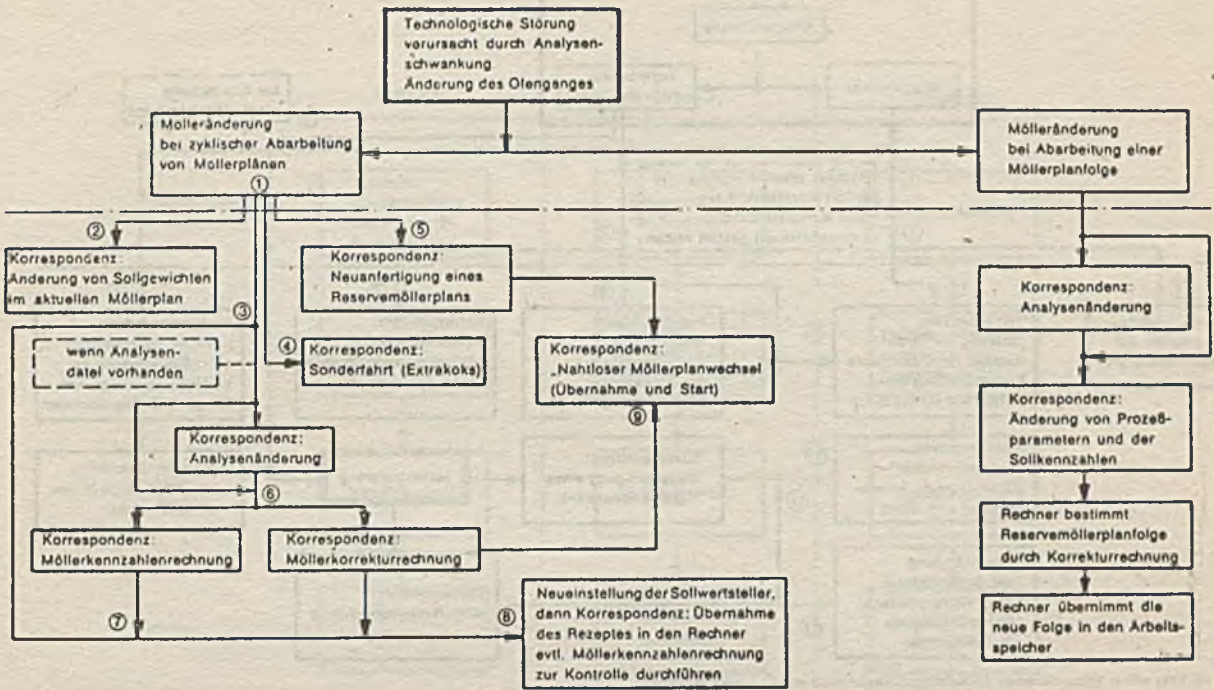


Bild 7. Übersicht über Eingriffsmöglichkeiten bei technologischen Störungen in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Software

3.1.2. Mölleränderung bei Abarbeitung einer Möllerplanfolge

Nach Änderung von Prozessparametern und Sollkennzahlen durch eine Korrespondenz, bestimmt der Rechner eine neue Möllerplanfolge und übernimmt sie nach Abarbeitung der alten in den Arbeitsspeicher.

Die Berechnung der neuen Möllerplanfolge wird nach dem unter Kapitel 3.3 /Möllerkorrekturrechnung/ erläuterten Verfahren durchgeführt.

3.2. Anlagenstörungen

Die Systeme können so konzipiert sein, dass Störungen an Wiege- und Tagesbunkern über eine Mölleränderung, d. h. durch Neuerstellung des Möllerplanes behoben werden.

Nach Bild 8, unterscheiden wir

1. Umgehung der Störung am Wiegebunker ohne Mölleränderung

a/ Weg 1-5:

über Korrespondenz schaltet der Bedienungsmann auf den Reservemöllerplan um und umgeht somit die Störung.

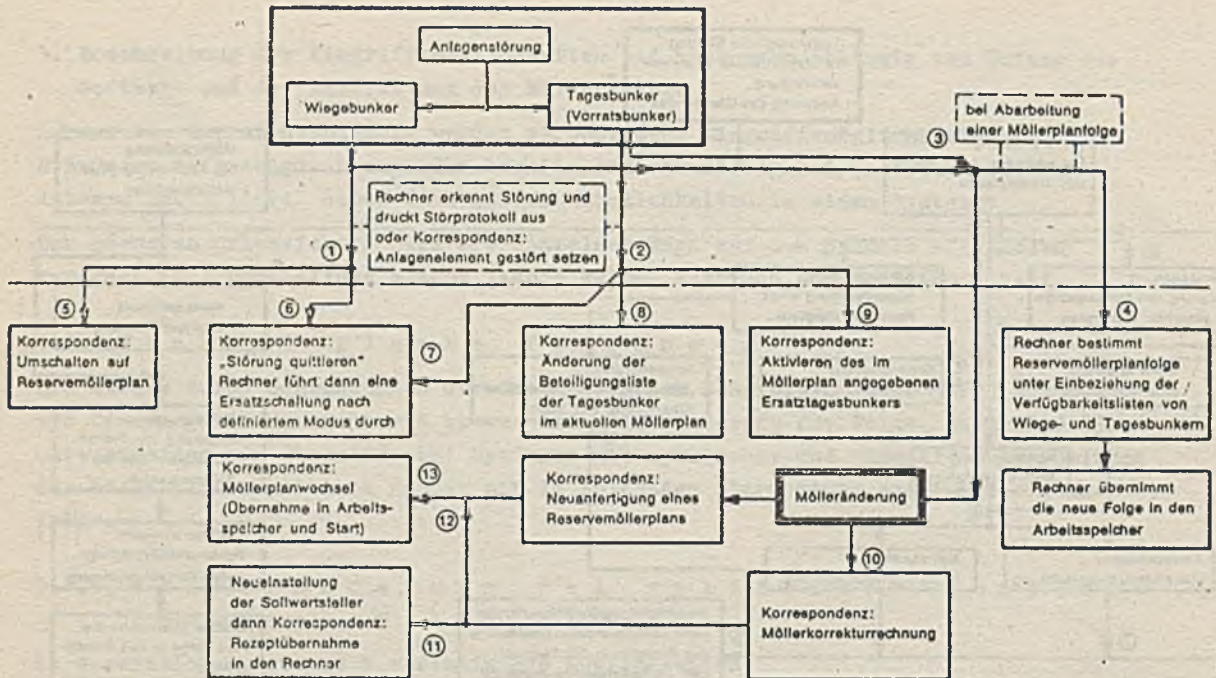
b/ Weg 1-6:

Nach Quittierung der Störung stösst der Rechner wie schon in Kapitel 3 beschrieben ein Ausweichprogramm an.

2. Umgehung der Störung am Tagesbunker ohne Mölleränderung

a/ Weg 2-7:

Diese Möglichkeit ist identisch mit Weg 1-6.



Die im Text näher beschriebenen Ablaufmöglichkeiten sind mit \odot gekennzeichnet

Bild 8. Übersicht über Eingriffsmöglichkeiten bei Anlagenstörungen in Abhängigkeit vom Umfang der Software und Ausstattung der Möllieranlage

b/ Weg 2-8:

Da mitunter mehrere Tagesbunker gleichen Materials für eine Waage zur Verfügung stehen, kann durch einfache Änderung der Tagesbunkerbeteiligungsliste über Korrespondenz die Störung behoben werden.

c/ Weg 2-9:

Durch Anstoss über Korrespondenz schaltet der Rechner auf den im Möllerplan angegebenen Ersatztagesbunker um.

3. Behebung der Störungen durch Mölleränderung

a/ Weg 3-13:

Es wird ein neuer Reservemöllerplan eingegeben und in den Arbeitsspeicher umgespeichert.

b/ Weg 3-10-12-13:

Über die Korrespondenz Möllerkorrekturrechnung kann ein passender Möllerplan bestimmt und zur Abarbeitung freigegeben werden.

4. Behebung der Störungen bei Abarbeitung von Möllerplanfolgen

Der Rechner berechnet unter Einbeziehung der jetzt veränderten Verfügbarkeitslisten von Wiege - und Tagesbunkern eine neue Möllerplanfolge.

3.3. Rechnerstörung

Als Ausweichsysteme kommen back-up-Rechner und festverdrahtete Steuerung in Frage. Bild 9. zeigt bei drei Anlagen die vorhandenen Betriebsarten.

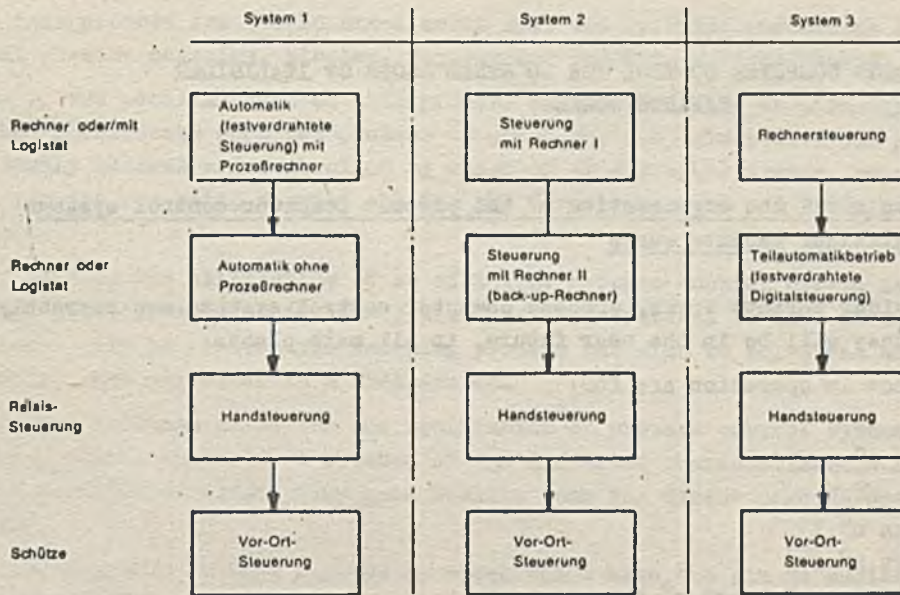


Bild 9. Engriffsmöglichkeit bei Rechnerstörung /Übersicht über Betriebsarten/

ORGANIZACJA TRANSPORTU W SYSTEMACH AUTOMATYCZNEGO ZAŁADUNKU WIELKICH PIECÓW

Cały przebieg załadunku wielkiego pieca można podzielić na następujące okręsy:

- pobieranie materiałów z zasobników i napełnianie wag,
- pobieranie materiałów z wag i napełnianie kieszeni zasobnika górnego,
- opróżnienie kieszeni zasobnika górnego i załadunek do pieca.

Pomiędzy powyższymi cyklami przebiegu procesu ładowania powstają przerwy, które zależą od przebiegu procesu wielkopiecowego. Podstawowym zadaniem automatycznego sterowania jest, przy zachowaniu zadanego poziomu materiałów w wielkim piecu, doprowadzenie materiałów do pieca-kieszeni zasobnika górnego i zasobników wagowych.

Zadaniem komputera w układzie załadunku taśmowego jest zapewnienie dostawy materiałów do wierzchołka pieca w określonej ilości i o określonym składzie z potrzebnym wyprzedzeniem czasowym.

W referacie omówiono ogólne zasady sterowania transportem materiałów na wielki piec, sterowanie zamknięciem Paul-Wurth'a, sygnalizację zakłóceń w transporcie materiałów oraz możliwości usuwania zakłóceń występujących w transporcie materiałów w zależności od wyposażenia systemu sterowania załadunkiem.

P. Buglione Di Monale
A. Cecere

PROCESS COMPUTER CONTROL FOR LD STEEL SHOPS OF ITALISIDER
TARANTO WORKS

1. Information about the organization of the process computer control systems
at the Italisider Taranto works

At the Italisider Taranto works, process computer control systems are currently running; or they will be in the near future, in all main plants.

The systems now in operation are for:

Blast furnace n° 1
Blast furnace n° 4
Blast furnace n° 5
LD steel works n° 1
LD steel works n° 2
Continuous casting n° 2 and n° 3
Utilities distribution
Power plant n° 2
Strip rolling mill n° 2 / 2 computers/
Cold rolling mill

The following systems will be installed in the near future:

Continuous casting n° 1
Blast furnace n° 2
Blast furnace n° 3
Sintering plants

The technicians involved with the process control systems are part of "Organization" direction together with the staff who work on the centralized computers used for central information system and for administration.

The process control department, under the direction of one responsible manager, is formed by groups of technicians located on each area of the factory and their task is system design, hardware and software implementation, start up and maintenance of the systems.

The activity of the process computer control groups is regulated and controlled by special schedules which give the expected timing for each scheduled work. The general manager of each area is responsible for the realizations of various projects and for their correspondence to the operating requirements of the plants.

The process computer control groups work together with the Technical Department technicians specialized on formulation of mathematical models for metallurgical processes and with instrumentation department. These two departments cover the whole area of the works and are organized like the process control department.

2. Concepts about basic philosophy for process computer control systems, objectives to be reached and functions

The main process for the Ld steel works i.e. the refining process is in its principal phases: charging, blowing, tapping and pouring, a discontinuous process.

Most of the peculiar data of this process cannot be easily or directly assessable by the instruments when the process is going on; for this reason the process cannot be easily checked and controlled by means of an automatic system, even if serious studies are now being carried out for the development of the Dynamic Automatic Control.

Nevertheless, the utilization of an efficient process control system in this area offers great advantages if this system has such features to make it an instrument able not only to control the refining process but also to solve the whole range of problems that may occur in a steel-works.

Different problems exist for the application of process control systems on continuous casting plants where, just because of the different characteristics of the process, it is possible to expect very good results from the direct computer control of casting phases.

Process computer control systems in steel shops have the aim to achieve the following main objectives:

- Control of the conditions at the end of blowing
- increasing the conversion and tap yield, improving the product quality
- controlling and reducing material consumption
- automatic collection and increased reliability of data
- reduced staff requirements for the processing of reports.

The achievement of the above mentioned objectives is obtained through the various functions which the computer has to perform at various plant levels.

The functions performed by process computers at the Taranto Steel Shops can be grouped in the following categories:

- A - development of operator guide models
- B - automatic data collection and input
- C - dynamic control
- D - physical stock management control
- E - storage of data and processing of the reports.

A - Development of Operator Guide Models

This group of activities of a Process computer has the aim to provide on-line information to the operating staff, by means of processing and models, required for operation of the process or of the plant. The object here is to facilitate the achievement of the prefixed targets and to simplify the required effort.

B - Automatic data collection and input

This is one of the most qualifying features of a Process Computer Control system since the reliability of the input data is essential requirement for any processing.

By this activity, the system will have, with the utmost reliability, access to the data required, to control even the congruence between the various data received, and to reduce the work load of the operators.

This activity of the system also includes the automatic data transmission. This automatic data collection and input is deemed of the utmost importance by us. For this reason we have spent considerable effort in the development of both hardware and software systems. At the Taranto Steel Shops have been developed systems with the capability to collect and control all major data and the input-output terminal system will give the results to the operators in the simplest way.

C - Dynamic control

This activity is obtained through the concurrence of the activities related to the development of models with those related to the direct control of equipment resulting in an automatic control of a certain process, such as for inst. refining or casting, to obtain finally the required conditions.

D - Physical Stock Management Control

For materials or equipment representing the main cost items of the Steel Shops, on-line control of these materials with adequate frequency is indispensable. The Process Computer can fulfil this condition when these materials are those normally handled by the computer for data processing.

E - Data Storage and Report Processing

On the development of this part of the System depends the reliability of the preservation of the data in the secondary storage system, the easy control of final data, and the quick preparation of surveys and reports.

3. Technical data of the two Steel shops in operation at Taranto and hardware configuration of the installed Systems

The Italisider Iron and Steel works at Taranto have currently two Steel Shops in operation. The former, in operation since 1964, is equipped with three 315 t converters with an annual output capacity of 5,500,000 t steel. The latter, in operation since June 1973, has converters with a capacity of 350 t. The annual production capacity of Steel Shop n° 2 has been planned for 6,000,000 tons.

Steel Shop n° 1 is equipped with 3 weighing machines having one single control desk, two hot-metal weighing platforms, three charging cranes, two trucks for discharging the scrap into the converter; the scrap is charged with two boxes for each heat.

The teeming plant consists of two bays with three teeming platforms and one continuous casting plant.

Steel Shop n° 2 is equipped with four scrap weighing scales and two hot metal weighing scales, symmetrically located with respect to the converter vessels. Charging is effected with one single scrap box.

The teeming plant consists of two bays each provided with one teeming platform and two continuous casting plants. A service bay located between the converters and the teeming bays permits evacuation of the slag pots and the main auxiliary operations, such as ladle preparation.

The casting as well as the service cranes are fitted with weighing scales. One weighing scale will also be installed on one of the two charging cranes for a better control of hot metal losses due to desulphurization and slagging processes.

At the end of blowing the analysis is controlled in both Steel Shops with the aid of spectrometers located on the converter floor, whereas the final analysis and slg are checked in a special laboratory communicating with the Steel Shop by a pneumatic dispatch system.

Description of the hardware and software of the systems

The computers installed at the Steel Shops n° 1 and n° 2 have the characteristic reported in Table 1.

An expansion of the system for the Steel Shop n° 1 has been planned so that it will have the same conditions as the computer of Steel Shop n° 2. The connections of the two computers with the plant equipment are evidenced in Table 2. There are further connections for the reading of converter operating phases and connections with the instrumentation monitoring the waste gas recovery plant.

T a b l e 1

	Steel Shop n° 1	Steel Shop n° 2
Central core	32 K	48 K
Cycle time	4 sec.	2 sec.
Auxiliary memory type	Discs	Disc Pack
Total capacity of aux. memory	1500 K	7000 K
Card reader	Yes	Yes
Printer	Yes	Yes
Process Interruption	Yes	Yes
Digital Input	Yes	Yes
Digital Output	Yes	Yes
Analog Input	Yes	Yes

Software of the systems

The operating system adopted for both computers is a multiprogramming executive operating system; all operative software has been developed by Italsider Technicians. For this software implementation of the system have been adopted some general-type program sets, previously developed for the Process Computers /Video terminals, analog input, digital input, etc./.

4. Description of the functions performed by the process control systems at the Taranto steel-works

The functions performed by the process computer control, systems at the steel shops n° 1 and n° 2 at Taranto are listed in Tabl.3.

A-I Matematical Model for the Charge Calculation

This matematical model for the charge calculation has the aim to determine the aim to determine the charge variables and the oxygen to be delivered in order to achieve at the end point the desired conditions.

The model essentially consists of a 6-linear equations system expressing the following balances:

- Thermal balance

Table 2

Video terminals		Type writers		Connected scales		Connected thermocouples	
Steel Shop No 1	Steel Shop No 2	Steel Shop No 1	Steel Shop No 2	Steel Shop No 1	Steel Shop No 2	Steel Shop No 1	Steel Shop No 2
Charge calculation operator	Charge calculation operator	Charge calculation operator /rr 1/	Charge calculation operator /no1/	Hot metal /n 2/	Hot metal /n 2/	Converter /n 3/	Converter /n 3/
Converter control Room /n 3/	Converter control Room /n 3/	Converter control Room /n 3/	Converter control Room /n 3/	Scrap /n 3/	Scrap /n 4/	Steel Ladle /n 3/	Steel Ladle /n 3/
Mould Preparation	Mould Preparation	Mould Preparation	Mould Preparation	Ferro-Alloy Weighers /n 4/	Ferro-Alloy Weighers /n 3/	Hot metal Ladle /n 2/	Hot metal Ladle /n 2/
Teeming Yard	Teeming Yard	Teeming Yard	Teeming Yard	Fluxes /n 6/	Fluxes /n 12/	Tundish /n 1/	Tundish /n 2/
Continuous Casting Control Room /n 1/	Continuous Casting Control Room /n 2/	Continuous Casting Control Room /n 1/	Continuous Casting Control Room /n 2/				Hot metal /n 1/ Dislagging
Hot metal weighing scales /n 2/	Hot metal weighing scales /n 2/	Analysis laboratory /Converter floor/	Analysis laboratory /Converter floor/			SPECTROMETERS	
Scrap weighing scales /n 3/	Scrap weighing scales /n 4/	2nd Analysis laboratory	2nd Analysis laboratory			Steel Shop No 1	Steel Shop No 2
Offices Building	Offices Building	Office Building	Office Building			Emission-type /n 1/	Emission-type /n 2/
Spectrometer Room /conv. floor/							X Ray Type /n 1/
Spectrometer Room /Offices Build/							

Table 3

Operator guide models:	Automatic acquisition of:	Dynamic control	On-line operating control of:	Data collection
<p>A</p> <p>A1. Static model for charge calculation.</p> <p>A2. Model for ferro-alloy additions</p> <p>A3. Model for heat and ingot weight calculations.</p>	<p>B</p> <p>B1. Weighing scales data.</p> <p>B2. Temperatures data</p> <p>B3. Spectrometers data</p> <p>B4. Blowing instrumentation C data.</p> <p>B5. Converters operating phases.</p>	<p>C</p> <p>C1. Dynamic refining control.</p>	<p>D</p> <p>D1. Mould availability and handling.</p> <p>D2. Ferro-alloy</p>	<p>E</p> <p>E1. Data recording and collection.</p> <p>E2. Report print.</p>

- Oxygen balance
- Fe balance
- Lime balance
- Slag balance
- fluorspar balance

These equations have been theoretically formulated and subsequently adjusted on the basis of experimental heats with a particular statistical technique. This adjustment has made it possible to take into account phenomena not assessable theoretically, and difficult to measure directly. It has thus been possible to consider in the Oxygen and thermal balances reactions that cannot be controlled in normal praxis, as for instance the combustion of a part of the CO to CO₂. At the Taranto Works has been adopted the practice /see fig.1/ to include in the input the weight of the ores to achieve a better control of the end-point conditions. In fact, if the ore should be kept among the unknown variables of the system, it would continuously vary according to the characteristics of the hot metal; this would lead to differentiated refining patterns and hence of the thermal and oxygen efficiency, which would vary from one heat to the other.

In standard conditions, the unknown variables of the system are, therefore, the following:

- Hot metal weight
- scrap weight
- oxygen volume
- lime weight
- fluorspar weight

The sixth variable, i.e. slag weight, is of no help to the operator but it enters into the balance equations.

In particular operating conditions, especially when there are restrictions regarding the charging equipment, the model offers the possibility to include the hot metal or scrap in the input, and, as a consequence, ore is determined as an output.

Before blowing is started, the charge is once more calculated, including in the input data the hot metal and scrap weight, automatically transmitted, and taking into account the thermal conditions of the converter as a function of possible time lags between slagging of the foregoing heat and the beginning of the charging operation of the heat in question, taking into account the temperature lowering of the hot metal from the moment it is measured and the moment in which the hot metal is discharged into the converter vessel.

The recalculated output data are:

- ore weight
- steel weight
- oxygen volume
- lime weight
- fluorspar weight.

If the operating conditions remain unaltered from tap to tap, the calculation of the charge is completed by a self-adjusting method based on the arithmetical mean value of the thermal and oxygen efficiency of the last four heats. The calculation of the charge, for both converter vessels in operation, is effected through video by an operator also acting as a co-ordinator and supervisor of the computer data flow regarding the converters.

CHARGE CALCULATION MODEL

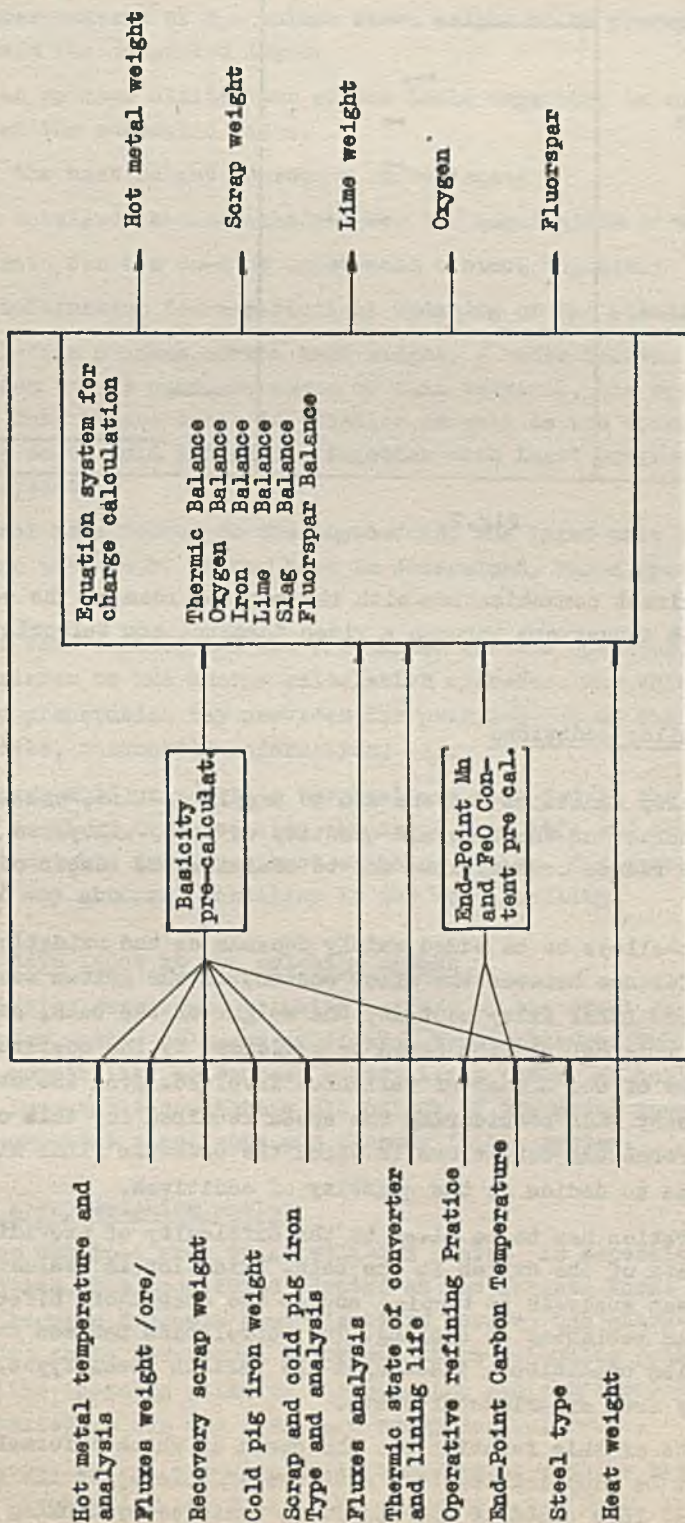


Fig. 1.

Charge calculation heat number n /timing/

Description	Heat /n - 1/	Heat n
Data input	—	
Scrap box charge	- - - - -	
1 st hot metal charging /240 t/	—	
Hot metal temperature		—
H.M. temperature input		—
Charge calculation		—
2 nd hot metal charging		—
Scrap adjustement		—
Re-calculation		—
Scrap charging		—
Hot metal charging		—
Blowing		—

Fig.2.

This operator is in direct communication with the control room of the weighing equipment and with the converters through a video terminal and teleprinting system.

A-2 Model for ferro-alloy additions

The model for ferro-alloy additions has the aim to supply on-line, and in the most suitable form, information on the type and quantity of ferro-alloys to be added to each heat in order to reduce consumptions and to minimize the number of out-of-analysis heats.

The quantity of ferro-alloys to be added mainly depends on the oxidation conditions of the bath, the difference between the alloy content in the molten steel before adding and the required final alloy content, the weight of the bath, and the kind of the ferro-alloys. This calculation could be performed by the operator only by approximation, in view of the number of variables involved. Even the utilization of tables would not be easy when considering the speed required for this calculation and the adverse environmental conditions in which the operator finds himself at the moment in which he has to decide on the quantity of additives.

Furthermore, consideration has to be given to the difficulty of providing on-line direct measurement data of the oxygen in the bath. Oxidation is evaluated indirectly based upon the heat analysis at tapping and on the operations effected after the end point, such as reblowing or cooling. The correlation between the ferro-alloy yield and tapping conditions, based upon the various steel types, have been derived statistically from experimental heats.

Essential requirements of this function are the speed at which information on the ferroalloy weight can be supplied together with the efficiency of the system in providing output-data. This speed of the system is achieved by linking the processing directly to the verification of analysis at tapping. Data transmission to the opera-

tor is currently effected by means of a video terminal; a digital display will soon be installed.

A-3 Model for Heat and Ingot Weight calculation

The main objectives of this function are:

- an exact determination of the molten steel weight to be poured into each ingot mold to obtain the scheduled ingot;
- to achieve an optimum utilization of the ladle capacity, in order to increase the weight of the scheduled heats;
- planning of the heat weight to reduce short ingot;
- to supply a detailed teeming schedule for the ingot molds of each train;
- to provide data for the on-line ingot mold control function;
- to provide information for a periodical updating of the standard ingot weight.

For the calculation process of the heat weight, a video terminal located in the mold preparation bay is used. By means of this terminal, the operator feeds the general input data of the train in question as well as the specific input data of each single ingot mold and stool, together with ingot programming data, into the computer system.

Feedback control is effected on the input-data, the ingot mold and stool movements are updated and the weight of the heat is determined, based upon a special mathematical model.

The results of this calculation are visualized for the operator, stored and forwarded by teleprinter to the charge calculation operator. The teleprinter located in the ingot mold preparation bay provides for printing-out of the results of these computerized data, diagnostic information, etc.

Through the ingot-mold preparation terminal are also fed in the final data regarding teeming, required for updating the ingot mold life and the final data regarding the ingot weights from the ingot weighing scales. The system also provides information on any abnormal condition in the mold handling.

B-I Automatic data input at the weighing scales

The weighing scales /except the weighing hoppers of the Steel Shop n° 2/ are connected with the computer system by means of digital type hardware. The main feature of this system is its possibility to connect a very large number of peripheral equipments to one single loop-cable connecting all points of the Steel Shop, this achieving the conditions of greatest simplicity and economy in the system.

Hot metal and scrap weighing scales

The information obtained from these weighing scales is essential for a correct charge calculation. The modalities adopted at the Taranto Works for the calculation of the charge require frequent communications between the charge calculation operator and the weighing scale operators. To reduce these telephone communications and to supply an on-line operator guide to the weighing scale operators, video terminals have been installed in the hot metal and scrap control rooms.

This terminal enables the weighing scale operator to receive the necessary instructions for hot metal discharging, to follow the weighing data input, to obtain information on the quantities already discharged and yet to be discharged for completion of each charge.

The data collected by the computer are used as input for the charge calculation model and for the recalculation model, for the heat report and for an entire set of printed reports regarding the hot-metal and scrap discharging stations.

Platform weighing scales /ferro alloys/

These platform scales are providing some auxiliary information to the computer system preselected by an operator as well as the weight recorded by the platform scales. These data are used for compiling the heat report and for controlling ferro-alloy consumption.

Scales for overhead travelling cranes

The weighing scales installed on the three pouring cranes of Steel Shop n° 2 will be connected to the computer system. This connection will enable the control system to determine all weights to be delivered for completely closing the production balances for each heat, to print at the casting pit a report of each single ingot weight, associating the weight of each ingot with the related ingot mold of the train, thus ensuring automatic updating of the specific consumption value of the ingot molds. The actual weight poured in each mold is an information also used by the system for on-line determination of the ingot weight.

Weighing Hoppers

Steel Shop n° 2 is equipped with an automatic charging system for fluxes and ferro-alloys. This system is based upon 6 weighing hoppers for each converter vessel, 4 of which for fluxes and 2 for ferro-alloys.

Data collection from these weighing hoppers for input will be carried out automatically by an analog system through which the computer will be able to collect on-line, without operator intervention, the quantities progressively discharged from the various storage bins, the type of material and the exact moment in which this material is discharged into the converter vessels. This data handling system is of particular importance to achieve a greater reliability of the data automatically printed out on the refining heat report.

B-2 Temperature data input

The main objectives of this function are the following:

- an exact determination of the temperature value by means of a control on the values received by the computer;
- automatic input of the temperature data;
- digital display visualization of the computerized temperature readings;
- output of all temperature readings in the melting shop with suitable irregularity codes, and of the calibration temperature values.

During temperature measurements, a signal generated by the recorder provides for gathering various temperature readings within a very short time.

These temperature values are submitted to two different verifications before the output of the final value.

The first checking has the aim to verify the correct functioning of the thermocouple and of the recording instruments, whereas the second will report any temperature values not included in prefixed acceptability ranges established for each thermocouple type.

The temperature data transmission system provides for a read-out of the findings on the video and on the teleprinters of the control desks concerned, besides their storage and visualization on the digital display.

B-3 Data collection and control of the visible emission spectrometer analyses

The main objectives of this function are:

- automatic data collection and control of all information provided by the spectrometers and sample analysis taking into account the corrections for interelementary effects;
- automatic standardization and calibration of the instrument;
- shortening of the analysis time and its display in suitable form to the operators;
- input for the on-line prediction model of the ferroalloy quantities to be added for each heat.

The system achieves a complete automation of the spectrometer both with regard to recording to points /volts/ and to the determination of chemical composition and standardization of the instrument. At the system designing stage, special consideration has been given to the specific requirements of the melting shop with regard to reliability of data, transmission speed and forwarding of these data to the operators.

The possibility to take advantage of the process computer control system of the melting shop for automating the spectrometer ensures all expected benefits without additional cost, by utilizing the already available terminals system.

The mode of conversation between the analyst and the computer for determining sample analysis and for standardization has been simplified to the maximum and the information supplied by the computer in response to the analyst is as clear and complete as possible.

At the end of spark, the computer starts piloting the scanner on the various elements to be analysed, previously pre-set by the analyst, picks-up the signals of test points and processes data. The analyses before tapping and ladle sample will be immediately visualized through the data display on the video of the analyst and of the converter control desk to minimize the response time.

The input of the data required for spectrometer control /calibration curves, reference values, etc./ is performed by punch-cards. To this purpose, adequate forms have been prepared, to fill by means of the fill-in blank technique so that punching of the data and their input in the computer system can be performed even by unskilled staff.

The following analysis types have been planned, each of them requiring a different processing and data transmission system:

- service analysis
- analysis of steel in the converter
- analysis of molten steel in the ladle
- analysis of calibration samples
- analysis for standardization

B-4 Automatic input of data regarding blowing

The main objectives of this function are:

- automatic recording by the computer system of the blowing variables
- automatic on-line processing of the primary input data

- automatic recording and measuring of all refining conditions and their printing on the heat record
- operation control of the instrumentation
- assembly of the primary data required for the study of the dynamic process control model.

In the Steel Shop n° 2 are presently connected the following instruments with the Process Computer Control System for each converter:

Oxygen flow rate measurement
Oxygen pressure
Analysis of CO, CO₂ e O₂
Waste gas flow rate
Lance height.

The connection of these instruments with the computer is of the analog type.

A software input system will provide for scanning of the related converter instruments as soon as blowing starts.

The scanning frequency has now been fixed at about 4 seconds. After each input, the input data are processed to determine, among others, the integration value of the blown O₂ quantity. For certain variables, the data collection and input system has the capability to measure any variations with respect to previous values. This allows for reporting on the heat report with extreme exactness all variations in oxygen delivered, lance height, etc. associated with the time at which these variations occurred. The oxygen flow rate, regarding the two measuring lines, are integrated at each progressive input and are then used for an automatic determination of the total or partial quantities of O₂ blown and for keeping an exact control of the efficiency of the instrumentation by means of continuous on-line comparisons of the values regarding the two measuring lines. The oxygen blow values are automatically associated to all events occurring during the blowing stage and printed in the heat report.

The operation of the system is entirely automatic and does not require any intervention by the operators who can read the results on the computerized analyses on the video terminals located on their control desk.

The automatic collection and input of the blowing data is a first step towards the dynamic control of the process, providing with simple means all primary data required for the implementation of the related model.

B-5 Input of converter operating phases - Heat report

The main objectives of this function are:

- automatic data collection and input of the converter phases and their recording on the heat report;
- maintaining the phase between computer and converters;
- reduction of the operators' work-load by increasing the reliability of data;
- processing of data based upon real operating time.

Exact timing of the computer with converter process is of vital importance for the whole process computer control system since the automatically recorded information is also automatically matched with the related heat by the process computer.

The main phases measured and recorded by the computer system during the batching of a heat are:

- hot metal charge
- solid charge
- start of blowing
- ignition
- end of blowing
- tapping
- slagging.

The computer adjusts its phase to the converter phase based upon the above listed data. Most of these phases are measured automatically by means of signals from the plant; information regarding the solid and liquid charge has to be introduced manually by the operator. All input data required to control the computer phase are automatically recorded on the heat report.

In Steel Shop n^o 2 is now in operation an automatic compiling system of the refining heat report.

The targets to be reached with this function are:

- a reduction of the operators' work-load;
- an increase in reliability of the collected data;
- a rationalization of the basic oxygen process data transmission system;
- simplification and automation of the handling and processing of actual heats data.

The heat report is divided into two main parts:

one regarding the charge and final data, whereas the other covers the refining process pattern.

For all data contained in the first part are printed out both the required and the actual values.

In the second part is printed a detailed description of the whole manufacturing process, including all operating phases, the additions in the converter, blowing data and the related times.

C-I Refining control

Continuous control of the refining process has been achieved in melting shop n^o I for study purposes already four years ago.

The refining process was studied with the aid of a probe located at the converter mouth, and with flow rate and waste gas analysis measuring record taken at the stack. A means of studying the refining process was instantaneous oxygen balance.

A survey was made on slag-metal unbalance conditions, giving rise to slopping, especially with regard to blowing practices and flux addition.

Furthermore, a study was made of the interrelationship at the end-point between the decarburation rate and carbon analysis.

The system was not designed for on-line operation, mainly because of the difficulties to measure the flow rate and because of the time lag in the response of the analysers which did not allow for an efficient in-phase control of the refining process. The waste gas recovery plant of melting shop n^o I consists of saturated steam boilers. The waste gas is exhausted by three parallel waste gas cleaning systems each of which equipped with waste gas meter. It is indispensable that the

analysers are mounted on the exhaust ducts since the plant does not permit a complete interception of the air exhausted from the other two converters which are not in the oxygen blow phase and, therefore, a control of the waste gas analysis immediately beyond the boiler would give no significant results.

In these conditions the response time would be inconsistent with an on-line control of the process. The melting shop n° 2 is equipped with an O.C. System, which permits to collect the data regarding flow rates and waste gas analysis with very short time lags and with a greater accuracy that can be achieved for the melting shop n° 1.

It has been planned to apply the experience gathered from the study at melting shop n° 1 to melting shop n° 2 for on-line control of the refining process.

D-1 On-line operating control of molds availability and handling

The objectives of this system are the following:

- an improved knowledge about the whole ingot-mold situation
- a reduction of the staff required for routine jobs connected with the ingot mold situation
- a reduction of data input time required to collect the vital information for the decisions and options to be made regarding the ingot-mold stocks
- reduction of the technical ingot mold consumption since the system offers the possibility for a programmed checking of ingot mold conditions, and thus for preventive maintenance and repair.

The system is closely connected with the ingot weight control program so that it will be possible to take advantage of the same input data for both systems thus reducing the operators work load. Another characteristic of the system is that it allows for on-line correction of possible input errors. The reliability of the system is thus considerably increased and does not require a control of the final data.

D-2 On-line control system of ferro-alloy utilization

The control of ferro-alloy consumption, one of the most important cost items of the melting shop, is effected on a daily base. This control is performed by means of printed computerized reports based on the input data collected during the heat. It is thus possible to obtain an accurate daily analysis of the progressive ferro-alloy quantities used for each steel type, as well as of the variances with respect to the forecast quantities.

E-1 Data filing and printing of reports

The main objectives of this function are:

- the implementation of an efficient storage system
- the implementation of a suitably sized data file
- an increased reliability for preservation of the stored data
- simplification of the procedures for final data processing and handling
- automatic compiling of reports and printed information.

All aspects related to an efficient data handling by the computer system have been thoroughly studied in the design engineering of the process computer control system. As to on-line storage of the data, special systems have been designed to minimize the access time to the various files and ensuring conservation of the data even in case of abnormal interruptions in the performance of the programs. To increase the reliability of data storage on the disk units, steps have been taken both to improve the operating conditions of the computer /power supply, conditioning, vibrations, dust/ and to obtain a back-up system of the disk units. This system includes the simultaneous operation of two disk units with two disk-packs of identical configuration. One of these two discs is normally in operation whereas the other is only used in case of failure.

To ensure the continuity of the input data flow, a special software system has been designed to provide for cyclic updating of the two disks to prevent, at all costs, any slowing down of the system.

5. Main conditions necessary to improve the results of the steel-works process control systems

Most of the functions listed in the previous paragraph are, according to us, essential, to get good results from the steel-works process control system.

The implementation of this system requires an attentive study of the information data flow diagram related to the whole plant. This is necessary to obtain that:

- the information is collected and supplied to operators by the system in the most efficient way;
- the data transmission system is integrated and not overlapped with other systems that may be present in the area;
- the reliability of data is improved.

The process control system is in fact a means which enablest operators to improve and simplify their modes of working. It is, therefore, very important in designing the software and hardware, necessary to get and send the information to point out not only the operating procedures followed in performing the single activities but also ergonomics demands. In any case, the operator has to agree with the way in which this system is implemented and make it his own.

The accomplishment of the above mentioned conditions, together with the efficiency of the adopted transmission system and of the equipment for automatic data acquisition, is essential to obtain a high degree of reliability for the input data to computer.

In our opinion it is also very important to develop a data storing system which allows for an easy processing of data, even in a final stage, in order to get elaborations for the updating of models according to particular work conditions.

Another essential condition to get good results is that the hardware and software of the systems be designed to permit quick updating and modifications.

This purpose has been achieved by the Taranto steel works technicians by means of a standardized set of software and hardware.

6. Standardized implementations of software and hardware

The principal standardized systems which have been realized at the Italisider Taranto Works and are now operating are:

SOFTWARE

- Video procedures system

It is a software which includes also a particular programming language designed for the simultaneous control of video procedures on the system channels. By this software is possible the programming of even very complex procedures by people with no particular skill in this field.

- System for the acquisition of analog data

The objective of this system is the completely automatic acquisition of any number of analog points.

The informations specifying the characteristics of the acquisition /putting on, putting off, scanning frequency etc./ are introduced to the system by means of punched cards. Their punching is made on the basis of forms prepared with the fill-in-blanks technique.

- Software to control the hardware related to the transmission and acquisition of digital data

It is a software planned for the transmission management of digital data /input and output/ through standard hardware units. A section is designed to check the management of the teleprinters connected with the hardware.

HARDWARE

- System for the transmission of digital data
- System for the acquisition of digital data

There are two hardware implementations for the transmission and acquisition of digital data set up to meet a wide range of hardware problems connected with process control systems.

For the output parts the following peripheral equipment can be controlled:

- Digital display
- Analog to digital converters
- On - Off signals
- Teleprinters

For the input parts:

- Equipment for transmission of only one word
- Equipment for transmission of more than one word
- Equipment for transmission of status words.

This hardware is formed of a central unity interfacing the computer and of two loop cables /one for the input and the other for the output/ along which the whole equipment existing in the steel shops for the transmission of data is connected in parallel. Useless to point out the advantages in terms of economy and simplicity of installation. The fact that it is the Italsider technicians themselves who develop this hardware and software has one more advantage, i.e. to have systems perfectly corresponding to the real necessities and to have at disposal the whole know how for modifications and updating.

7. Conclusions

The results obtained by the Process computer Control System at the melting shops can be considered quite satisfactory. The control of the end-point conditions with the aid of a mathematical model of the charge and the automatic data collection and input permit to obtain about 40 % OK heats^{o/} at melting shop n°1. This figure can be considered as satisfactory if referred to the nature of the solid charge i.e. 60 Kg/t solid pig iron and 8 Kg/t recovery scrap mixed with slag and to the hot metal sampling technique, carried out in the blast furnace runner.

At melting shop n°2, the first operating period was effected without solid pig iron and recovery scrap in the charge and with hot metal being sampled in the torpedo. In these conditions, it was possible to reach a rate of 80 % OK heats.

The model for ferro-alloy additions mainly permits an 8 % saving in aluminium for killed steel, and about 5 % in ferromanganese and 1% in high quality ferro-alloys /Niobium, Vanadium, etc./.

The ingot mold control system, which makes it possible to adopt preventive repair and maintenance policies, is leading to progressive consumption reduction. The /^{o/}OK heats'are heats where there is no reblowing or cooling/

Information reports, printed out every day by the process computer, provide for timely availability of all information required exactly and regardless of any staff problems.

Computerizing and printing-out of the reports has permitted to reduce the manpower. At present, the implementation of the Process Computer Control System for continuous casting is under way at the Taranto Works.

STEROWANIE PRZY POMOCY KOMPUTERA PROCESEM KONWERTOROWO-TLENOWYM LD W HUCIE
ITALSIDER W TARANTO

Streszczenie

Huta Italsider w Taranto osiągnęła pożądany stopień zastosowania komputerów sterujących. we wstępie przedstawiono zakres wykorzystania systemów sterujących i organizację wydziału. Następnie przedstawiono podstawowe wymagania dla systemu sterowania procesem. Ogólny opis dwóch stalowni, w których pracuje system sterowania i ich cechy.

W środkowej części referatu przedstawiono opis każdej funkcji realizowanej przez system sterowania w sadu. W opisie tym przedstawiono zarówno stronę operacyjną jak i organizacyjną każdej funkcji. Systemy sterowania dają najlepsze rezultaty jeżeli obserwuje się warunki organizacji i działania odnoszące się do całego interesującego nas obszaru. Przedstawiono najważniejsze spostrzeżenia specjalistów w Italsider dotyczących tego zagadnienia. Italsider osiągnął znaczne efekty w dziedzinie standaryzacji hardware'u i software'u dla systemów sterowania procesami. W końcowej części referatu przedstawiono zasadnicze osiągnięcia z działalności w tym kierunku.

C. Bollwien
J. Wolfram
R. Kauer
H. Heubach

DAS PROZESSRECHNERSYSTEM EINES BODENBLASENDEN SAUERSTOFFKONVERTERS

1. Allgemeine Vorbemerkungen

Die Stoffumwandlung von Roheisen zu Stahl im Konverter ist ein Prozess mit reicher technischer und technologischer Tradition, bei dem die subjektive Beherrschung des Prozessablaufes im allgemeinen noch überwiegt. Infolge der hohen Energie- und Materialintensität sind jedoch derartige Prozesse volkswirtschaftlich besonders bedeutungsvoll.

Deshalb wird gegenwärtig in allen stahlerzeugenden Ländern verstärkt nach Möglichkeiten gesucht, die die Objektivierung, die Optimierung und die Automatisierung des Stahlgewinnungsprozesses im Konverter gestatten.

Der Einsatz der Rechentechnik, insbesondere der Prozessrechentechnik, bietet hierfür eine solide Ausgangsbasis. Die Ergebnisse mehrjähriger Untersuchungen in dem VEB Maxhütte Unterwellenborn erlauben im folgenden ein Prozessrechnersystem vom bodenblasenden Sauerstoffkonverter vorzustellen, welches allgemeingültige und über den hier skizzierten Anwendungsfall hinausgehende Algorithmen beinhaltet.

2. Einige Bemerkungen zur Technologie

Bekanntlich kann in einem Konverter flüssiges Roheisen durch Sauerstoffeinblasen zu Rohstahl gefrischt werden. Dabei ist es ausserordentlich bedeutungsvoll, eine der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Roheisens entsprechende Kühlmittelmenge im Prozessablauf einzusetzen, da die wesentlichsten chemischen Reaktionen exothermer Natur sind. Grob gegliedert unterteilt sich der Prozess in die Vorblas- und Nachblasperiode, welche durch einen charakteristischen Punkt, dem sogenannten Übergang voneinander getrennt werden. Während in der erstgenannten Periode besonders die Roheisenbegleitelemente Si, Mn und C verbrennen, setzt in der Nachblasperiode eine intensive Schlackenbildung und damit die Entphosphorung ein /1/ bis /3/.

Problematisch ist im allgemeinen

1. die Beendigung der Blasphase, da gegenwärtig ein einfaches Instrument zur Bestimmung der Blaszeit unter den gegebenen praktischen Bedingungen den verantwortlichen Blasseister nicht zur Verfügung steht und
2. die Tempersturführung der Charge, weil praktikable kontinuierliche Messverfahren zur Bestimmung der Temperatur unter Betriebsbedingungen nicht bekannt sind.

Darüber hinaus ist es aus ökonomischen Gründen bedeutungsvoll, Materialeinsatzmengen von beispielsweise Kalk, Erz oder Legierungsmittel, auf objektiver Basis ermittelt, bereitzustellen.

3. Das Prozessrechnersystem des Blasstahlwerkes

3.1. Die Testvorstufe

Als eine sehr wichtige Arbeitsetappe bei der Einführung eines Prozessrechnersystems im Stahlwerk wurde die Testvorstufe angesehen, bei der es zielstellungsgemäss vor allem um die Realisierung dreier Aufgabenkomplexe ging /4/:

1. Praktische Prüfung der entwickelten Teilmodelle auf Wirksamkeit und Grenzen
2. Ausbildung und Qualifizierung der mit der Rechentechnik in Berührung kommenden Stahlwerker
3. Abbau der ohne Zweifel vorhandenen Vorbehalte gegen den Einsatz moderner Hilfsmittel.

Dazu wurde ein elektronischer Kleinrechner vom Typ CB205 mit einem im Stahlwerk befindlichen Fernschreiber durch eine innerbetriebliche Datenübertragungseinrichtung verbunden.

Hiermit bestand die Möglichkeit pro Charge wichtige Führungsgrössen zu berechnen, nachdem die notwendigen Prozessinformationen über den Fernschreiber dem Rechner mitgeteilt wurden. Das Rechnerprogramm war dadurch gekennzeichnet, dass vom Stahlwerk aus über eine Starttaste der bedingte Stopp des Rechners aufgehoben werden konnte und das automatische Einlesen der auf Lochstreifen vorliegenden Modellwerte ausgelöst wurde. /vgl. Bild 1/.

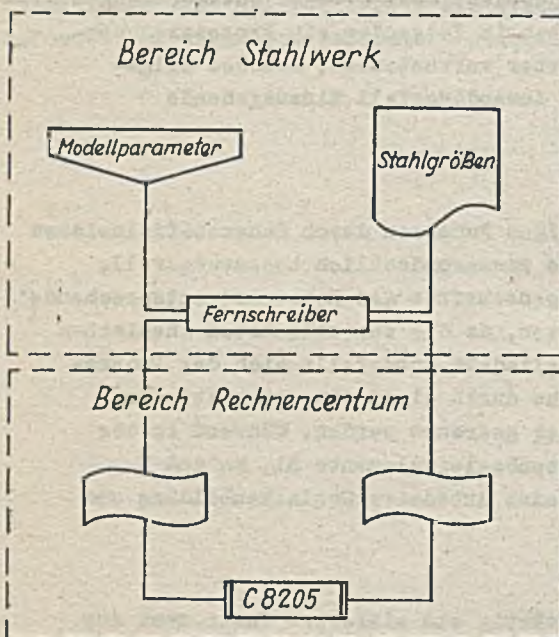


Bild 1. Informationsfluss zur objektiven Stellgrössenberechnung eines Chargenprozesses

Eine Sinnfälligkeitskontrolle der Prozessparameter schloss grobe Eingabefehler aus.

Die ermittelten Ergebnisse wurden über den am Rechner befindlichen Stanzer ausgegeben und über ein Lochstreifensendegerät unmittelbar in das Stahlwerk weitergeleitet. Im Ratgeberprinzip erfolgte die mehr oder weniger aktive Umsetzung der ermittelten Zielgrössenwerte, wobei sehr kritisch Abweichungen analysiert wurden. Es soll besonders erwähnt werden, dass das beschriebene System viele Monate hindurch im Vierschichtbetrieb und ohne Bedienung am Rechner selbst die Führungsgrössen wie

- Zusatzkalkmengenrechnung
 - Endpunktbestimmung
 - Legierungsmengenermittlung
- realisierte.

Darüber hinaus kann eingeschätzt werden, dass infolge der hohen Genauigkeit der Rechenwerte /die Sicherheit der vorausgerechneten Zielgrössenwerte liegt z.Zt grösser 93 %/ der Wunsch zur Verwendung zunehmend grösser wird, was insbesondere jeweils beim Ausfall der beschriebenen Anlage deutlich wurde.

3.2. Zur Rechen- und Gerätetechnik des Prozessrechnersystems

Zur technischen Basis des Prozessrechnersystems gehören eine Vielzahl von Erfassungs-, Verarbeitungs-, Übertragungs-, Kontrol- und Anzeigeräten,

die den Aufgaben entsprechend automatisch bzw. durch Handbedienung wirksam werden /vgl. Bild 2/.

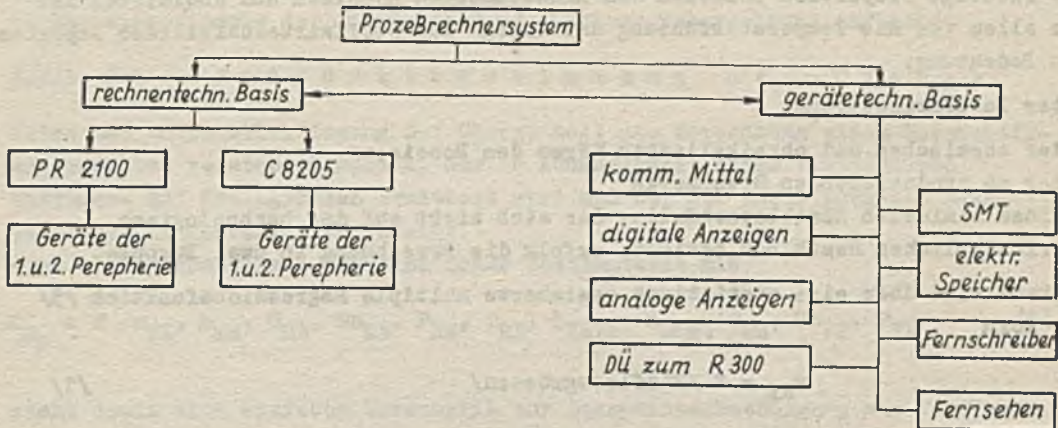


Bild 2. Rechen- u. Gerätetechnik des PR-Systems Blasstahlwerk

Dazu gehören:

- ein Prozessrechner vom Typ PR 2100 mit den dazu gehörenden Geräten der ersten und zweiten Peripherie
- ein Kleinrechner vom Typ C 8205
- Kommunikationsmittel wie Wechselsprechanlage, Telefon und OB-Apparat
- digitale Anzeigegeräte
- analoge Anzeigegeräte
- eine Datenübertragungseinrichtung zum zentralen Rechenzentrum des Betriebes
- ein Gerätesystem für den Einsatz der Schwingungsmesstechnik
- elektronische Zwischenspeicher
- verschiedene Fernschreibsender und -empfänger
- und die Geräte für eine Fernsehübertragung

Die eingesetzte Gerätekonfiguration wurde durch die vier Hauptaufgaben des Prozessrechnersystems bestimmt, die im wesentlichen zusammengefasst aus

1. den materialökonomischen Berechnungen,
 2. den Führungsgrößenbestimmungen,
 3. der Absicherung der Primärdatenerfassung und
 4. dem Havarieprogramm
- bestehen.

3.3. Die Aufgaben des Prozessrechnersystems

Im Bild 3 sind die Einzelaufgaben des Prozessrechnersystems unterteilt in normalen Betriebsablauf und Ausfall der PR 2100 /Havariesituation/ dargestellt. Dazu sind für jede Einzelaufgabe, ausgenommen der Erfassung des Chargen- und Giessberichtes mathematische Teilmodelle entwickelt worden.

Abweichend von der im allgemeinen weitverbreiteten Verfahrensweise wurden stochastische Modelle verwendet, die bekanntlich bei den komplizierten Konverterprozessen und der oftmals unzureichenden Genauigkeit der Datenerfassung gegenüber den determinierten Modellen wesentliche Vorzüge besitzen. In Abhängigkeit der zeitlichen Folge der Phasen des Chargenprozesses sollen die Teilmodelle kurz skizziert werden.

3.3.1. Die Berechnung des metallischen Einsatzes

Die richtige Proportion zwischen den Einsatzmengen Roheisen und Kühlmittel ist vor allem für die Temperaturführung der Charge aus stoffwirtschaftlichen Aspekten von Bedeutung.

Unter Berücksichtigung

- der chemischen und physikalischen Wärme des Roheisens
- der zu produzierenden Stahlmarke
- eines minimalen Restblockenfalls, der sich nicht auf den technologisch erforderlichen Restblock bezieht, erfolgt die Berechnung in zwei Etappen.

Erstens wird über eine statistisch gesicherte multiple Regressionsfunktion /5/ der Form

$$m_{RE} = f \text{ /Einflussgrößen/} \quad /1/$$

unter Verwendung der im Test bestätigten relevanten Einflussgrößen, beispielsweise Roheisenanalyse und -temperatur, die notwendige Menge an Roheisen vorausgesetzt.

Zweitens wird die erforderliche Kühlmittelmenge analog zu /1/ über

$$m_{KM} = f \text{ /Einflussgrößen/} \quad /2/$$

bestimmt.

3.3.2. Der Algorithmus der Kalkmengenberechnung

Für den metallurgischen Ablauf des Prozesses ist eine definierte Kalkmenge entsprechend der prozentualen Gehalte des Roheisens an Silizium und Phosphor sowie der Roheisenmenge von Bedeutung.

Die theoretische Kalkmenge lässt sich demzufolge nach Gleichung /3/ wie folgt berechnen:

$$m_{Kalk} = \frac{m_{KE}}{100} \cdot /4,0 \cdot Si_{RE} + 2,71 P_{RE}/ \quad /3/$$

Unter Berücksichtigung betriebsspezifischer Bedingungen und Forderungen ergibt sich die in der Praxis mit Erfolg angewandte Beziehung /4/

$$m_{Kalk} = \frac{m_{RE}}{100} \cdot K_u /4,45 \cdot Si_{RE} + 3,02 /P_{RE} - P_{VP}/ \quad /4/$$

Da nur die Zusatzkalkmenge für die Feindosierung interessiert, geht /4/ wie folgt in /5/ über

$$m_{Z.Kalk} = \frac{m_{RE}}{100} \cdot K_u /4,45 \cdot Si_{RE} + 3,02 /P_{RE} - P_{VP}/ \quad /5/$$

Es bedeuten:

- m_{Kalk} = Gesamtkalkmenge in kg
- $m_{Z.Kalk}$ = Menge Zusatzkalk in kg
- m_{RE} = Menge Roheisen in kg
- Si_{RE} = Siliziumgehalt des Roheisens in %
- P_{RE} = Phosphorgehalt des Roheisens in %
- P_{VP} = Phosphorgehalt der Vorprobe in %
- K_u = Kalküberschussfaktor

Im Modellsystem hat der Algorithmus der Kalkmengenberechnung in den ersten Blasminuten den Vorrang, da sowohl die Kalkzugabe in der Vorblassperiode erforderlich wird als auch das im folgenden zu beschreibende Teilmodell "Endpunktbestimmung der Charge" auf der Kalkmengenberechnung aufbaut.

3.3.3. Die Endpunktbestimmung der Charge

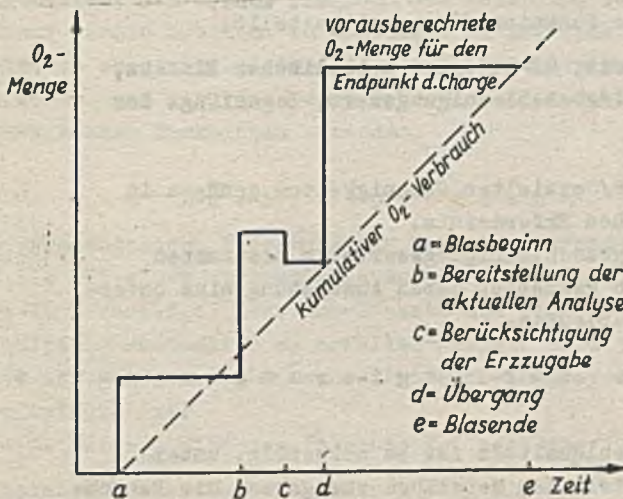
Unter der Endpunktbestimmung der Charge soll die Berechnung eines Sauerstoffmengenwertes verstanden werden, der in Abhängigkeit einer Vielzahl von Einfluss- und Stellgrößen ermittelt wird und der die Beendigung des Blasprozesses im Konverter voraussetzt.

Über die stochastische Funktion hoher Bestimmtheit mit

$$M_{O_2} = f / m_{RE}, m_{Km}, C_{RE}, Mn_{RE}, P_{RE}, T_{RE}, M_{Kalk}, m_{Erz}, O_{2H}, Mn_{VP}, P_{VP} / 6/$$

steht damit eine einfache Vorschrift zur Blasprozessbeendigung zur Verfügung.

Hierbei fungieren Mn_{VP} und P_{VP} als Stellgrößen /6/, /7/ und O_{2H} als wirkungsvoller Prozessparameter, der die bis zum Übergang verbrauchte Sauerstoffmenge charakterisiert. Infolge der Nutzung einer Reihe von Informationen aus dem ablaufenden Prozess besitzt dieser Algorithmus einen dynamischen Charakter /vgl. Bild 4/.



Unter den spezifischen Betriebsbedingungen steht der berechnete Sauerstoffmengenwert etwa drei Minuten vor Blasende zur Verfügung, so dass der verantwortliche Blasmeister durch ständigen Vergleich mit dem kumulativ angezeigten Sauerstoffverbrauch das Blasende exakt definieren kann.

Bild 4. Die Struktur des dynamischen Teilmodells -Endpunktbestimmung-

3.3.4. Die kontinuierliche Temperaturbestimmung

Nach mehrjährigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten gelang der Nachweis, dass in Auswertung des Schwingverhaltens des blasenden Konverters nicht nur allgemeine Informationen über den Blasverlauf gewonnen werden können, sondern darüber hinaus auch die kontinuierliche Temperaturbestimmung möglich ist. Mit Hilfe eines eigens dafür entwickelten Erfassungssystems werden die Schwingbeschleunigungswerte in kurzen Intervallen vom Prozessrechner abgefragt und verarbeitet.

Es bestätigt sich vielfach, dass der Kurvenverlauf nach dem Übergang ein Mass der Temperatur des Metallbades ist. Ohne einen exakten Beweis antreten zu wollen, könnte man folgendes Gedankenexperiment nachvollziehen. Die Viskosität einer Schmelze ist ohne Zweifel eine Funktion der Temperatur.

Die Intensität der Schwingungen wiederum das Ergebnis der Viskosität. Und damit könnten die Schwingungen ein Mass der Temperatur sein. Infolgedessen wurde für die Temperaturführung der Charge folgender Algorithmus entwickelt /s/.

1. Der Prozessrechner ermittelt den Übergangspunkt und erfasst den Anstiegswinkel des Kurvenlaufes. Über eine stochastische Funktion, in der auch andere bekannte Prozessparameter eingegliedert sind, wird die mit grosser Wahrscheinlichkeit erwartete Endtemperatur T_{st} bestimmt.

Dazu dient die Beziehung /7/

$$T_{st} = f / t_{vor}, \text{ RE - Analyse, metallische Einsatzstoffe, Schwingungsparameter, .../}$$

in der auch die Blaszeit bis zum Übergang $/t_{vor}/$ mit einbezogen wird.

Die Grössenordnung des errechneten Temperaturwertes und die Kenntnis über die gewünschte Solltemperatur gestattet die Ableitung von Korrekturmassnahmen.

2. Aus verschiedenen Gründen ist es sinnvoll, den Temperaturverlauf der Schmelze zu kennen. Deshalb wird nach dem Übergang ausser der oben beschriebenen Endtemperaturbestimmung gleichzeitig die Schwingbeschleunigung des Konverters ständig erfasst und die kontinuierliche Badtemperatur $T_{st, kont.}$ über die entwickelte nichtlineare multiple Funktion /8/ bereitgestellt.

$$T_{st, kont.} = f / \text{momentane Blaszeit, RE-Analyse, metallischer Einsatz, momentaner Schwingbeschleunigungswert, Bogenlänge der Kurve/}$$

Die durch die Relation /7/ und /8/ erzielten Genauigkeiten genügen in ausreichendem Masse dem praktischen Erfordernis.

Werden darüber hinaus die Schwingbeschleunigungswerte im bestimmten Frequenzen ungedämpft erfasst, so gestattet deren Auswertung eine unverfälschte Analyse des Blasprozessablaufes.

3.3.5. Der Algorithmus zur Legierungsmengenberechnung

Zum Erschmelzen einer bestimmten Stahlqualität ist es notwendig, unterschiedliche Mengen an Legierungsmitteln dem Metallbad zuzugeben. Die Berechnung der Mengen an Legierungszuschlägen, z.B. Ferromangan, hat zum Ziel, unter Einbeziehung der

- zu produzierenden Stahlarke
- vorausberechneten Rohstahlmenge
- Vorprobenanalyse

die objektiv notwendige Menge an Legierungsmitteln zu errechnen, und das Ergebnis im Ratgeberprinzip dem Bläser zur Verfügung zu stellen. Grundlage der Berechnung der Zuschlagmengen ist das rechtzeitige Bereitstellen der Vorprobenanalyse. Alle anderen Einflussgrössen, die im Modell benötigt werden, legen zum Zeitpunkt der Berechnung bereits vor.

Der Berechnungsalgorithmus besteht aus zwei Schritten:

1. Der Berechnung des metallischen Ausbringens E_1 mit Hilfe eines statistisch gesicherten multiplen linearen Regressionsfunktion

$$E_1 = a_1 \cdot \frac{m}{m_{RE}} + a_2 \cdot \frac{m}{m_{Km}} + a_3 \cdot S_{iRE} + a_4 \cdot P_{RE} + b$$

/9/

2. Der Berechnung der stahlmarkenbezogenen Ferromanganmenge E_2

$$E_2 = \frac{0,01 \cdot E_1 / \text{Mn}_{RE} - \text{Mn}_{VP} / - 0,08 \cdot m_{SP.Fe} \cdot 100}{52,5} \quad /10/$$

Die praktischen Verhältnisse erlauben, an einer Grossanzeige die Ferromanganmenge, die für die jeweils zu produzierende Stahlmarke benötigt wird, anzuzeigen.

Bei der Berechnung anderer wichtiger Legierungszuschläge ist analog zu verfahren.

3.3.6. Die Erstellung des Chargen - und Giesssberichtes

Durch die Einbeziehung des Prozessrechners in das Prozessrechnersystem ist es vorteilhaft, die gespeicherten Daten in Form eines Chargen- und Giesssberichtes zu protokollieren und durch einen Lochstreifen der weiteren Verarbeitung dem betrieblichen Rechenzentrum zur Verfügung zu stellen.

Die für die Beherrschung des Prozesses notwendigen Stellgrößen werden unverzüglich als Führungsgrößen dem verantwortlichen Bläser mitgeteilt, während die vollständigen Berichte nach Bereitstellung der geforderten Informationen angefertigt werden.

Durch die objektive Erfassung der Daten wird es gleichzeitig möglich, Störquellen, die bisher aufgrund der manuellen Aufzeichnungen nicht exakt erfasst werden konnten, zu lokalisieren und eine effektive technologische Kontrolle zu gewährleisten. Ausserdem wird die Primärdatenerfassung insgesamt einfacher, und der verantwortliche Bläsermeister kann sich in zunehmenden Masse überwachenden Funktionen zuwenden.

3.3.7. Das Havarieprogramm

Die grundsätzliche Bedeutung des Havarieprogramms besteht darin, die wichtigsten und die mit einem vertretbaren Aufwand realisierbaren Aufgaben des Prozessrechners im Havariefall über den Einsatz des elektronischen Kleinrechners und eines Organisationsautomaten zu erfüllen /vergl. Bild 3/.

Damit ist garantiert, dass das Prozessrechnersystem mit grosser Sicherheit arbeitsfähig ist.

Im wesentlichen sind das folgende Teilprobleme:

- Absicherung der Kalkmengenberechnung
- Durchführung der Endpunktbestimmung
- Realisierung der Legierungsmengenberechnung

Zur kontinuierlichen Temperaturbestimmung kann der Kleinrechner nicht eingesetzt werden, da eine stetige Primärdatenerfassung technisch nicht möglich ist.

Es laufen allerdings Untersuchungen mit dem Ziel, die Endtemperatur der Charge im Havariefall am Prozessrechner über ein stochastisches Modell auf dem Kleinrechner ermitteln zu lassen.

4. Zur Problematik des Zeitablaufes

Der technologische Ablauf und der daraus resultierende Informationsfluss ist nicht nur wegen der kurzen Zykluszeiten des Prozesses vielgestaltig, sondern stellt sich für die Datenverarbeitung aufgrund der teilweise sehr verzögerten Bereitstellung der Prozessinformationen äusserst kompliziert dar. Obwohl beispielsweise die Ermittlung der Vorproben - und Roheisenanalyse durch den Einsatz moderner Analysenautomaten abgesichert werden kann, kommt es u. a. vor, dass die durchzuführenden Berechnungen zum Zwecke der Prozessführung nicht mit den aktuellsten Informationen

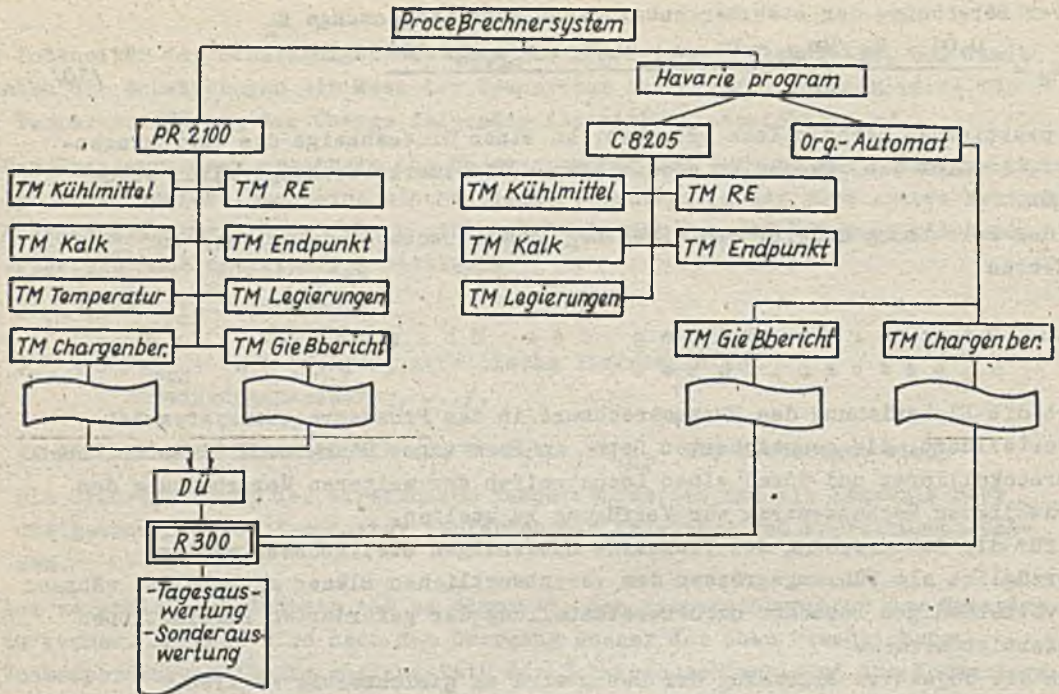


Bild 3. Einzelaufgaben des PR-Systems Blasstahlwerk

durchgeführt werden können. In solchen Situationen entscheidet das Organisationsprogramm fallweise, wie weiter zu verfahren ist.

5. Zusammenfassung

Der vorstehende Beitrag hat ein Prozessrechnersystem für die Sauerstoffstahlgewinnung mittels Konverter zum Inhalt und stellt neben einigen Ausführungen zur Technologie und zur Rechen- und Gerätetechnik insbesondere das Modellsystem vor, welches die Grundlage für die objektive Führung des Stahlgewinnungsprozesses darstellt. Sowohl der einfache und wirkungsvolle Algorithmus zur Endpunktbestimmung über eine stochastische Funktion als auch die Darstellung der Schwingungsmesstechnik als eine Basis für die indirekte kontinuierliche Temperaturbestimmung sind nicht nur für den spezifischen Anwendungsfall bedeutsam, sondern darüber hinaus für ähnlich gelagerte Prozesse zum Beispiel in der Schwarz- und Buntmetallurgie, besonders wegen der einfachen Handlichkeit, Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit, interessant.

Die im Testbetrieb erreichten Ergebnisse der Teilmodelle bestätigen die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges. Sie deuten auf Reserven hin, die durch die Nutzung einer objektivierten Prozessführung erreicht werden können.

Die abschliessenden Bemerkungen über den Zeitablauf des Programms offenbaren die Vielgestaltigkeit des Systems und lassen die Probleme erkennen, die mit der synchronen Bereitstellung der Primärdaten zusammenhängen.

Literaturverzeichnis

1. Eichel, K.: Das basische Windfrischverfahren VEB Verlag Technik, Berlin 1952
2. Leroy, P.: Proc. LWS Reo. Metallurg /1972/ 3, S. 187 - 195
3. Scheidig, K.: und E. Richter: Neue Hütte 18 /1972/ 7, S. 385 - 388

4. Bollwien, C.: Vortrag KdT-Fachtagung "Selbstlernende Algorithmen auf statistischer Basis für die Prozessrechenstechnik am Beispiel erläutert" Frankfurt / Oder 1973
5. Fürster, E. und J. Egermayer: Korrelations- und Regressionsanalyse Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1966
6. Bogdandy, L. und F. Weber: Stahl und Eisen 80 /1960/ S. 73 - 79
7. Jaroiskij, V. J.: Theorie der Stahlerzeugung, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig 1969, S. 222
8. Knauer, R.: Bollwien, C. und J. Wolfram: Verfahren und Vorrichtung zur Temperaturbestimmung und Blasprozessüberwachung metallischer Bäder, insbesondere in Konvertern, DDR Patentschrift Nr. 96 976, Kl. 18b 5/30.

KOMPUTEROWY SYSTEM STEROWANIA PROCESEM ODDALNIE DMUCHANEGO KONWERTORA TLENOWEGO

Streszczenie

Kompleksową tematykę referatu, omawiającego system sterowania przez komputer procesem konwertorowo-tlenowym o dmuchu dolnym, zawarto w dwóch podstawowych rozdziałach:

- części teoretycznej-metodycznej opisującej problemy stochastycznego modelowania techniczno-ekonomicznego procesu z wskazaniem możliwości rozwiązań,
- części praktycznej dającej na konkretnym przykładzie przegląd sposobów budowy i działania technicznie obliczonych i modelowanych systemów.

Wychodząc ze znajomości różnorodnych, szeroko specjalizowanych i mało efektywnych dróg opracowania modeli procesów, w części teoretycznej-metodycznej, w oparciu o proste matematyczne przekształcenia, przedstawiono propozycje konstrukcji statystycznie zabezpieczonych modeli obiektywnego prowadzenia procesu...

Do ważniejszych części składowych modelu systemu zalicza się:

- docelowe określenie końcowego punktu wytopu,
- obliczenie ilości wapnia,
- asortymentowe określenie ilości topników w zależności od różnych warunków wyjściowych.

W wyniku nowych badań rdzeń modelu systemu nadaje się do pośredniego ciągłego określenia temperatury kąpielii przy pomocy komputera.

St. Macinkiewicz

"MODELOWANIE WYDAJNOŚCI PROCESU KONWERTOROWEGO TLENOWEGO"

Produkcja stali polega na wyswieżeniu wsadu od stanu początkowego, do zadanych przedziałów, dla poszczególnych składników chemicznych stali, w tym głównie węgla. Stąd też szybkość wypalania węgla jest miarą wydajności procesu konwertorowego. Ponieważ o fakcie zakończenia procesu decyduje nie tylko skład chemiczny stali, ale również i inne parametry wytopu takie jak: temperatura oraz ilość i jakość żużla - dlatego też szybkość wypalania węgla musi być zsynchronizowana ze zmianą tych parametrów.

1. Zmiana koncentracji węgla

Prędkość wypalania węgla określona jest następującym równaniem [1]:

$$- \frac{dC}{dt} = \frac{1}{V_M} \cdot \eta \cdot p_{O_2} \cdot w \quad /1/$$

gdzie: V_M - objętość metalu w cm^3

η - współczynnik wykorzystania tlenu

p_{O_2} - zawartość tlenu w dmuchu mol O_2/cm^3

w - wydajność dmuchu $cm^3 O_2/min$

Wartość p_{O_2} jest stała, V_M i η zmieniają się nieznacznie w czasie wytopu, stąd też prędkość wypalania węgla zależy od wydajności dmuchu tlenu.

W ściśle określonych warunkach:

- geometrii konwertora
- parametrów sieci tlenowej i reżimu dmuchu
- charakterystyki kotła utylizatora ciepła

można doprowadzić do dwu ekstremalnych prędkości wypalania węgla, co wykorzystując równanie /1/ opisane zostanie następująco:

$$- \frac{dC}{dt} = \frac{1}{V_M} \cdot \eta \cdot p_{O_2} \cdot w_{max} \quad /2/$$

$$- \frac{dC}{dt} = \frac{1}{V_M} \cdot \eta \cdot p_{O_2} \cdot w_{min} \quad /3/$$

Przyjęcie w praktyce warunków określonych równaniem /2/ lub /3/ pociąga za sobą daleko idące skutki metalurgiczne.

W przypadku pierwszym /równanie 2/ na skutek głębokiego wnikania strugi tlenu w głąb płynnego metalu - wzrasta maksymalnie powierzchnia kontaktu dwu faz, ciekłego metalu i gazowego tlenu. Prowadzi to do uzyskania prędkości wypalania węgla - równej prędkości kinetycznej tej reakcji, gdyż czynniki hamujące jej przebieg tj. dyfuzja tlenu i węgla do miejsc przebiegu reakcji nie posiadają żadnego znaczenia.

Jednakże takie prowadzenie procesu charakteryzuje się tym, że koncentracja tlenu w metalu jest wyższa niż w żużlu.

Wpływa to niekorzystnie na przebieg powstawania żużla, którego obecność jest podstawowym warunkiem uzyskania odpowiedniej jakości stali.

Drugi krańcowy przypadek określony równaniem /3/ posiadający charakter umowny i wprowadzony tylko dla lepszej ilustracji omawianych zjawisk/ charakteryzuje się powierzchniowym utlenianiem wsadu, gdzie szybkość tej reakcji jest funkcją powolnego procesu dyfuzji tlenu lub tlenków w głąb metalu.

Taki przebieg wytopu sprzyja tworzeniu się aktywnego chemicznie żużla. Rozkład koncentracji tlenu jest odwrotny niż w przypadku pierwszym.

Wynika stąd, że kosztem zmniejszania prędkości wypalania węgla uzyskuje się korzystne warunki tworzenia żużla. Zadaniem systemu sterującego będzie takie prowadzenie wytopu, aby obniżenie prędkości dekarbonizacji było jak najmniej, wystarczające jednak dla czynników warunkujących odpowiednią jakość wytopu.

Do tego celu wykorzystany zostanie współczynnik podziału tlenu " O_c " [2], którego wartość może być wyliczona z równania:

$$O_c = \frac{V_{O_2sp}}{V_{O_2d}} \quad /4/$$

V_{O_2sp} - ilość tlenu w produktach spalania

V_{O_2d} - ilość tlenu doprowadzanego do konwertora

Jeżeli O_c przyjmuje wartość < 1 oznacza to, że pewna ilość tlenu pozostała w fazach ciekłych wytopu.

Ponieważ znany jest skład chemiczny wsadu, znany jest również żądany skład chemiczny żużla, a tym samym ilość tlenu niezbędna do utworzenia tego żużla - stąd bilansując tę wartość z ilością tlenu pozostającego w konwertorze - system sterujący od tego momentu, tzn. zbilansowania tych wartości, zwiększa szybkość wypalania węgla zbliżając tę wielkość do warunków określonych równaniem /2/.

W przypadku posiadania idealnego modelu energetycznego procesu, zmiana koncentracji węgla odpowiadałaby takiemu przyrostowi temperatury metalu, że uzyskanie zadanego przedziału zawartości węgla byłoby jednoznaczne z uzyskaniem temperatury spustu.

W rzeczywistości kiedy do dyspozycji pozostaje tylko model przybliżony - występuje najczęściej asynchronizm w zmianie tych dwu podstawowych parametrów.

Sterowanie przyrostem temperatury odbywa się z reguły ograniczeniem szybkości wypalania węgla.

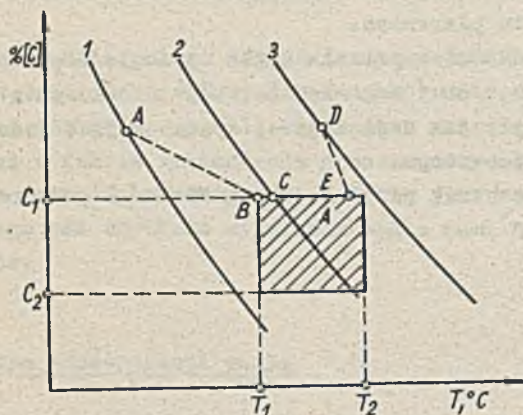
2. Przyrost temperatury

Jedną z trudniejszych technicznie czynności jest pomiar temperatury metalu bez przerywania procesu, spowodowane jest to konstrukcją konwertora, silnymi ruchami faz ciekłych w czasie wytopu, oraz wysokimi temperaturami występującymi zwłaszcza w strefie reakcji. W referacie pominięty zostanie opis techniczny urządzeń pomiarowych - znany z wielu publikacji specjalistycznych. Dla wyjaśnienia można podać, że chodzi tu o termopary wrzutowe oraz termopary zanurzeniowe. Te ostatnie wprowadzane są przez kesson, a ich ruch przebiega po osi lancy tlenowej [3].

Kolejno wykonane pomiary określają przebieg krzywej wzrostu temperatury. Średni przyrost temperatury pozwala obliczyć czas w jakim nastąpi osiągnięcie założonej temperatury spustu.

W stosunku do tego czasu oblicza się natężenie dmuchu tlenu - tak, aby zapotrzebowana ilość tego gazu, warunkująca uzyskanie zadanej koncentracji węgla, wprowadzona została w tym samym czasie. Spust stali może nastąpić wtedy i tylko wtedy jeżeli % O

w stali i jej temperatura osiągną zadane wielkości.
W innym przypadku system sterujący musi zmienić warunki przebiegu wytopu.
Kierunki zmian przebiegu wytopu pokazano na rysunku 1.



Rys.1. Schemat prognozowania spadku % C oraz przyrostu temperatury T °C

Pole A zawiera zbiór dopuszczalnych wartości koncentracji węgla oraz wysokości temperatury przy których może nastąpić spust stali. Punkty służące do wyznaczenia krzywych na rysunku, określone zostały przy pomiarze temperatury i obliczeniu w tych momentach koncentracji węgla. Jeżeli kolejne pomiary temperatur i towarzyszące im zawartości węgla układają się wg krzywej 1 - oznacza to, że spadek zawartości węgla jest szybszy od przyrostu temperatury. Cel sterowania mieszczący się w polu A nie

zostanie osiągnięty. Ingerencja systemu sterowania polegać będzie na zmianie przebiegu tej krzywej wzdłuż linii A-B.

W warunkach rzeczywistych taka zmiana uzyskana zostanie poprzez podniesienie lancy tlenowej, wstrzymanie dozowania kolejnych porcji rudy, lub tylko podniesienie lancy tlenowej jeżeli program dozowania materiałów sypkich został już zrealizowany.

Kolejne iteracje prognozowania pozwolą wejść w zadany obszar A. Krzywa 3 ilustruje przypadek, kiedy przyrost temperatury jest większy od spadku węgla. Obniżenie położenia lancy tlenowej, lub porcja rudy żelaza, ewentualnie jednocześnie działania obu tych czynników pozwoli zmienić przebieg krzywej wzdłuż linii D-E.

Krzywa 2 odzwierciedla przypadek pełnej synchronizacji spadku zawartości węgla i przyrostu temperatury.

Ponieważ najczęściej występuje przypadek opisaną krzywą 1 [4], stąd też równoczesne wejście obu sterowanych parametrów w obszar A odbywa się kosztem obniżenia szybkości dekarbonizacji i w konsekwencji spadkiem wydajności procesu.

Oprócz wyżej opisanych ograniczeń wydajności, istnieje jeszcze jedno - dotychczas najmniej poznane, a przez to nie uwzględniane w pracujących systemach sterowania. Niniejszy referat stanowi próbę jakościowego i ilościowego opisu tego ograniczenia.

3. Zmiany położenia poziomu kąpieli w czasie procesu

Powszechnie znane jest stalownikom niekorzystne zjawisko metalizowania lancy tlenowej oraz wyrzutów metalu i żużla przez gardziel konwertora w czasie wytopu.

Zametalizowanie lancy zawsze powoduje postój konwertora, w skrajnie niekorzystnym przypadku może spowodować awarię, jeżeli średnica powłoki metalicznej przekroczy średnicę kessonu, poprzez który odbywa się pionowy ruch lancy. Oczyszczanie zametalizowanej lancy odbywa się w szczególnie trudnych i niebezpiecznych warunkach.

Do pracy tej mogą być wykorzystane tylko prymitywne ręczne narzędzia, gdyż użycie palnika tlenowego bardzo często powoduje przepalenie lancy.

Występowanie wyrzutów metalu i żużła oprócz negatywnego oddziaływania na użytek wytopu, powodują bezpośrednie zagrożenie dla obsługi konwertora.

Jaki jest mechanizm powstawania tych niekorzystnych z punktu widzenia obsługi konwertora zjawisk?

Kąpiel metalowa w trakcie wytopu znajduje się w ruchu. Ruch ten spowodowany jest działaniem:

- strugi tlenu na lustro metalu
- pęcherzyków CO wydobywających się z cieczy
- konwekcją bardziej nagrzanym warstw metalu znajdujących się w strefie reakcji

Pierwszy i ostatni czynnik ze względu na niewielkie oddziaływanie mogą być w dalszych rozważaniach pominięte.

Największe znaczenie w wywoływaniu ruchu kąpeli posiada czynnik drugi.

Powstawanie pęcherzyków gazu i ich naturalna tendencja do wypływania powoduje gwałtowny ruch cieczy. Z fazy ciekłej tworzy się emulsja i piana w rezultacie czego następuje przyrost objętości tej fazy.

Przy stałym położeniu lancy, zmniejsza się odległość od powierzchni metalu do dyszy tlenowej i może nastąpić jej zanurzenie w cieczy. Występowanie rozbryzgów metalu przyspiesza zetknięcie metalu z lancą.

Opisane zjawisko występuje wtedy - kiedy maksymalne rozwinięcie reakcji odwęglania wyprzedzi procesy żużlotwórcze.

Podniesienie powierzchni metalu w chwili kiedy istnieje już żużel, a więc lancia zostanie ożużlona, a nie zametalizowana - nie jest tak groźne, gdyż po wyjęciu lancy z konwertora warstwa żużła odpada samoczynnie przy obniżaniu temperatury.

Jeżeli szybkość wypalania węgla będzie bardzo duża, to ilość tworzących się pęcherzyków gazu spowoduje taki przyrost objętości kąpeli, która może przekroczyć objętość roboczą konwertora. W tym przypadku nastąpi przelewanie się metalu lub żużła, najczęściej obu tych składników przez gardziel.

Podniesienie poziomu kąpeli sygnalizowane jest zmianą efektu akustycznego - dźwięk wypływającej pod ciśnieniem 8 - 12 at strugi tlenu zostanie wytłumiony i dzięki temu stają się słyszalne - ruchy faz ciekłych oraz głos charakterystyczny dla zjawisk "gaszenia" piany.

Wracając do faktu podnoszenia się poziomu kąpeli, stwierdzono że, [1,5] przyrost objętości jest proporcjonalny do szybkości wypalania węgla i czasu przebywania pęcherzyków gazu w cieczy. Wobec czego zależność tę opisano następującym równaniem:

$$\Delta V = V_0 \cdot \Delta \tau$$

/5/

gdzie:

V_0 - szybkość wypalania węgla w %/min.

τ - czas przebywania pęcherzyków gazu w cieczy w sek.

Zależność /5/ pozwala obliczyć zmianę objętości kąpeli przy różnych prędkościach dekarbonizacji. Dla 100 t konwertora, zakładając głębokość kąpeli równą 1,5 m, temperaturę 1600°C, można obliczyć objętość tworzących się pęcherzyków CO przy różnych szybkościach V_0 :

$V_0 = 0,1 \% \text{ C/min}$	-	$V = 15,8 \text{ m}^3 \text{ CO/sek}$
$V_0 = 0,2$	-	$V = 31,6 \text{ m}^3 \text{ CO/sek}$
$V_0 = 0,3 \% \text{ C/min}$	-	$V = 47,4 \text{ m}^3 \text{ CO/sek}$
$V_0 = 0,4$	-	$V = 63,2 \text{ m}^3 \text{ CO/sek}$
$V_0 = 0,5 \% \text{ C/min}$	-	$V = 79,0 \text{ m}^3 \text{ CO/sek}$

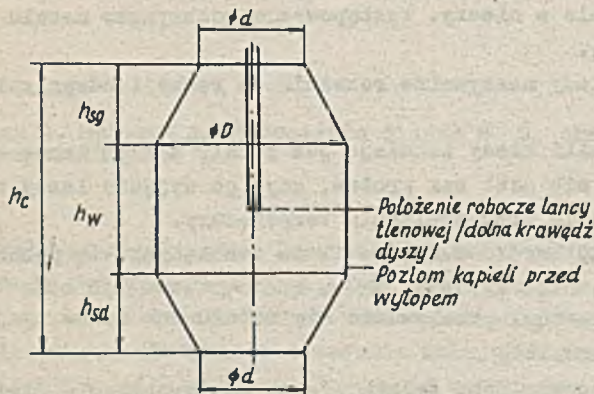
Średnia prędkość wypływania pęcherzyków gazowych z cieczy zależy od ilości tworzenia się tych pęcherzyków. Badania modelowe [1] tego zjawiska pozwoliły określić, że w kąpieli o głębokości 1,5 m i $V_0 = 0,1\%C/min$, czas ten wynosi około 1 sek.

Dla wyższych prędkości dekarbonizacji czas ten ulega skróceniu - z drugiej jednak strony na skutek podniesienia się poziomu kąpieli, wydłuża się droga wypływania pęcherzyków, to również i dla tych prędkości odwęglania, przyjęto czas przebywania gazu w cieczy równy 1 sek.

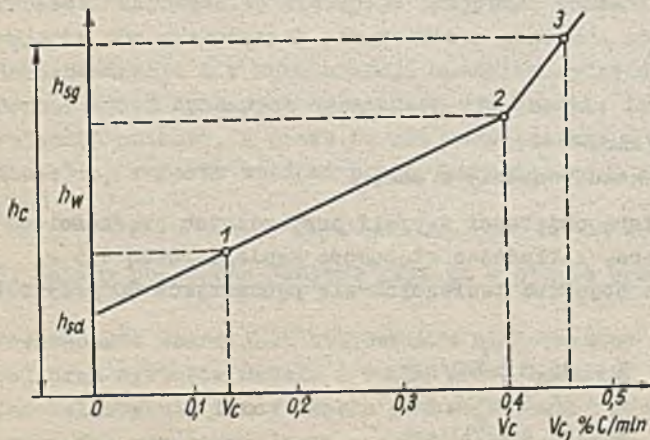
Późniejsze badania tego zjawiska prowadzone przez autora na konwertorze przemysłowym potwierdziły zgodności przyjętego założenia. Wzór /5/ po przekształceniu uwzględniającym geometrię konwertora oraz wysokości położenia lancy, pozwala określić takie V_c , przy którym nastąpi zanurzenie lancy w cieczy.

W automatycznych systemach sterowania procesem, wykorzystując omawianą zależność można wprowadzić blokadę uniemożliwiającą przekroczenie takiej V_0 przy której następuje zjawisko przelewania się cieczy przez gardziel.

W uproszczeniu przestrzeń roboczą konwertora można potraktować jako walec z dwoma jednakowymi stożkami ściętymi rys.2. Przyjmując do obliczeń wymiary konwertora 100 tonowego wg projektu "GIPROMEZU"



Rys.2. Przestrzeń robocza konwertora



Rys.3. Zmiana wysokości położenia kąpieli przy różnych V_0

- wsad metalowy posiadać będzie wysokość 1,5 m, objętość kąpieli 14,3 m³.

Wykorzystując ΔV obliczyć można zmianę położenia wysokości kąpieli przy różnych V_0 . Zależność tę pokazano na rys.3. Punkty 1, 2, 3 na wykresie oznaczają kolejno: punkt 1 - przy tej szybkości dekarbonizacji nastąpi zetknięcie poziomu kąpieli z dolną krawędzią dyszy tlenowej,

punkt 2 - oznacza całkowite wypełnienie fazą ciekłą przestrzeni walcowej konwertora

punkt 3 - przy tej prędkości nastąpi przelewanie metalu i żużla przez gardziel konwertora.

Zmiana kąta nachylenia w punktach od 2 do 3 wynika z faktu wejścia cieczy w górny stożek konwertora, gdzie przyrost wysokości jest większy niż w części cylindrycznej.

4. Wnioski

1. Przyjęty w procesie sterowania reżim dmuchu tlenu opierać się musi na rozwiązaniu kompromisowym między maksymalną wydajnością konwertora, a jakością produkowanej stali.
2. Początkowa faza wytopu musi być prowadzona tak, aby stworzyć niezbędne warunki dla procesów żużlotwórczych.
3. Bilans materiałowy i cieplny musi być wykonany z maksymalną dokładnością, na jaką pozwala obecny stan wiedzy o procesie, oraz doskonałości środków technicznych służących do pomiaru ilości składników wsadu biorących udział w procesie. Wyższa dokładność obliczeń bilansowych pozwoli trafniej prognozować wartości głównych parametrów po dmuchu podstawowym.
4. Wcześniejsze rozwinięcie procesów żużlotwórczych /wniosek 2/ jest również czynnikiem zabezpieczającym lancę tlenową przed jej zametalizowaniem.
5. W kompleksowych systemach automatyzacji procesu, należy wprowadzić 2 blokady:
 - a/ umożliwiającą przekroczenie v_{O_1} /rys.3 punkt 1/ przed utworzeniem się żużła
 - b/ oraz v_{O_3} w okresie intensywnego świeżenia węgla, co ma miejsce zwykle w połowie czasu trwania wytopu i wynosi około 20 - 30 % ogólnego czasu dmuchu podstawowego.
6. Występujące ograniczenia wydajności procesu mogą być zredukowane poprzez:
 - wysoką jakość materiałów wsadowych /przy surowcach z niską zawartością fosforu i siarki maleje ilość nieodzownego żużła, tym samym skrócony zostaje czas na jego utworzenie/
 - dokładność obliczeń bilansowych i staranność przygotowania wsadu /pozwała to osiągnąć synchronizm między zmianą koncentracji węgla i przyrostem temperatury/
 - zmianę geometrii konwertora w kierunku obniżenia stosunku H/D
7. Rola projektanta systemu automatycznego sterowania procesem w zmniejszeniu występujących ograniczeń jest znikoma i dotyczy tylko dokładności z jaką opracuje model algorytmów bilansowych - nie pozwala natomiast żadnego wpływu na jakość materiałów oraz konstrukcję konwertora.

5. Literatura

- [1] W.I. Jawoński, K. Oiks, *Metalurgia stali*. "Metalurgizdat" Moskwa 1973.
- [2] M. Krejczik, *Zakłady automatizace pro hutniky*. SML, Praha 1970.
- [3] Oishi Masashi, Tanka Akira, "Computer control of the LD-converter". *Journaes sider*. Luxembourg 1970.
- [4] Asai Shigeo, Muchi Iwao, *Theoretykal analisis by the use of matematikal model in LD*. Iron and Steel Inst. Nr 4, 1970.
- [5] W.I. Jawoński, *Teoria procesow proizwodztwa stali*. Metalurgia. Moskwa 1971.

M.Korfel

MODELE MATEMATYCZNE DO OPTYMALNEGO STEROWANIA NAGRZEWANIEM WLEWKÓW
W PIECACH WGLĘBNYCH ORAZ KŁĘSK PŁASKICH W PIECACH PRZEPYCHOWYCH

1. Wstęp

W innym referacie IMŻ przedstawiono problemy racjonalnego planowania i koordynacji pracy stalowni i walcowni w celu minimalizacji postojów walcarki na dogrzewanie wlewków lub z braku wsadu. W niniejszym referacie omawia się sterowania i problemy optymalizacyjne występujące w komputerowym systemie sterowania piecownią zgniatacza oraz opisuje strukturę i sposób identyfikacji modeli matematycznych do optymalnego sterowania poszczególnymi komorami piecowymi.

W drugiej części referatu omawia się metody optymalnego planowania załadunku wsadem poszczególnych pieców zespołu pieców przepychowych walcowni blach grubych oraz opisuje wykorzystanie modeli matematycznych do optymalnego sterowania piecami.

2. Sterowania piecownią zgniatacza minimalizujące czas trwania postojów walcarki na dogrzewanie lub z braku wsadu

Dodatkowy postój walcarki na dogrzewanie wlewków lub z braku wsadu wywołać mogą błędy w komputerowym systemie sterowania piecownią zgniatacza:

- 1/ brak lub niedokładne prognozy jakości nagrzania wlewków w poszczególnych komorach i związane z tym błędne decyzje o przerwaniu lub kontynuowaniu walcowania,
- 2/ błędny, nieoptymalny rozdział wsadu pomiędzy piece wglębne,
- 3/ brak lub błędne prognozy zagrożenia postojem walcarki i nieoptymalne sterowanie piecownią zgniatacza:
 - nieprawidłowe decyzje o programie i terminach załadunku wsadu zimnego,
 - nieoptymalne sterowanie nagrzewaniem krytycznych wytopów.

Powyższe czynniki omówiono po kolei poniżej.

3.1. Od jakości nagrzania wlewków w piecu wglębnym zależy przebieg i wydajność walcowania. Decyzję co się bardziej opłaca: walcować aktualnie najlepiej nagrzany wsad /może być to wsad niedogrzaany/, czy też wstrzymać na czas Δt walcowanie powinno się oprzeć na następującym rachunku:

$$K = Z - S$$

/1/

gdzie: K - korzyść z walcowania wsadu

Z - zyski z przedłużenia czasu walcowania

S - straty spowodowane walcowaniem wsadu niedogrzanego

Jeśli założyć, że średnia godzinowa wydajność W walcarki jest wielkością praktycznie stałą, to

$$Z = \sum_1 k_{p/1/} \cdot U_{S/1/} \cdot W/1/ \cdot \Delta t_1 \quad /2/$$

- gdzie: 1 = 1 oznacza zgniataoz
- 1 = 2 kooperująca walcowania ciągnia kęsów
- k_p - jednostkowy koszt przerobu
- US - udział w k_p kosztów globalnie stałych

Walcowanie przez czas Δt niedogrzanego wsadu pociągnąć może za sobą następujące straty:

$$S = \sum r_{1/J/} \cdot S_{aw/1/} + r/J/ \cdot \Delta t \cdot W \cdot /C_K - C_{zł}/ \quad /3/$$

gdzie:

- $S_{aw/1/}$ - koszt i-tego rodzaju awarii walcarki, zł
- $r_{1/J/}$ - prawdopodobieństwo /ryzyko/ i-tego rodzaju awarii walcarki zależne od jakości J nagrzania wlewków
- $r/J/$ - prawdopodobieństwo /ryzyko/ wybraku kęsisk zależne od jakości J nagrzania wlewków
- C_K - cena kęsiska, zł/t
- $C_{zł}$ - cena złomu, zł/t

Jeśli K jest większe od zera, to należy kontynuować walcowanie wlewków o jakości nagrzania J. Gdy K jest mniejsze od zera, to należy zrezygnować z walcowania rozważanego wsadu, nawet kosztem postoju walcarki przez czas Δt . Zazwyczaj w miarę pogarszania jakości J nagrzania wsadu /temperatura średnia, nierównomierność temperatury wzdłuż grubości i długości wlewka itp/ najpierw pojawia się ryzyko wybraku kęsisk, a dopiero później ryzyko awarii walcarki. Orientacyjną wartość krytycznego ryzyka $r_{KR}/J/$ wybraku kęsisk można otrzymać następująco:

- założymy, że ryzyka $r_{1/J/}$ awarii walcarki są równe zeru
- przyjmijmy przybliżenie wartości $k_p \cdot US = 60$ zł/t oraz $/C_K - C_{zł}/ = 1000$ zł/t

Wtedy:

$$K = \Delta t \cdot W \cdot [60 - r/J/ \cdot 1000] \quad /4/$$

Z zależności /4/ wynika, że krytyczne ryzyko $r_{KR}/J/$ wybraku kęsisk wynosi 0,06 /lub inaczej 6 %/. Przy innych wartościach $k_p \cdot US$ oraz $/C_K - C_{zł}/$ wartość krytyczną ryzyka wybraku kęsisk można obliczyć z wzoru:

$$r_{KR}/J/ = 0,06 \cdot \frac{k_p \cdot US}{60} \cdot \frac{1000}{C_K - C_{zł}} \quad /5/$$

Przy $r/J/ < r_{KR}$ należy kontynuować walcowanie, a przy $r/J/ > r_{KR}$ należy je przerwać, nawet kosztem postoju walcarki.

Do zadań systemu sterowania piecownią zgniatacza należy włączyć funkcję określania aktualnej i prognozowanej jakości nagrzania wlewków oraz przeprowadzanie rachunków

niezbędnych do podjęcia optymalnych decyzji o walcowaniu wsadu.

W chwili obecnej na styku piecowni z walcarką nie funkcjonuje mechanizm wyboru najlepszego wsadu do walcowania i podejmuje się nieoptymalne decyzje powodujące albo nieuzasadnione postoje walcarki na dogrzewanie wsadu albo dodatkowy wybrak kąsisk.

3.2. Statycznie optymalne reguły rozdziału wsadu gorącego i zimnego pomiędzy grupy pieców wgłębnych otrzymano w IMZ przez rozwiązanie zagadnienia programowania liniowego. Przez grupę pieców rozumiano tu podzbiór komór o zbliżonych do siebie wskaźnikach technicznych, zależnych od typu pieca, sposobu opalania i stanu komory /na przykład nieszczelności rekuperatorów ceramicznych/.

Kryterium optymalizacji była łączna wydajność piecowni zgniatacza /należało ją maksymalizować/. Uwzględniono przy tym ograniczenia:

- sumarycznej ilości wsadu gorącego
- sumarycznego poboru gazu mieszkankowego lub tylko zużycia gazu koksowniczego
- dysponowanego czasu pracy grup pieców.

W warunkach piecowni h.Bobrek najlepsze wyniki można osiągnąć przy stosowaniu następujących zasad:

- 1/ wsad gorący ładować przede wszystkim do starych pieców wielopalnikowych
- 2/ piece nowe /dwudrożne/ załadowywać głównie wsadem zimnym.

Stosowanie tych zasad w warunkach h.Bobrek sprzyja zwiększeniu o 4,1 % przepustowości piecowni zgniatacza i obniżeniu o 4,5 % wskaźnika jednostkowego zużycia ciepła.

Problem statycznie optymalnego rozdziału wsadu gorącego i zimnego pomiędzy grupy pieców wgłębnych jest szczególnie ważny dla pieców z rekuperatorami ceramicznymi pracującymi na podmuchu powietrza.

Dla tych właśnie pieców /na przykład piece z centralnym palnikiem w h.Lenina i h.Warszawa/ tylko w wyniku optymalnego rozdziału wsadu możnaby zwiększyć przepustowość piecowni o około 9 %.

3.3. W przeciwieństwie do systemu koordynacji stalownia - walcownia, w którym rozwiązano sterowania zagregowane, w systemie sterowania piecownią zgniatacza obiektami sterowania są poszczególne komory piecowe razem z załadowanym do nich wsadem /tak zwane komorowe porcje wsadu/.

W poprzednim referacie, opisującym sterowania w systemie koordynacji stalownia - walcowania, wprowadzono odpowiedzi impulsowe $h_2/t,u/$ i $l/t,u/$ kształtowane /adaptowane/ za pomocą sterowań:

$$h_2/t,u/ = h_\tau /t-u/ + B_\tau /t-u/ \cdot S_{21}/u/ + C_\tau /t-u/ \cdot S_{31}/u/ + E_\tau /t-u/ \quad /6/$$

$$l/t,u/ = l/t-u/ + F/t-u/ \cdot S_{22}/u/ + G/t-u/ \cdot S_{32}/u/ + K/t-u/ \quad /7/$$

Sposób identyfikacji odpowiedzi impulsowych $h_\tau / \Delta t/$ toru spusty w stalowni - postoje walcarki oraz $l/ \Delta t/$ toru wsad zimny - postoje walcarki podano w poprzednim referacie /łącznie z opisem sterowań S_2 i S_3 za pomocą których dokonuje się uzmienniania - inaczej adaptacji - odpowiedzi impulsowych obu torów/.

Do funkcji systemu sterowania piecownią zgniatacza należy adaptacja odpowiedzi impulsowych $h_2/t,u/$ i $l/t,u/$ za pomocą sterowań S_2 , nastawianych w toku nagrzewania wsadu w każdej komorze. Przypominamy, że sterowanie $S_2^j / \theta /$ ma postać:

$$S_2^j / \theta / = \psi_d / \theta / \cdot \left[\frac{\psi_d / \theta /}{\psi_{dnom}} \right]^m \cdot B_j / \theta / \quad /8/$$

gdzie: θ - czas

j - numer komory piecowej

$B_j / \theta /$ - pobór gazu mieszkankowego przez j -tą komorę w godzinie θ

$Q_d / \theta /$ - wartość opałowa gazu mieszkankowego

Sterowania $S_2^j / \theta /$ posiadają ograniczenia

$$0 \leq S_2^j / \theta / \leq S_2^j \max \quad /9/$$

$$\sum_j S_2^j / \theta / \leq S_2 \max$$

które oznaczają ograniczenia mocy cieplnej zarówno pojedynczej komory piecowej, jak również całej piecowni.

Pod wpływem sterowań $S_2^j / \theta /$ odpowiedzi impulsowe $h_2 / t, u /$ oraz $l_1 / t, u /$ przyjmą postać:

$$h_2^j / t, u / = h_2 / t, u / + \sum_{\theta=u+1}^t b / t - \theta / \cdot S_2^j / \theta / + \sum_{\theta=u+1}^t e / t - \theta / \quad /10/$$

$$l_1^j / t, u / = l_1 / t, u / + \sum_{\theta=u+1}^t f / t - \theta / \cdot S_2^j / \theta / + \sum_{\theta=u+1}^t k / t - \theta / \quad /11/$$

Odpowiedź impulsowa h_2^j dotyczy wsadu gorącego ze stalowni zakrzepłego w momencie ładowania go w godzinie "u" do j -tej komory.

Odpowiedź impulsowa l_1^j odnosi się do wsadu zimnego, załadowanego w godzinie "u" do j -tej komory. Indeks "j" przy sterowaniu S_2 oznacza numer komory piecowej. Współczynniki b, e, f, k są tablicami o argumentach $/t - \theta /$ oraz $\Delta t = \theta - u_j$; u_j - termin załadunku komory "j" wsadem, zależnymi dodatkowo - jeśli chodzi o wlewki gorące i ochłodzone - od stanu początkowego wsadu. W przyszłości zamiast zależności współczynników b, e, f, k od $\Delta t = \theta - u_j$ można będzie wprowadzić statyczny model zewnętrzne-go ruchu ciepła z przestrzeni roboczej do powierzchni wlewków /zależny od S_2^j , temperatury pieca i temperatury powierzchni wsadu/ oraz dwa dynamiczne modele nagrzewania wsadu i wymurówki. Struktura tych modeli zostanie omówiona później.

Wyrażenie dla oczekiwanych w chwili $/t + \Delta t /$ / t -czas aktualny/postojów walcarki brzmi następująco:

$$P_1 / t + \Delta t / = \sum_{u=t+\Delta t-T_h}^{t-1} a_u / t + \Delta t - u / + \sum_{u=t+\Delta t-T_h}^{t-1} \cdot \sum_{i=1}^{W_1 / u /} h_1^i / t + \Delta t, u / +$$

$$+ D \cdot \sum_{u=t+\Delta t-T_h}^{t-1} \cdot \sum_{i=1}^{W_2} S_3^{j,i} \cdot h_3^j / t + \Delta t, u / + \quad /12/$$

$$+ H \cdot \sum_{u=t+\Delta t-T_1}^{t-1} \cdot \sum_{i=1}^z S_3^{j,i} \cdot l_1 / t + \Delta t, u /$$

We wzorze /12/ $W_1/u/$ oznacza podzbiór wytopów ze stalowni, spuszczonech w godzinie "u" i zakwalifikowanych do forsownego przekazywania i nagrzewania z odpowiedzią impulsową $h_1^j/t+ \Delta t, u/$ kształtowaną głównie przez system koordynacji stalownia-walcoownia. Chodzi tu o wlewki stali nieuspokojonej i półuspokojonej niezakrzepłe w chwili ładowania ich do pieca wglębnego. Z doświadczeń IMŻ wynika, że czas nagrzewania takich wlewków słabo zależy od sterowania S_2 /obciążenia cieplnego komory/.

Wpływ sterowań w chwili t na oczekiwane w godzinie t + Δt postoje walcarki ująć można następująco:

$$\Delta p_1/t+ \Delta t/ = \sum_{j \in W_1/t/} h_1^j/t+ \Delta t, t/ + D \cdot \sum_{j=1}^{W_2} S_3^j \cdot h_3^j/t+ \Delta t, t/ + H \cdot \sum_{j=1}^N S_3^j \cdot l_1^j/t+ \Delta t, t/ \quad /13/$$

Zadanie sterowania w systemie kierowania piecownią zgniatacza polega na minimalizacji z wagą $L / \Delta t/$ /malejąca funkoja wyprzedzenia $\Delta t/$ sumy przyszłych postojów walcarki

$$\sum_{\Delta t=0}^{T_{\max}} L / \Delta t/ \cdot f [p_1/t+ \Delta t/ + \Delta p_1/t+ \Delta t/] = \text{minimum} \quad /14/$$

gdzie: $f/X/ = 0$ dla $X \leq 0$
 $f/X/ = 60$ dla $X \geq 60$
 $f/X/ = X$ dla $0 < X < 60$

W ten sposób problem optymalnego sterowania piecownią zgniatacza sprowadza się do rozwiązania zagadnienia programowania nieliniowego z prostymi ograniczeniami nakłózonymi na sterowania. W problemie optymalizacyjnym występuje 0 do 3 sterowań związanych ze stopniami forsowania S_1^j przekazywania i nagrzewania wybranych j-tych wytopów ze stalowni /część W_1 wsadu gorącego/, które to sterowania określane są przez system koordynacji stalownia-walcoownia, jak również N sterowań /programy czasowe obciążen cieplnych w komorach/, gdzie N jest liczbą komór w piecowni zgniatacza.

Sformułowany problem optymalnego sterowania piecownią zgniatacza należy rozwiązywać co godzinę. Nie jest to problem trudny: do rozwiązania wystarczy minikomputer o umiarkowanej szybkości działania. Podobne problemy programowania nieliniowego o zbliżonej objętości /ilości sterowań/ rozwiązywano już w IMŻ na maszynie cyfrowej Odra 1204.

4. Model matematyczny nagrzewania wlewków w piecu wglębnym i optymalizacyjne zastosowania

W niniejszym punkcie omawia się modele matematyczne do optymalnego sterowania nagrzewaniem wlewków - w pojedynczej komorze piecowej.

W IMŻ opracowano zarówno nową strukturę i formę modeli jak i nowy sposób identyfikacji za pomocą mikrokalorymtrów wodnych.

Strukturę układu modeli matematycznych nagrzewania wlewków w piecu wglębnym przedstawiono na rys.1. Układ modeli matematycznych może pracować w dwóch reżimach:

- 1/ Ocena aktualnego stanu komory /jakości nagrzania wlewków/. Wykorzystuje się do tego celu historię następujących sygnałów pomiarowych: poboru paliwa przez komorę B/t/, wartości opałowej gazu mieszkankowego $q_d/t/$, nastawianego przez układy regulacji współczynnika nadmiaru powietrza $\alpha/t/$, oraz temperatury pieca $T_{piec}/t/$. Wyjściem modelu są wtedy pewne charakterystyczne wskaźniki rozkładów temperatur $T_{w1}/P,t/$ we wlewkach najlepiej i najgorzej nagrzanym. Za pomocą wspomnianego reżimu pracy układu modeli matematycznych można będzie zrealizować jedną z opisanych funkcji systemu sterowania piecownią zgniatacza, polegającą na podejmowaniu optymalnych decyzji na styku piecownia - walcarka.
- 2/ Prognozowanie przebiegu pracy komory i nagrzewania wlewków przy konkretnych czasowych programach sterowań S_2 i S_4 . Czynność ta będzie niezbędna w procedurze optymalizacji dynamicznej /wybór optymalnych programów czasowych sterowań $S_2, S_4/$, jak również do ewentualnej korekcji planu walcowania.

4.1. Model matematyczny przestrzeni roboczej pieca w głębnego

Za granicą starano się rozwiązać problem stworzenia takiego modelu metodą eksperymentalnych chwilowych bilansów cieplnych przestrzeni roboczej pieca. Wyniki tych prac były negatywne. Wyjściem modelu było aktualne średnie natężenie strumienia cieplnego pochłanianego przez wlewki. Na podstawie tego sygnału próbowano obliczać przebieg nagrzewania wlewków przy równomiernym warunku brzegowym II rodzaju /strumień cieplny w funkcji czasu/, co było bardzo nierealistyczne, bowiem pomijano zarówno nierówność nagrzewania powierzchni konkretnego wlewka, jak i nierównomierność pracy przestrzeni roboczej pieca. Oprócz tego model wlewka, nie posiadając w warunkach brzegowych sprzężenia zwrotnego od temperatury powierzchni wlewka całkował wszystkie błędy modelu przestrzeni roboczej.

Dlatego też przy tym podejściu /stosowano go w połowie lat 60 w CSRS/ błędne były już wyniki oceny bieżącej jakości nagrzania wlewków, natomiast w reżimie prognozy modele bilansowe nie zdały wogóle egzaminu.

W IMŻ opracowano całkiem odmienną, nową koncepcję matematycznego modelu przestrzeni roboczej pieca w głębnego, to znaczy modelu ruchu ciepła od spalin i wymurówki do powierzchni wlewków. Modele wlewków wykorzystują warunek brzegowy:

$$\lambda_{w1} \cdot \frac{\partial T_{w1}}{\partial n} = q_{pad}/P,t/ \cdot \epsilon_{w1} - 5,7 \cdot \epsilon_{w1} \cdot \left(\frac{T_{w1}}{100} \right)^4 + \alpha_{w1} \cdot /T_{sp} - T_{w1}/ \quad /15/$$

gdzie: T_{w1} - temperatura wlewka

$\lambda_{w1}, \epsilon_{w1}$ - przewodność cieplna i emisyjność stali

n - normalna do powierzchni wlewka

$q_{pad}/P,t/$ - natężenie promieniowania cieplnego padającego w punkcie P i czasie t na powierzchnię wlewka

α_{w1} - współczynnik konwekcyjnego wnikania ciepła od spalin do powierzchni wlewka

T_{sp} - temperatura spalin

Ponieważ wielkości T_{sp} na bieżąco się nie mierzy, więc w pierwszym przybliżeniu oblicza się ją z wzoru

$$T_{sp} \approx \sqrt[4]{\frac{q_{pad}/P,t/}{5,7}} \cdot 100 \quad /16/$$

wielkość $q_{pad}/P, t/$ IMZ wyznaczał poprzez pomiary identyfikacyjne za pomocą mikrokalorymetrów wodnych. Czujniki te mierzą pośrednio natężenie strumienia ciepłego $q_{pochł}$ przenikającego do wody pomiarowej:

$$q_{pochł} = \frac{G \cdot \Delta t_{wody} \cdot C_{wody}}{F_{rob}} = k \cdot G \cdot k \quad /17/$$

G - natężenie przepływu wody pomiarowej

Δt_{wody} - przyrost temperatury wody pomiarowej mierzony baterią termoelementów miedz - konstantan /k-sygnal z termobaterii/

C_{wody} - ciepło właściwe wody

F_{rob} - robocza powierzchnia czujnika, przez którą wnika $q_{pochł}$.

Wielkość $q_{pad}/P, t/$ wyznaczono z bilansu cieplnego na powierzchni czujnika.

$$q_{poch} = q_{pad} \cdot \epsilon_{cz} - 5,7 \cdot \epsilon_{oz} \left(\frac{T_{oz}}{100} \right)^4 + \alpha_{cz} / T_{sp} - T_{cz} / \quad /18/$$

gdzie: ϵ_{cz} - emisyjność powierzchni czujnika.

Wielkość ϵ_{cz} każdej sondy określano przez wzorcowanie - przy wyłącznym opalaniu - w małym piecu grzewczym przy różnych temperaturach pieca /mierzone je za pomocą termoelementu oraz pirometru optycznego/.

Pomiary $q_{pad}/P, t/$ przeprowadzano przy powierzchni wlewków w różnych miejscach komory i na różnych poziomach od stopy wlewków. Pomiary takie, jak dotychczas, IMZ przeprowadził na piecach wglębnych jednodrożnych /zgniatacz kęsisk płaskich h.Lenina/, z centralnym palnikiem /zgniatacz h.Lenina/ oraz starych piecach wielopalnikowych /h.Bobrek/. Równocześnie i w tych samych punktach mierzono efektywne promieniowanie ciepłe wlewka:

$$q_{ef}^{wl}/P, t/ = /1 - \epsilon_{wl}/ \cdot q_{pad}/P, t/ + 5,7 \epsilon_{wl} \cdot \left(\frac{T_{wl}}{100} \right)^4 \quad /19/$$

którego wartości potrzebne były do interpretacji wyników pomiarów identyfikacyjnych modelem matematycznym. Zmierzone wielkości $q_{pad}/P, t/$ zależały od warunków pomiarów: parametrów ustawienia wlewków w piecu /ilość wlewków, format wlewków, wzajemne usytuowanie wsadu/, ustalonych eksperymentalnie wielkości $q_{ef}/P, t/$ oraz takich parametrów opalania jak pobór gazu B i wartość opałowa Qd gazu mieszankowego. wiadomo, że

$$q_{pad} = 5,7 \cdot \epsilon_{sp} \cdot \left(\frac{T_{sp}}{100} \right)^4 + /1 - a_{sp}/ \cdot \left[\varphi_{WS}^{WS} \cdot q_{ef}^{WS} + \varphi_{WS}^{wym} \cdot q_{ef}^{wym} \right] \quad /20/$$

Od zmierzonych wielkości $q_{pad}/P, t/$ IMZ odjął wielkość $q_{pad}/wsad/$ zależną od parametrów wlewków /ustawienie, temperatury powierzchni itp/, którą obliczano ze wzoru:

$$q_{pad}/wsad/ = /1 - a_{sp}/ \cdot \varphi_{WS}^{WS} \cdot q_{ef}^{WS} + /1 - a_{sp}/^2 \cdot /1 - \epsilon_{wym}/ \cdot \varphi_{WS}^{wym} \cdot \varphi_{wym}^{WS} \cdot q_{ef}^{wym} \quad /21/$$

Dla konkretnej komory piecowej stosunki konfiguracji /współczynniki geometryczne /zależą od ilości oraz formatu załadowanych wlewków.

Empiryczny model matematyczny tworzone dla wielkości

$$q_{reszt}/P,t/ = q_{pad}/P,t/ - q_{pad}/wsad/ = f_p/T_{piec},B,q_d/ \quad /22/$$

uzależniając ją od położenia P punktu pomiarowego, sygnału czujnika temperatury komory, poboru B gazu przez komorę oraz wartości opałowej q_d gazu mieszkankowego. Wielkość $q_{reszt}/P,t/$, wyznaczona z empirycznego, statycznego modelu /22/ charakteryzuje pracę cieplną pustej komory pieca. Jeśli chce się uwzględnić dowolne ustawienie wlewków i aktualną temperaturę powierzchni wsadu, to wstawia się do wzoru /21/ odpowiednie stosunki konfiguracji ψ i dodaje do siebie wartości obliczone z wzoru /21/ i /22/. Zaletą tej wypróbowanej, adaptacyjnej metody opisu zewnętrznego ruchu ciepła w piecu wgłębnym jest możliwość uwzględnienia dowolnych warunków brzegowych. Pomiary IMŻ pozwoliły na określenie położenia stref niedogrzań wlewków w piecach wgłębnych trzech typów. W pracach IMŻ modele typu /22/ identyfikowano dla wlewków znajdujących się w najgorszych i najlepszych warunkach nagrzewania, przy czym współczynniki modelu /22/ były różne na różnych poziomach wlewka.

4.2. Modele matematyczne nagrzewania wlewków

Dla wlewków niezakrzepłych w momencie załadunku do pieca wgłębnego IMŻ stosuje model siatkowy opisujący płaski przekrój pionowy wlewka. Przy odpowiednio rzadkiej siatce model ten może służyć do celów sterowania i optymalizacji. Model ten pozwala względnie dokładnie określić momenty zakończenia krzepnięcia i nagrzania stopy wlewka, a więc czynniki decydujące o gotowości takiego wlewka do walcowania. Zbiór warunków początkowych to znaczy pól temperatury krzepnącego i stygnącego wlewka w funkcji czasu jest okreśelany jednorazowo za pomocą opracowanego w IMŻ /rok 1967/ przestrzennego modelu krzepnięcia i stygnięcia wlewka.

Do obliczania procesu nagrzewania wlewków zakrzepłych /gorące i zachłodzone/ oraz wlewków zimnych IMŻ stosuje własne, bardzo szybkie modele matematyczne opisujące nagrzewanie prostopadłościanu przy niestacjonarnych i nierównomiernych warunkach brzegowych typu /15/.

4.3. Model matematyczny wymurówki

Model ten potrzebny jest do prognozowania temperatury pieca, który to sygnał wchodzi do modelu /22/. Wymurówkę przedstawiono metodą siatkową jako wielowarstwową płytę, nagrzewaną od wewnątrz przestrzeni roboczej przy warunku brzegowym typu /15/ i chłodzoną z zewnątrz w drodze promieniowania i konwekcji swobodnej. Zastosowany model siatkowy jest bardzo szybki z uwagi na słabe ograniczenie stabilności /niska wartość dyfuzyjności cieplnej "a" wymurówki/.

4.4. Model utleniania stali

Wykorzystuje się tu jako wejścia historię lub prognozy rzeczywistego współczynnika nadmiaru powietrza $\alpha/t/$ oraz rozkładu temperatury powierzchni wlewka $T_{w1}/P,t/$.

4.5. Model nieszczelności pieca

Model ten, który opracowano w IMŻ dla Biprohutu, jest szczególnie ważny dla pieców z rekuperatorami ceramicznymi pracującymi na podmuchu. Wejściami modelu są żądany rzeczywisty, współczynnik $\alpha/t/$ nadmiaru powietrza, wartość opałowa gazu q_d oraz pobór gazu $B/t/$ przez komorę, zaś wyjściem żądana nastawa stosunku gaz-powietrze, uwzględniająca nieszczelność rekuperatora i przestrzeni roboczej.

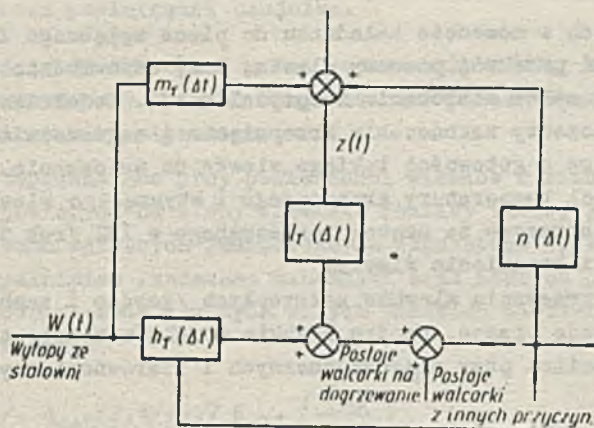
5. Optymalizacja dynamiczna nagrzewania wlewków w piecach wglębnych

Opisany układ modeli matematycznych wykorzystywany jest w IMŻ w próbach opanowania metod numerycznych dynamicznej optymalizacji procesu nagrzewania wlewków w piecu wglębnym.

Inne, prostsze metody służą w IMŻ do prac nad optymalizacją technologii nagrzewania wlewków, najpierw w warunkach h.Lenina, a w przyszłości również i w h.Katowice.

6. Optymalne planowanie pracy zespołu pieców przepychowych i optymalne sterowanie piecem przepychowym

Z braku miejsca nie opisano interesujących wyników prac IMŻ nad optymalizacją planu pracy zespołu pieców przepychowych /otrzymuje się optymalne harmonogramy załadunku kęsisk do poszczególnych pieców/ oraz statyczną optymalizację nagrzewania kęsisk w piecu przepychowym.



Rys. 1. Schemat powiązań dynamicznych odcinka produkcyjnego hala odlewnicza stalowni martenowskiej - zgniatacz. $h_r(\Delta t)$, $l_r(\Delta t)$, $m_r(\Delta t)$, $n(\Delta t)$ - odpowiedzi impulsowe torów: wytopy ze stalowni - postoje walcarki na dogrzewanie wsadu zimny - postoje walcarki na dogrzewanie wsadu wytopy ze stalowni - załadunek wsadu zimnego sumaryczne postoje walcarki - załadunek wsadu zimnego

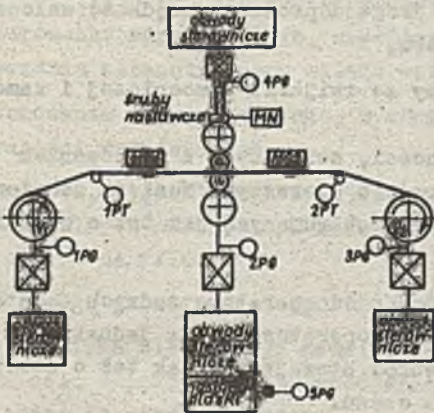
J. Rąbalski

OPERACYJNY SYSTEM STEROWANIA PROCESEM NAWROTNEGO WALCOWANIA TAŚMY STALOWEJ

Krótką charakterystyką sterowanego procesu. Cele systemu sterowania, jego założenia, funkcje i wyposażenie systemu oraz standardowe oprogramowanie. Koncepcja struktury systemu operacyjnego. Etapy pracy i zasady szeregowania oraz funkcje podsystemów. Realizacja systemu operacyjnego. Podsumowanie.

1. Krótką charakterystyką sterowanego procesu

Proces walcowania taśmy stalowej na zimno realizowany jest w nawrotnej walcierce kwarto, współpracującej w tym celu z dwoma zwijarkami /wg schematu na rys.1/.



Rys.1. Schemat procesu walcowania w nawrotnej walcierce kwarto

Zarówno walcarka jak i zwijarki napędzane są silnikami prądu stałego, zasilanymi z niezależnych przetwornic w układzie Leonarda. Prędkość walcarki jest regulowana w sposób ciągły, za pomocą silnikowego nastawnika płaskiego. Zwijarki są wyposażone w układ synchronizacji prędkości, którego zadaniem jest utrzymywanie stałego stosunku strumienia silnika zwijarek do średnicy kręgu. Uzyskuje się to przez porównywanie sygnału - proporcjonalnego do prędkości zwijania - otrzymywanego z prądniczek tachometrycznych 1PT i 2PT, z sygnałem proporcjonalnym do SEM silników zwijarek.

Zwijarki są również wyposażone w regulację naciągu, której zadaniem jest utrzymywanie stałego naciągu

taśmy między walcami roboczymi i zwijarkami, niezależnie od prędkości walcowania i aktualnej średnicy kręgu taśmy na bębnie zwijarki. Układ regulacji naciągu zrealizowano wg funkcji prądu z synchronizacją prędkości. Przy zachowaniu stałego stosunku strumienia silnika do średnicy zwijania /lub rozwijania/, naciąg jest proporcjonalny do natężenia prądu wirnika. W celu zachowania stałego naciągu w okresach rozruchu i hamowania, kiedy naciąg nie jest proporcjonalny do natężenia prądu, zwijarki wyposażono w układy kompensacji dynamicznej.

Regulowanie rozstawu walców odbywa się śrubami nastawczymi z napędem asynchronicznym. Pomiar rozstawu walców, liczby zwojów taśmy na bębnach zwijarek, długości walcowanej taśmy i położenia nastawnika płaskiego umożliwiają nadajniki impulsów 1PG - 5PG. Nacisk na walce mierzą naprężno-oporowe czujniki tensometryczne, zainstalowane w stojakach walcarki pod śrubami nastawczymi, przy czym analogowy miernik

naciśku MN mierzy nacisk sumaryczny, tzn. sumę nacisków działających na obie śruby nastawcze. Ponadto za pomocą izotopowych mierników grubości MG1 i MG2 mierzy się grubość taśmy.

Nawrotne walcowanie taśmy stalowej jest typowym procesem okresowym, dla którego wsadem są kręgi taśmy z określonego gatunku stali i o określonych wymiarach geometrycznych, a także o określonej historii dotychczasowej przeróbki plastycznej danej taśmy. Celem procesu walcowania jest otrzymanie taśmy stalowej o wymaganej grubości, mieszczącej się w żądanych granicach tolerancji wyrobu gotowego. Walcowanie odbywa się przeważnie w kilku przepustach realizowanych nawrotnie, z przewijaniem kręgów z jednej zwijarki na drugą. Poszczególne przepusty różnią się między sobą przede wszystkim niektórymi czynnościami przygotowawczymi, wykonywanymi przez operatora procesu.

Pierwszy przepust zaczyna się od założenia nowego kręgu taśmy na zwijarkę pomocniczą, znajdującą się obok zwijarki Z1. Po odwinieciu początkowej długości taśmy z kręgu, przepchanie wolnego końca przez wałce robocze walcarki i zamocowaniu go w zwijarce Z2, operator może przystąpić do czynności związanych z walcowaniem w pierwszym przepuście. Po nastawieniu żądanych wartości parametrów sterujących, operator ręcznie - za pomocą nastawnika płaskiego - doprowadza prędkość walcowania do wartości zadanej dla pierwszego przepustu, a następnie pozostawia nastawnik w tym położeniu do końca przepustu, jeżeli nie zachodzą jakiegokolwiek nieprawidłowości w procesie. Po niemal całkowitym przewalcowaniu taśmy operator tą samą drogą doprowadza prędkość walcowania do zera, kończąc czynności pierwszego przepustu.

Drugi przepust wymaga całkowitego odwiniecia taśmy ze zwijarki pomocniczej i zamocowania wolnego końca w zwijarce Z1.

Dopiero wówczas operator może przystąpić do czynności, związanych z walcowaniem w drugim przepuście, analogicznych jak przy przepuście pierwszym. Musi on decydować zarówno o nastawieniu wszystkich żądanych parametrów sterujących jak też o właściwym momencie zatrzymywania i zakończenia przepustu.

Trzeci i wszystkie kolejne przepusty nie wymagają już od operatora żadnych dodatkowych czynności pomocniczych. Przy sterowaniu ręcznym operator zawsze jednak musi decydować zarówno o nastawieniu wszystkich parametrów sterujących jak też o zatrzymaniu i zakończeniu przepustu we właściwym momencie czasu.

Liczba przepustów niezbędnych dla uzyskania wymaganej grubości wyrobu gotowego, która przy obecnie stosowanej technologii wynosi od 2 do 5, zależy od narzuconych ograniczeń, związanych zarówno z wartościami dopuszczalnych obciążeń konstrukcyjnych walcarki i jej napędów, jak również od wytrzymałości samej taśmy na rozzerwanie, będącej głównie funkcją jej grubości.

2. Cel opracowania

2.1. Cele systemu sterowania

Głównym celem kompleksowego systemu sterowania jest takie sterowanie procesem walcowania, aby gotowa taśma stalowa na całej użytkowej długości kręgu miała grubość w granicach założonych tolerancji wymiarowych, zmniejszonych w stosunku do sterowania ręcznego.

Dla systemu sterowania postawiono również wymagania spełniania celów dodatkowych, którymi są:

- intensyfikacja procesu walcowania, przez stosowanie w poszczególnych przepustach maksymalnych prędkości, gniotów i naciągów uznanych za dopuszczalne dla danego procesu,

- maksymalny użytek wyrobu gotowego, przez takie sterowanie zatrzymywaniem procesu walcowania, aby nieuzasadniony technologicznie odpad taśmy był minimalny.

Należy nadmienić, że intensyfikacja procesu drogą doboru maksymalnych gniotów i naciągów sprzyja uzyskiwaniu dodatkowego celu pośredniego, a mianowicie polepszenia własności taśmy, dzięki uzyskaniu bardziej drobnoziarnistej struktury stali w wyrobie gotowym.

Niebagatelny cel kompleksowego systemu sterowania był cel naukowo-badawczy zamierzenia, które miało spełnić rolę przedsięwzięcia pilotującego w problemie węzłowym PAN, poświęconym rozwojowi systemów automatyki kompleksowej /SAK/.

2.2. Założenia, funkcje i wyposażenie systemu

Założenia systemu sterowania [1] powstały z końcem r. 1970. Zgodnie z tymi założeniami, procesem walcowania miał sterować minikomputer, spełniający w systemie on - line funkcje:

- bezpośredniego sterowania cyfrowego, w zakresie regulacji grubości taśmy, sterowania strumieniem silników zwijarek dla synchronizacji prędkości i sterowania prędkością walcarki, łącznie z zatrzymaniem walcowania przed końcem taśmy,
- sterowania nadrzędnego, przez określanie wielkości nastaw dla analogowych regulatorów naciągu, działających na zasadzie regulatorów prądu tworników zwijarek,
- sterowania adaptacyjnego, umożliwiającego automatyczne korygowanie współczynnika równania matematycznego modelu walcarki,
- sterowania wyprzedzającego, w odniesieniu do regulacji grubości z pomiarem grubości metodą Simsa,
- kontroli, sygnalizacji i rejestracji powstających odchyłek, wynikających z ewentualnych przekroczeń maksymalnych tolerancji grubości lub np. dopuszczalnych nacisków na walce,
- bieżącego prowadzenia raportów produkcyjnych o przewalcowanych kręgach taśm.

W założeniach wiele uwagi poświęcono komunikacji operator - komputer, przewidując w tym celu zaprojektowanie specjalnego pulpitu operatorskiego, zainstalowanego bezpośrednio przy walcierce.

Za pomocą takiego pulpitu, wyposażonego w zadajniki cyfrowe, przyciski sterujące, lampki sygnalizacyjne, wyświetlacze cyfrowe, zapewniono operatorowi dobre warunki ingerencji w pracę systemu sterowania oraz możliwość bieżącej kontroli i nadzoru nad pracą tego systemu.

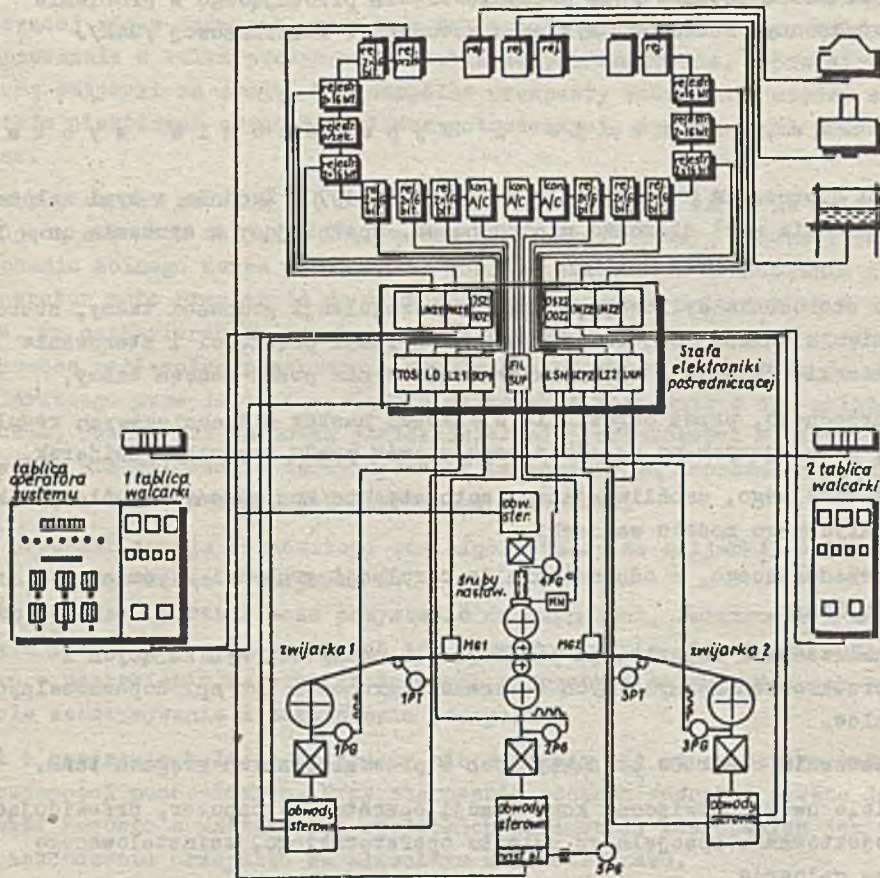
Przewidziano dwa podstawowe sposoby pracy komputera:

- pracę automatyczną, w której - po zidentyfikowaniu przez operatora rodzaju wsału i zadanej grubości taśmy - komputer sam ustala liczbę przepustów walcowania oraz żądane parametry sterowania dla każdego przepustu, na podstawie wybranej standardowej tablicy parametrów walcowania, albo na podstawie bieżącego obliczenia tablic takich parametrów, jeżeli nie są one ujęte wśród tablic standardowych, wprowadzonych na stałe do pamięci komputera,
- pracę półautomatyczną, w której operator osobiście wybiera wszystkie parametry walcowania dla każdego przepustu i sam decyduje w ilu przepustach powinna być osiągnięta końcowa grubość taśmy.

W założeniach przyjęto również typ minikomputera sterującego oraz ustalono szczegóły jego standardowego wyposażenia, przyjmując - ze względów szkoleniowych

i oszczędnościowych - że nie może ono być zbyt bogate. Dlatego też założono rozwiązanie i wykonanie we własnym zakresie całości układów elektroniki pośredniczącej między minikomputerem i pozostałym, pomiarowo-sterującym wyposażeniem procesu walcowania.

Zgodnie ze schematem sterowania procesem walcowania, przedstawionym na rys.2,



Rys.2. Schemat systemu sterowania

aktualne wyposażenie urządzeniowe /Hard ware/ kompleksowego systemu sterowania stanowią:

1/ minikomputer HP - 2116 C :

- z pamięcią wewnętrzną 16 /+8/ K słów 16-bitowych,
- z rozszerzoną jednostką arytmetyczną,
- z układem kontroli parzystości,
- z układem ochrony rejestrów przed zanikiem napięcia zasilającego z możliwością restartu,

2/ kanał przemysłowy minikomputera, wyposażony w karty :

- generatora podstawy czasu - 1 szt.,
- podwójnego rejestru 16-bitowego - 8 szt.,
- przekaźnikowego rejestru wyjściowego - 5 szt.,
- konwertora - analogowo cyfrowego - 3 szt.,

- 3/ monitor systemu w wykonaniu ciężkim, do pracy 24 h/dobę typu dalekopisowego, z łączeniową kartą pośredniczącą - 1 szt.,
- 4/ szybki czytnik 8-kanałowej taśmy papierowej /+ karta łączeniowa/ - 1 szt.,
- 5/ szybka dziurkarka 8-kanałowej taśmy papierowej /+ karta łączeniowa/ - 1 szt.,
- 6/ tablica operatora systemu /TOS/ - 1 szt. dla celów komunikacji operatora procesu z systemem, wyposażona w:
 - pokrętne zadajniki cyfrowe typu CONTRAVES, do wprowadzania parametrów walocowania,
 - decyzyjne przyciski sterujące, do akceptacji danych z zadajników lub ich kasowania i do ustalania sposobu pracy systemu sterowania,
 - lampki sygnalizacyjne, do sygnalizowania stanów pracy systemu sterowania i przekroczeń wartości granicznych,
 - wyświetlacze cyfrowe, do kontrolnego wyświetlania wartości i identyfikatora wybranego parametru oraz numeru aktualnego przepustu,
- 7/ szafa elektroniki pośredniczącej - 1 szt., mieszcząca wszystkie elektroniczne układy pośredniczące między sterowanym procesem i kartami łączeniowymi komputera,
- 8/ tablice sterowania walocarką - 2 szt. /lewa i prawa/, spełniające rolę stacyjek sterowania: automatycznie /ręcznie.

2.3. S t a n d a r d o w e o p r o g r a m o w a n i e s y s t e m u

Wraz z minikomputerem sterującym dostarczono następujące oprogramowanie standardowe tego minikomputera, składające się z :

- 1/ zasadniczego systemu sterującego /Basic Control System/ z następującymi modułami podprogramów:
 - a/ podprogram ładowania programów wynikowych w adresach względnych,
 - b/ podprogramy pilotujące operacje WE/WY dla dostarczonego wyposażenia w urządzenia peryferyjne,
 - c/ podprogram konfigurowania podprogramów WE/WY,
 - d/ podprogram testowania programów użytkownika komputera,
- 2/ kompilatorów:
 - a/ rozszerzony Assembler,
 - b/ Basic Fortran,
 - c/ Basic,
- 3/ biblioteki podprogramów standardowych,
- 4/ program korygowania i powielania programów użytkownika napisanych w kodzie ASCII /programy źródłowe/,
- 5/ programów diagnostyki urządzeń, pracujące w systemie of-line.

Należy nadmienić, że jeszcze w fazie opracowywania założeń SAK [1] stwierdzono, że dostępne w owym czasie minikomputery sterujące z zasady posiadają bardzo ubogie oprogramowanie, dalekie od spełnienia wymagań konkretnych systemów czasowo uwarunkowanych [2] .

W myśl takich wymagań, oprócz odpowiedniej struktury wyposażenia urządzeniowego, dany minikomputer musi dysponować odpowiednim oprogramowaniem w którym szczególną rolę odgrywa ta jego część, która tworzy system operacyjny minikomputera.

Nie trzeba dodawać, że specjalne opracowanie takiego systemu dla określonego zastosowania SAK wymaga dużych dodatkowych nakładów finansowych, z reguły znacznie przekraczających koszt urządzeń SAK, nawet jeżeli wykonują to rutynuowane zespoły specjalistów.

Analizując w tym świetle standardowe oprogramowanie minikomputera w zamawianej konfiguracji wyposażenia, z łatwością stwierdzono, że istniejący zasadniczy system sterujący /BCS/ także nie spełnia wymagań systemu operacyjnego uwarunkowanego czasowo.

Należało więc opracować własny system operacyjny. Rzecz w tym, że wówczas nie istniała jakakolwiek teoria syntezy systemów operacyjnych, ani nawet odpowiednie metody inżynierskie, choć i obecnie trudno mówić o istnieniu takiej teorii.

3. Koncepcja i realizacja systemu operacyjnego

3.1. O g ó l n a s t r u k t u r a s y s t e m u o p e r a c y j n e g o

Wstępne założenia i koncepcja systemu operacyjnego /SO/ dla sterowania procesem nawrotnego walcowania taśmy stalowej [3] powstały w I połowie r.1971, a więc po opracowaniu założeń systemu sterowania, które przyjęto za podstawę dla założeń SO.

Analizując w tym celu standardowe oprogramowanie minikomputera, a zwłaszcza moduły zasadniczego systemu sterującego /BCS/ stwierdzono, że tylko moduł podprogramów pilotujących operacje WE/WY standardowych urządzeń zewnętrznych można będzie potraktować jako integralną część projektowanego SO. Stwierdzono natomiast przydatność wielu podprogramów z biblioteki podprogramów standardowych. Podprogram konfigurowania podprogramów WE/WY wykorzystano tylko w zakresie urządzeń standardowych. W okresie uruchamiania własnych programów okazało się, że podprogram testowania programów użytkownika jest mało przydatny dla śledzenia programów z dużą ilością instrukcji skokowych, a zupełnie nieprzydatny do śledzenia on-line podprogramów pilotujących operacje wykonywane pod kontrolą systemu przerwań.

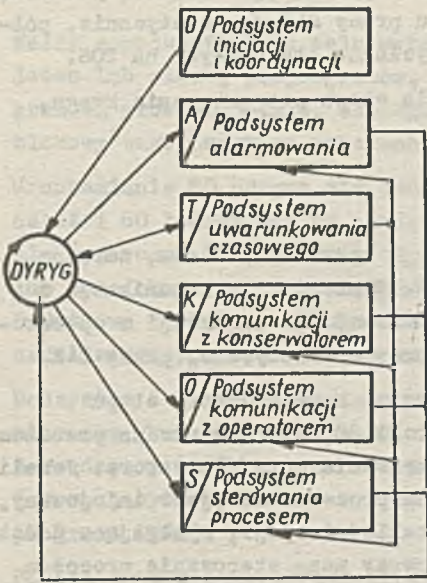
Praktycznie stwierdzono także małą efektywność kompilatora Basic FORTRAN, jeżeli chodzi o wykorzystanie pamięci wewnętrznej dla programów maszynowych oraz o ich realizację czasową. Potwierdziło to trafność wyboru języka Assembly [1], jako najbardziej predystynowanego do zaprogramowania projektowanego SO.

W założeniach wstępnych, w celu uproszczenia zadań stawianych SO, nie przewidywano wykorzystania komputera do wykonywania jakiegokolwiek przetwarzania drugoplanowego. Dzięki temu SO uzyskał stosunkowo prostą i przejrzystą strukturę, której ogólny schemat blokowy pokazano na rys.3. Na całość SO składają się następujące podsystemy:

- D - podsystem inicjacji i koordynacji SO,
- A - podsystem alarmowania,
- T - podsystem uwarunkowania czasowego,
- K - podsystem łączności z konserwatorem systemu,
- O - podsystem łączności z operatorem procesu,
- S - podsystem sterowania procesem walcowania.

Każdy z podsystemów spełnia w SO ściśle określone funkcje, zgodnie z nazwą danego podsystemu. Literowe identyfikatory poszczególnych podsystemów składają się na nazwę SO: "DATKOS".

Wypada nadmienić, że tak zaprojektowany SO z natury rzeczy został ukierunkowany na sterowanie wyłącznie konkretnym procesem.



Rys.3. Schemat blokowy ogólnej struktury SO

Bliższa analiza czasowa tego procesu i ustalenie podstawowych etapów procesu na tle całego procesu produkcyjnego pozwala jednak przypuszczać, że uzyskana struktura SO i podstawowe zasady szeregowania jego pracy odpowiadają w założeniach dowolnemu procesowi okresowemu, co znacznie rozszerza klasę możliwości ewentualnych zastosowań SO.

3.2. Etapy pracy i zasady szeregowania w SO

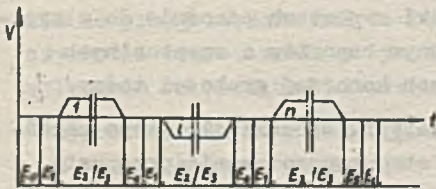
Jak w każdym procesie wsadowym, również w procesie rozpatrywanym, zasadniczą rolę odgrywa cykliczność procesu walcowania, dla którego podstawowym cyklem jest cykl walcowania kręgu taśmy.

Każdy krąg taśmy stalowej jest z zasady walcowany w więcej niż jednym przepuszczeniu walcowania, a więc należy tu

wyróżnić także cykl walcowania/przepustu.

Dla celów bezpośredniego sterowania cyfrowego procesem walcowania należało wyodrębnić: cykl próbkowania, przetwarzania i sterowania procesem.

W każdym z trzech wymienionych cykli na przykładzie schematu przebiegu prędkości V walcowania /rys.4/, można ustalić następujące charakterystyczne etapy, wyraźnie



Rys.4. Schemat przebiegu walcowania i etapy pracy SO

różniące się od siebie wymaganiami odnośnie do kierowania procesem:

- E_0 - etap przygotowania /cyklu walcowania/ kręgu,
- E_1 - etap przygotowania /cyklu walcowania/ przepustu,
- E_2 - etap /cyklu próbkowania, przetwarzania i/sterowania procesem,
- E_3 - etap oczekiwania /na nowy cykl próbkowania, przetwarzania i sterowania procesem/,

E_4 - etap zakończenia /cyklu walcowania/ przepustu oraz

E_5 - etap zakończenia /cyklu walcowania/ kręgu.

W dalszej treści wyrażenia ujęte w nawiasy będą pomijane przy wymienianiu etapów.

Można oczywiście pójść dalej z analizą czasową procesu walcowania, jako procesu produkcyjnego prowadzonego zmianowo. Wnioski z takiej dodatkowej analizy nie wykazały jednak zasadniczego wpływu na zasady szeregowania w SO w funkcji etapów przebiegu procesu.

Wyboru konkretnej metody szeregowania zarządzaniem w SO dokonuje operator procesu, któremu powierzono w SO wymuszanie żadanego sposobu pracy SAK /automatycznie, półautomatycznie, ręcznie/ za pomocą odpowiednich przycisków sterujących na TOS.

Najbardziej elastyczne szeregowanie przewidziano dla etapu przygotowania kręgu, w którym może mieć miejsce zarówno

- komunikacja z operatorem procesu, jak i
- komunikacja z konserwatorem systemu.

O przejściu do etapu przygotowania przepustu decyduje operator procesu, zarówno przy automatycznej jak i półautomatycznej pracy SAK. W etapie tym komunikacja z konserwatorem systemu nie może mieć miejsca, a i możliwości komunikacji z operatorem procesu są tu bardziej ograniczone, zwłaszcza przy automatycznej pracy SAK.

Operator procesu pośrednio decyduje również o pierwszym zainicjowaniu etapu sterowania procesem. Pośredniość decyzji wynika z roli SO, który sprawdza przedtem zespół warunków poprawnego przygotowania SAK do sterowania przez operatora. Jeżeli okazują się one niewystarczające, to etap sterowania procesem nie jest inicjowany, a do wiadomości operatora podawana jest przyczyna takiej decyzji, wymagająca dodatkowej ingerencji z jego strony. SO inicjuje więc pierwszy etap sterowania procesem albo natychmiast po pierwszej akcji operatora, albo dopiero po dodatkowej ingerencji operatora i ponownej akcji operatora w celu zmiany etapu. Drugi i kolejne etapy sterowania inicjowane są już przez zegar czasu rzeczywistego, aż do rozpoczęcia zakończenia przepustu. Między kolejnymi etapami sterowania procesem występują w SO etapy oczekiwania, mające charakter biegu jałowego w procesie sterowania.

Etap zakończenia przepustu następuje po wyhamowaniu prędkości walcowania do wartości zerowej. W etapie tym, niezależnie od stanu pracy SAK, bada się również występowanie warunków dla zapoczątkowania etapu zakończenia kręgu, przy czym przy automatycznej pracy SAK warunki takie występują automatycznie, po stwierdzeniu przez komputer, że był to ostatni przepust w cyklu walcowania kręgu. W razie półautomatycznej pracy SAK etap zakończenia kręgu jest inicjowany przez operatora procesu za pomocą nastawienia nowego numeru kręgu na TOS i spowodowania wczytania go do pamięci komputera w celu porównania z numerem poprzednim. Jeżeli nie są to te same numery, to w etapie zakończenia kręgu wyprowadzane są wówczas wydruki raportowe odnośnie do wszystkich parametrów odwalcowanego kręgu, m.in. z dokładnym raportem o ewentualnych przekroczeniach dopuszczalnych tolerancji wymiarowych końcowej grubości taśmy.

Jeżeli jednak w etapie zakończenia przepustu nie wystąpią warunki dla etapu zakończenia kręgu, to inicjowany jest zazwyczaj kolejny etap przygotowania przepustu i operator może przystąpić do czynności przygotowawczych, typowych dla tego etapu.

Oprócz kierowania się wskaźnikami sposobu pracy SAK i etapów prowadzenia procesu, w SO występuje wiele innych wskaźników, decydujących o kolejności przetwarzania. Należą do nich przede wszystkim tzw. wskaźniki pierwszego przejścia /WPP/ albo wskaźniki inicjacji lub zadziałania pilotów operacji WE/WY, czy też np. wskaźnik stanu alarmowego. Jedne z nich są nastawiane programowo, inne przez operatora, niektóre z nich są wartościami odpowiednich liczników. Decyzje szeregujące przetwarzanie w SO są podejmowane na podstawie aktualnego wektora stanu tych wskaźników, z pozostawieniem roli nadrzędnej operatorowi ludzkiemu.

3.3. Funkcje podsystemów

Każdy z podsystemów w celu wykonywania przewidzianych dla nich funkcji zawiera jeden lub więcej podprogramów, podporządkowanych podsystemów D, a właściwie programowi głównemu DYRYG, szeregującemu pracę całego systemu operacyjnego. Schemat blokowy tego programu pokazano na rys.5.

Uruchamianie SO odbywa się jednak od programu DINIC, w procesie konfigurowania całości SO ładowanego do pamięci operacyjnej jako pierwszy, a mającego za zadanie wyzerować lub nastawić za pomocą podprogramu DINCR poszczególne komórki PO lub całe obszary buforowe, przed przekazaniem sterowania do programu DYRYG. Dodatkową funkcją podprogramu DINCR jest ustalanie wyróżnionych warunków startu SO, umożliwiających operatorowi wstępne wytestowanie działania wybranych podsystemów.

Podsystem A jest uruchamiany przez program DYRYG, jeśli w systemie wystąpi stan alarmowy /wskaznik ALAR = 0/. W zależności od rodzaju alarmu, główny podprogram zarządzający ALARM w tym podsystemie uruchamia jedną z 16 procedur alarmowych, informujących operatora o przyczynie alarmu, a następnie zwraca sterowanie do programu DYRYG.

Podsystem T synchronizuje pracę SO za pomocą programowanego, kwarcowego generatora impulsów czasu rzeczywistego,

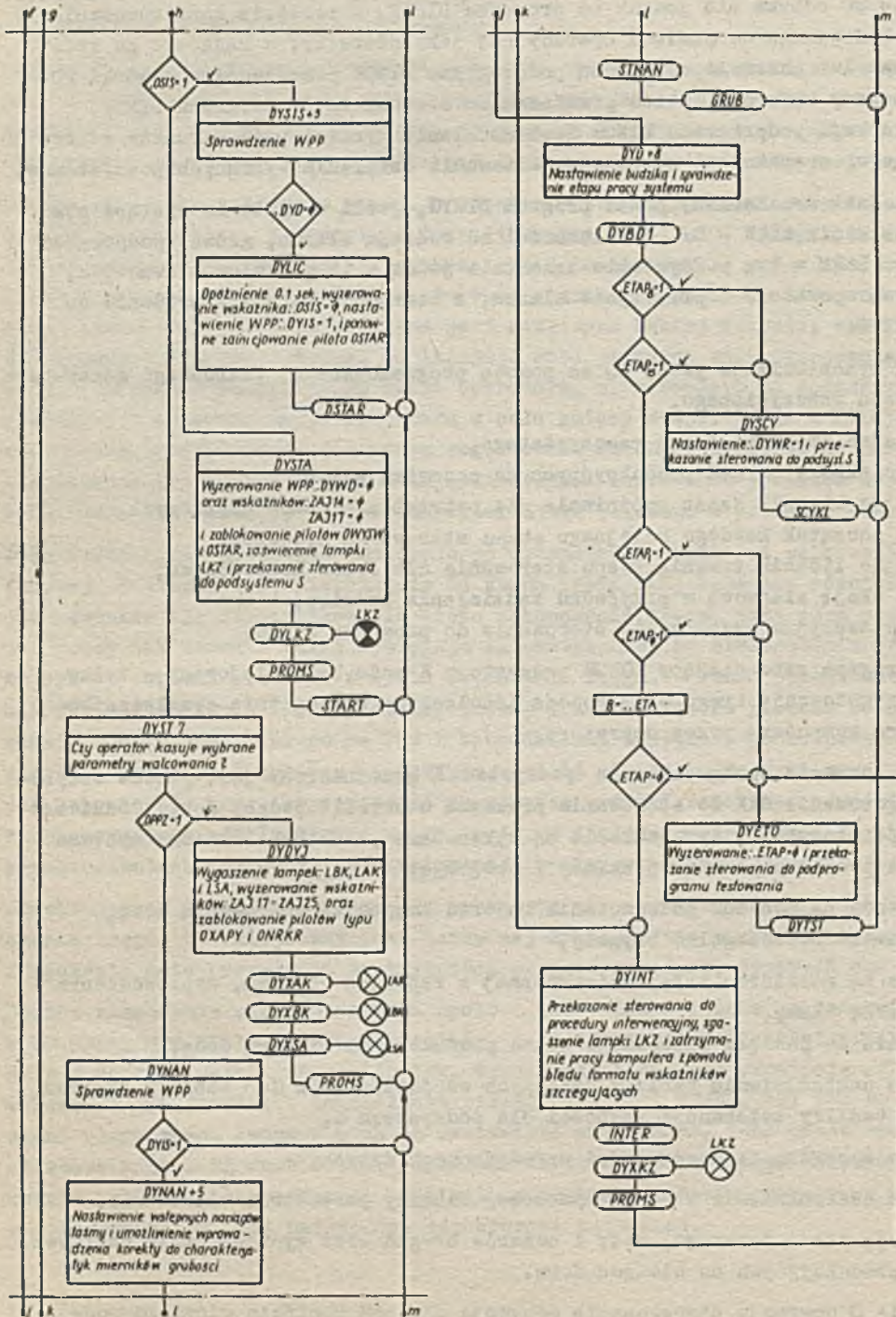
- uaktualniając liczniki czasu rzeczywistego,
- zmieniając numery brygad produkcyjnych na początku zmian,
- uzupełniając licznik czasu opóźnienia dla potrzeb programów użytkowych,
- inicjując początek każdego kolejnego etapu sterowania procesem,
- uzupełniając licznik trwania etapu sterowania dla celów kontrolnych,
- inicjując akcję alarmową w przypadku zadziałania budzika,
- wymuszając awaryjne przekazanie sterowania do programu DYRYG.

Główny podprogram zarządzający KONSER podsystemu K może być inicjowany - tylko w etapie przygotowania kręgu - za pomocą impulsowego nastawienia przełącznikowego rejestru komputera przez operatora.

W aktualnym zakresie oprogramowania podsystem K przeznaczony jest przede wszystkim do przygotowania SAK do sterowania procesem w okresie jednej doby. Codzienne czynności operatorskie w tym zakresie są wykonywane przez konserwatora systemu wyłącznie na początku pierwszej zmiany i obejmują:

- wyprowadzenie na monitor podsumowania raportu kręgów za poprzednią dobę, z podziałem na poszczególne brygady,
- ujawnienie na monitorze taśmy dziurkowanej z raportem dobowym, wyprowadzanym na dziurkarkę taśmy,
- wprowadzenie do pamięci aktualnego planu produkcji na bieżącą dobę,
- ewentualne uaktualnienie tablicy zmiennych współczynników lub tablicy stałych, względnie tablicy tolerancji grubości dla podsystemu S,
- ewentualne sprawdzenie poprawności wprowadzonych danych,
- ewentualne uaktualnienie w PO standardowej tablicy parametrów walcowania,
- aktualizację czasu dobowego, daty i numerów brygad oraz wyprowadzenie nagłówków raportów produkcyjnych na bieżącą dobę.

W podsystemie O operacje szeregowania odbywają się pod kontrolą głównego podprogramu zarządzającego OPERG, inicjowanego zarówno w etapie przygotowania kręgu jak i w etapie przygotowania przepustu.



Rys.5. Schemat blokowy głównego programu DYRYG

Posługując się pulpitem /TOS/ do komunikacji z systemem, operator procesu może:

- ustalać sposób pracy SAK,
- nastawiać żądane parametry walcowania na zadajnikach cyfrowych i za pomocą odpowiednich przycisków - wczytać je do pamięci komputera, z bezpośrednim wyprowadzaniem wczytanych wartości na wyświetlacz cyfrowy dla celów kontroli,
- dokonywać kontrolnego przeglądu wybranych standardowych tablic parametrów walcowania lub niestandardowych tablic obliczanych na bieżąco, na wyświetlaczu cyfrowym,
- kasować niewłaściwie wybrane lub akceptować prawidłowe parametry walcowania,
- inicjować etap sterowania procesem walcowania,
- inicjować etap zakończenia kręgu /przy półautomatycznej pracy SAK/.

Dla wykonania tych wszystkich funkcji podsystemu O opracowano szeroki pakiet podprogramów:

- pilotujących operacje WE/WY,
- dokonujących konwersji kodu BCD na kod binarny w arytmetyce uzupełnieniowej i odwrotnie,
- wyszukujących żądane tablice tolerancji grubości,
- przenoszących wybrane parametry do obszarów buforowych i inicjujących zliczanie impulsów, jak też
- przeszukujących cyklicznie wybrane lub obliczone tablice parametrów walcowania dla ich kontrolnego wyświetlania.

W podsystemie S zgrupowano wszystkie użytkowe podprogramy sterowania walcowania, zarządzane za pomocą trzech podprogramów zarządzających. Pod kontrolą podprogramu START odbywają się końcowe czynności etapu przygotowania przepustu, z nastawieniem żądanych naciągów taśmy /podprogram STAN/ oraz kontrolą zespołu warunków poprawnego przygotowania SAK do sterowania przez operatora. Na zakończenie podprogramu START, jeżeli warunki te są wystarczające, inicjowany jest etap sterowania procesem walcowania, a sterowanie jest przekazywane do programu DYRYG, który normalnie przekazuje wówczas sterowanie do podprogramu SSEKW.

Pod kontrolą tego podprogramu, w cyklu o okresie 0,1 sek, odbywa się rozruch procesu, sterowanie procesem ustalonym, zatrzymanie procesu, z wykorzystaniem następujących podprogramów użytkowych:

- SSPRD - sterowania prędkością walcowania,
- SSSZW - sterowania strumieniami zwijarek nr 1 i 2,
- SSOSO - nastawiania wielkości szczeliny walcowania,
- SSGMS - regulacji grubości taśmy,
- SSKMD - korekty modelu walcarki,
- SSTPD - kontroli przekroczeń tolerancji grubości taśmy oraz bieżącego obliczania długości taśmy i jej ciężaru.

Na zakończenie podprogramu SSEKW zwykle inicjowany jest etap oczekiwania na nowy etap sterowania, a następnie sterowanie jest przekazywane do programu DYRYG. W przypadku jednak zakończenia przepustu, w podprogramie SSEKW nastawiany jest dodatkowo wskaźnik końca przepustu /.SCKL = 1/. W programie DYRYG normalnie powoduje to przekazanie sterowania do podprogramu SCYKL. Podprogram ten zarządza końcowymi operacjami w etapie zakończenia przepustu.

Jednocześnie sprawdza on ewentualne wystąpienie warunki zainicjowania etapu zakończenia kręgu, w celu wyprowadzenia jednostkowych raportów na monitor i dziurkarke taśmy i zainicjowania kolejnego etapu przygotowania kręgu.

Jeżeli jednak nie ma podstaw do zainicjowania etapu zakończenia kręgu, to w podprogramie SCYKL następuje zainicjowanie kolejnego etapu przygotowania przepustu.

W obu przypadkach, w ostatnim kroku podprogramu SCYKL następuje przekazanie sterowania do programu DYRYG.

Na potrzeby podsystemu S opracowane ponadto pakiet podprogramów:

- pilotujących operacje WX/13 podprogramów/,
- pilotujących operacje WY /6 podprogramów/ oraz
- spełniających różne funkcje pomocnicze /9 podprogramów/.

3.4. Realizacja SO

Pierwsza wersja oprogramowania SO powstała w końcu r. 1971 [4]. Uruchamianie oprogramowania okazało się przedsięwzięciem bardzo złożonym i pracochłonnym. W okresie uruchamiania, trwającym do końca r. 1972 wykonano wiele programów pomocniczych, umożliwiających przeprowadzenie wyczerpujących badań symulacyjnych w warunkach laboratoryjnych, na specjalnym stanowisku badawczym.

Proces uruchamiania i nieustannego ulepszania SO przy ubogim wyposażeniu dostarczonego minikomputera okazał się procesem iteracyjnym o stosunkowo słabej zbieżności w funkcji czasu, mimo korzystnych warunków dostępu do SAK, znajdującego się w laboratorium w całości w zasięgu ręki.

Warunki te uległy znacznemu pogorszeniu po przeniesieniu SAK do Huty Florian i zainstalowaniu go na obiekcie.

Pogorszenie wynikało zarówno z konieczności przestrzennego rozczłonkowania SAK między pomieszczeniem minikomputera, obiektem sterowania i styżnikownią, jak również z konieczności liczenia się z zaangażowaniem obiektu do wykonywania określonego planu produkcji.

W okresie wstępnej eksploatacji systemu, który trwał do końca r. 1973, w wyniku usilnych zabiegów ulepszających pracę systemu operacyjnego, uzyskano ostateczną konfigurację oprogramowania SO, w pełni sprawdzoną i uznaną za zadowalającą w zakresie półautomatycznej pracy SAK [5, 6].

Aktualne programowe wyposażenie SAK, którego lokalizację w PO przedstawiono schematycznie na rys.6 składa się z 115 programów lub podprogramów, znajdujących wraz z obszarem COMMON 14000 komórek PO. W tym podprogramy standardowe zajmują 3870 komórek PO.

4. Podsumowanie

W wyniku wstępnej eksploatacji SO na obiekcie otrzymano uruchomioną i praktycznie sprawdzoną dokumentację oprogramowania SO, a przede wszystkim uzyskano spore doświadczenie w oprogramowaniu systemu automatyki kompleksowej z zastosowaniem konwencjonalnej metody programowania w języku Assembly. Doświadczenie to wskazuje, że oprogramowanie kolejnego SAK prawdopodobnie mogłoby być opracowane z większą znajomością rzeczy, ale zredukowanie pracochłonności takiego oprogramowania byłoby raczej trudne.

Programowanie SAK w języku Assembly, przy standardowym wyposażeniu i oprogramowaniu systemu tak ubogim jak w przytoczonym przykładzie musi z natury rzeczy wymagać nakładu pracy na oprogramowanie. Zawsze jednak jest ono trudne do zrozumienia i opóźnienia przez normalny personel techniczny, który nie ma możliwości dobrego przyswojenia tak skomplikowanej metody programowania. Należy się więc liczyć z poważnymi

00000	Komórki „pułapki” systemu przer.	
00077		
00100		
00157		
00160	Łączniki adresowe SO	
00617		
00620	Rezerwa	
01123		
01124	Łączniki adresowe BCS	
01777		
02000	D	Podsystem inicjacji i koordynacji
04601		
04602	A	Podsystem alarmowania
04762		
04763	T	Podsystem uwarunkowania czasowego
05105		
05106	K	Podsystem komunikacji z konserwatorem
10262		
10263	O	Podsystem komunikacji z operatorem
12316		
12317	S	Podsystem sterowania procesem
17657		
17660	P	Podsystem podprogramów pomocniczych
23260		
23261	Podprogram Debugging i biblioteczne podprogramy standardowe	
26737		
26740	Rezerwa	
33566		
33567	Wspólny obszar danych	
35666		
35667	BCS	
37677		
37700	BBL	
37777		

Rys.6. Lokalizacja oprogramowania SO w pamięci operacyjnej

trudnościami w ewentualnym rozwijaniu takiego systemu wyłącznie siłami użytkownika. Jeżeli automatyzowany proces charakteryzuje się pewną dynamiką rozwoju w stosowanej technologii albo w konfiguracji urządzeń produkcyjnych, albo w okresowej konieczności wprowadzania pewnych zmian, to tak oprogramowany system może mieć nie zdać egzaminu praktycznego, a jego stosowanie będzie przez obsługę silnie ograniczone. Nie wdając się w bliższe rozważania tych aspektów, sądzić należy, że właściwych doświadczeń w oprogramowaniu SAK trzeba szukać na drodze rozwiązań niekonwencjonalnych [7], w których dużą rolę powinny odegrać konwersacyjne metody oprogramowania, z wykorzystaniem standardowych pakietów programów użytkowych systemem on-line. Dają one użytkownikowi szansę łatwego opanowania i rozwijania SAK wg swoich aktualnych potrzeb, bez konieczności specjalnego kształcenia i utrzymywania dużego personelu technicznego, niepotrzebnie podrażającego eksploatację tych systemów.

Literatura

- [1] R.Pozowski, J.Rąbalski: Zastosowanie komputera do sterowania procesem walcowania taśmy na zimno. Założenia i stan realizacji. Materiały Konferencji NOT "Automatyzacja procesów przemysłowych z zastosowaniem maszyn cyfrowych" Katowice, luty 1972.
- [2] J.S.Martin: Programowanie maszyn cyfrowych w systemach uwarunkowanych czasowo WNT - Warszawa 1970.
- [3] J.Rąbalski: Sprawdzające badania opracowanych programów i ich aktualizacja - Część I - Koncepcja Systemu Programów Sterujących /SPS/. Sprawozdanie IMŻ nr 473/I, Gliwice, czerwiec 1971, niepublikowane.
- [4] J.Rąbalski, Ł.Mizowa, R.Łabojko, J.Cierpińska, H.Stryszewska: Opracowanie programów Systemu Programów Sterujących - Sprawozdanie IMŻ nr 625, Gliwice, grudzień 1971, niepublikowane.
- [5] J.Rąbalski, H.Stryszewska - Zep : Próba eksploatacja systemu w zakresie oprogramowania. Sprawozdanie IMŻ nr 1932, Gliwice, listopad 1973, niepublikowane.
- [6] J.Rąbalski, J.Hendel, A.Wartak, A.Sowa, T.Ziarko: Analiza wstępnej eksploatacji systemu programów sterujących w kompleksowym systemie sterowania dla Huty Florian. Sprawozdanie problemu węzłowego O6.1.2. ZSAK - PAN Gliwice, 1973.

[7] J. Rabalski i inni: Analiza zadań systemów operacyjnych minikomputerów sterujących /a w szczególności - metody współpracy systemu operacyjnego z pakietami programów użytkowych/ oraz typizacja algorytmów bezpośredniego sterowania cyfrowego. Sprawozdanie z ZSAK, Gliwice, 1973 r.

M.KORFEL

SYSTEMOWA MINIMALIZACJA POSTOJÓW
WALCARKI W UKŁADZIE PRODUKCYJNYM STALOWNIA - WALCOWNIA

1. Wstęp

Obiektem rozważań w niniejszym referacie jest układ produkcyjny hala odlewnicza stalowni - walcownia wstępnego przerobu. Kluczowym agregatem tego układu jest walcarka - zgniatacz, pracująca na jedno lub więcej wyjść /na przykład półwyroby w postaci kęsisk i wsad do walcowni ciągłej kęsów/. O wielkości produkcji walcowni wstępnego przerobu decyduje rzeczywisty czas pracy walcowni oraz intensywność jej wykorzystania /wydajność/. Rzeczywisty czas pracy walcarki stanowi różnicę między dysponowanym czasem pracy, a sumą czasów trwania nieplanowanych postojów ciągu walcowniczego. Dysponowany czas pracy walcarki równy jest różnicy między czasem kalendarzowym, a sumą czasów trwania planowanych postojów ciągu walcowniczego /przeeglądy, remonty itp./. W niniejszym referacie nie omawia się problemu optymalizacji dysponowanego czasu pracy ciągu walcowniczego, to znaczy optymalnych taktyk konserwacji i remontowania urządzeń, który to problem jest w zasadzie zagadnieniem statycznym. W tym ujęciu problem maksymalizacji rzeczywistego czasu pracy ciągu walcowniczego sprowadza się do minimalizacji czasów trwania nieplanowanych postojów tego ciągu. Pozycja ta składa się z postojów awaryjnych oraz postojów wynikłych z niedoskonałego zaplanowania i sterowania przepływem materiałów na odcinku stalownia - walcownia wstępnego przerobu. Celem niniejszego referatu jest przedstawienie sposobów minimalizacji nieplanowanych postojów ciągu walcowniczego poprzez racjonalne planowanie i sterowanie układem produkcyjnym. Postawione zadanie stanowi jedną z ważniejszych /ale nie jedyną/ funkcji systemów planowania i sterowania odcinkiem produkcyjnym stalownia - walcownia. Typowymi nieplanowanymi postojami ciągu walcowniczego, zależnymi od jakości planowania i sterowania, są postoje na dogrzewanie wlewków /brak nagrzanego wsadu/ lub z braku wsadu.

2. Postoje ciągu walcowniczego na dogrzewanie wlewków lub z braku wsadu

W krajowych zgniataczach rozróżnia się - między innymi - takie rodzaje nieplanowanych postojów ciągu walcowniczego, jak postoje z braku wsadu, spowodowane niedoskonałym planowaniem i sterowaniem odcinkiem stalownia - walcownia oraz postoje na dogrzewanie wlewków, spowodowane tylko nieodpowiednią pracą piecowni zgniatacza. W walcowni - zgniatacz hutby im. Lenina postój walcarki z braku wsadu następuje gdy:

- a/ brak w piecach wglębnych odpowiednio nagrzanego wsadu,
- b/ w ciągu zmiany /8 godzin/ dostarczone ze stalowni martenowskiej mniej niż 2300 ton wsadu gorącego lub gdy dostawy wsadu gorącego były nierytmiczne.

Postój walcarki na dogrzewanie wlewków następuje, gdy zaistnieje zjawisko /a/, a brak przyczyny /b/.

Należy podkreślić, że oba typy postojów walcarki mają w zasadzie te same przyczyny: zakłócenia w dostawie gorących wytopów, niezaladowanie w porę potrzebnego wsadu zimnego i niedoskonałe planowanie i sterowanie całym odcinkiem produkcyjnym, a w szczególności piecownią zgniatacza. W h.im.Lenina proporcja między postojami na dogrzewanie i postojami z braku wsadu wynosi w przybliżeniu jak 1 : 1. W skali rocznej suma tych postojów dla poszczególnych krajowych zgniataczy wynosi od 200 do 1000 godzin. Dla największych naszych zgniataczy /h.Lenina/ sumy czasów trwania tych postojów wynoszą po około 400 godzin rocznie. Z podobną sytuacją liczyć się trzeba również w h.Katowice, po jej dojściu do pełnych mocy produkcyjnych.

Z danych literaturowych wynika, że sytuacja za granicą /ZSRR, CSRS/ jest gorsza niż u nas i że zastosowane - na przykład w NHKG - metody komputerowego sterowania, sytuacji tej nie polepszyły. Jeśli brać pod uwagę tylko dwa największe krajowe zgniatacze /h.Lenina/, to wspomniane, nieplanowane postoje ciągów walcowniczych, zależne od jakości planowania i sterowania zaniżają roczną produkcję półwyrobów o ponad 450 000 ton, a jeśli uwzględnić /w przyszłości/ również i h.Katowice, to wielkość ta wyniesie około 750 000 ton o wartości ponad 2 miliardy złotych rocznie. Trzeba podkreślić, że nie widać w zasadzie innego sposobu likwidacji tego zaniżenia produkcji jak przez doskonalenie sposobów planowania i sterowania odcinkami produkcyjnymi stalownia - walcownia. W niektórych walcowniach dobudowywanie dodatkowych pieców wglębnych jest ze względów przestrzennych bardzo utrudnione, a tam gdzie byłoby to możliwe jest to przedsięwzięcie drogie i nie w pełni efektywne. Dobudowanie dodatkowych pieców wglębnych może zmniejszyć tylko tę część postojów walcarki, którą nazwano postojami na dogrzewanie wsadu i nie wpływa na sumę czasów postojów z braku wsadu, wynikłych z nieodpowiedniego planowania i sterowania odcinkiem produkcyjnym. Nakłady inwestycyjne na budowę grupy pieców wglębnych /dwie komory/ wynoszą około 50 milionów złotych. Można więc przyjąć, że koszt zainstalowania dwóch komputerowych systemów sterowania /piecownią, zgniatacza, koordynacji stalowni z walcownią/ równoważny jest kosztowi budowy dwóch grup pieców wglębnych. Wynika z tego, że komputerowe systemy sterowania będą już efektywne, gdy przyczynią się do wzrostu przepustowości piecowni o około 12 %, co przy współczynniku czasowego wykorzystania pieców równym 0,8 odpowiada zwiększeniu produkcji ciągu walcowniczego o 9,5 %. Poprzez wyeliminowanie postojów walcarki na dogrzewania lub z braku wsadu można zwiększyć produkcję zgniatacza o około 5 %, a reszta musi przypaść na intensyfikację procesu walcowania /zwiększenie godzinowej wydajności walcarki wskutek lepszego nagrzania wlewków/. Funkcję polepszenia jakości nagrzania wlewków podawanych do walcarki, a przez to zwiększenia wydajności zgniatacza powinien realizować system sterowania piecownią zgniatacza. Funkcję maksymalnego ograniczenia sumy czasów trwania postojów walcarki na dogrzewania lub z braku wsadu muszą realizować jednocześnie trzy systemy :

- system krótkookresowego /doba, zmiana/ planowania pracy stalowni walcowni wstępnego przerobu, walcowni wykańczających,
- system koordynacji stalowni i walcowni wstępnego przerobu,
- system sterowania piecownią zgniatacza

3. Mechanizm /model powstawania postojów zgniatacza na dogrzewanie wlewków lub z braku wsadu

W przypadku złożonych systemów produkcyjnych, a do takich zaliczyć trzeba odcinek produkcyjny stalownia - walcownia, sprawą bodajże najważniejszą jest rozpo-

znanie szkodliwych mechanizmów występujących w systemie i zastosowanie środków ograniczających i przerywających te mechanizmy. Podejście takie jest /na Zachodzie/ typowe dla cybernetycznej teorii funkcjonowania przedsiębiorstwa /spotyka się je na przykład w pracach Beera/. Na rys. 1 przedstawiono schemat mechanizmu /modelu/, który wykorzystując błędy w planowaniu i sterowaniu odcinkiem produkcyjnym powoduje powstawanie postojów walcowni na dogrzewanie wlewków lub z braku wsadu. Dyskusję czynników wpływających na powstawanie postojów walcarki na dogrzewanie lub z braku wsadu rozpoczniemy od planowania produkcji i zakończymy na obu systemach sterowania.

3.1. Relacja pomiędzy planem produkcji i wstępną kolejnością jego realizacji a planem remontów /chodzi tu o remonty zimne/ pieców wglębnych zależy od tego kto przeprowadza remonty: własny wydział remontowy czy też HFR, to znaczy od stopnia możliwości sterowania taktiką odstawiania pieców do remontu.

W okresach znacznego zaniżenia przepustowości pieców wglębnych należałoby tak ustalać program produkcji, by zmniejszyć udział stali uspokożonej. Problem odszukania optymalnych taktyk remontowych w skali całej piecowni zgniatacza i to z uwzględnieniem odpowiednio długiego horyzontu czasowego, nie jest jeszcze rozwiązany.

3.2. Wpływ tego czynnika jest oczywisty, ponieważ może on spowodować w okresie planistycznym postoję walcarki z braku wsadu.

Do nagrzewania wsadu zimnego piecownia dysponuje w okresie planowania funduszem czasu

$$\tau_{zimn} = \tau_{dysp} - \tau_{gor} \quad /1/$$

gdzie:

τ_{dysp} - dysponowany czas pracy pieców /po odjęciu remontów/

τ_{gor} - zapotrzebowanie czasu pracy pieców do nagrzewania wsadu gorącego

Przy określeniu τ_{gor} należy uwzględnić rzeczywiste rozkłady statystyczne średniej objętościowo początkowej temperatury wlewków, zależne od typu stali i formatu wlewka oraz wpływ tych rozkładów na średni czas nagrzewania komorowych porcji wlewków /łącznie z czasem ładowania i czasem walcowania/.

Zakłada się tu, że system planowania operuje zbiorami zamówień, do których dobrano już konkretne formaty wlewków.

Ilość N komorowych porcji wsadu zimnego, którą należy zamówić i sprowadzić z zewnątrz określa się z bilansu

$$\sum_1^N \tau_{/F,U/} = \tau_{zimn} \quad /2/$$

gdzie:

$\tau_{/F,U/}$ - czas nagrzewania wlewków zależny od formatu F wlewków i wskaźnika U wrażliwości stali na naprężenia cieplne /miara wpływu gatunku stali/.

3.3. Dla każdej piecowni zgniatacza należałoby znaleźć uściślone charakterystyczne wskaźniki zmiennego w funkcji czasu udziału wsadu zimnego i określić dopuszczalne wartości tych wskaźników nie grożące jeszcze postojem walcarki. Wskaźniki te należy budować tak, jak to się czyni dla procesów niestacjonarnych /krocząca wartość średnia i funkcja korelacji/. Stosowane obecnie miary wpływu udziału wsadu zimnego, jak na przykład w zgniataczu h.Lenina dostawa w ciągu zmiany /8 godzin/

co najmniej 2300 ton wsadu gorącego nie są precyzyjne i należy je udoskonalić, jeśli chce się optymalizować kolejność produkcji przy planowaniu operatywnym.

3.4. Słuszne są tu również uwagi metodyczne z punktu 3.

Okresowo zwiększony udział stali uspokojonej wydłuża średni czas od spustu wytopu do walcowania na zgniataczu, obniża średnią temperaturę początkową wlewków i powoduje zwiększone zapotrzebowanie czasu pracy pieców wglębnych. W związku z tym również i dla tego czynnika /udział stali uspokojonej, zmienny w czasie/ należałoby znaleźć dopuszczalne wartości wskaźników zbudowanych na wartościach średnich i funkcjach korelacji udziału stali uspokojonej w produkcji stalowni.

3.5. System koordynacji stalowni z walcownią musi być uprzedzony przez system planowania o spodziewanej globalnej ilości wsadu zimnego, który należy w okresie planistycznym /np. doby/ przewieźć ze składowiska głównego do piecowni zgniatacza. Brak tej informacji utrudni prawidłową organizację pracy transportu kolejowego, bowiem horyzont czasowy przewidywania /planowania/ w systemie koordynacji jest znacznie krótszy niż doba.

3.6. Sposób pracy układu produkcyjnego stalownia - walcownia jest w dużej mierze zależny od rytmiczności pracy stalowni. W przypadku stalowni konwertorowych zakłócenia na wejściu systemu produkcyjnego są małe i można je pominąć. Jeśli dostawcą gorących wlewków jest stalownia martenowska, to wejście układu produkcyjnego jest silnie niestacjonarne /nierytmiczne/. Piecownia zgniatacza jest obiektem, który dobrze tłumi wyższe częstotliwości zakłóceń w dostawach gorącego wsadu ze stalowni, nie może sobie jednak - przy obecnym sposobach sterowania - poradzić z zakłóceniami o średnich i niskich częstotliwościach /średnio i długookresowymi/.

W przypadku silnie niestacjonarnego wejścia /stalownia martenowska/ mało przydatne są metody teorii masowej obsługi: z jednej strony bardzo trudna jest ilościowa identyfikacja niestacjonarnego, wejściowego strumienia zdarzeń /spustów w stalowni/, z drugiej sam system produkcyjny - z powodu niestacjonarnego wejścia - funkcjonuje w warunkach dynamicznych, a teoria dynamicznych systemów obsługi masowej dopiero się rozwija.

IMŻ zidentyfikował ilościowo - metodami statystycznego opisu obiektów dynamicznych - funkcjonowanie dwóch systemów produkcyjnych stalownia martenowska - zgniatacz /H. Bobrek, H. Lenina/ przy obecnych sposobach sterowania. Schemat zastępczy takiego systemu produkcyjnego pokazano na rys. 2. Jest to obiekt z dwoma wejściami /spusty w stalowni, w kadziach na godzinę oraz ilość załadowanego wsadu zimnego we wlewkach na godzinę/ i jednym wyjściem, to znaczy postojami walcarki na dogrzewanie lub z braku wsadu /w minutach postoju na godzinę dysponowanego czasu pracy walcarki/. Wartości średnie wspomnianych sygnałów w przekroju przeciętnej doby produkcyjnej pokazano na rys. 3. Widać istotną niestacjonarność wartości średnich dla obu wejść /wytopy gorące, wsad zimny/ i wyjścia systemu produkcyjnego /postoje walcarki/. Zakłócenia ze strony stalowni martenowskiej wprawiają system w nieustanne oscylacje, a obecny sposób sterowania systemu oscylacje te podtrzymuje.

Przy identyfikacji dynamiki systemu produkcyjnego założono, że wejście z /t/ jest skorelowane z wejściem w /t/, to znaczy, że strumień wytopów ze stalowni w /t/, mając pierwszeństwo przed wsadem zimnym, wpływa na ilość z /t/ załadowanych do pieców wglębnych zimnych wlewków. Dodatkowo założono, że obiekt jest

liniowy i - zgodnie z wstępnymi wynikami opracowywania danych - że tor z $/t/$ - $p /t/$ jest stacjonarny /ma tylko niestacjonarne wartości średnie/ zaś tor w $/t/$ - $p /t/$ jest lokalnie /okresowo/ niestacjonarny /niestacjonarne wartości średnie i funkcje korelacji/. W przyszłości wskazana byłaby identyfikacja systemu produkcyjnego w klasie nieliniowych obiektów dynamicznych.

Odpowiedź impulsową $1/\Delta\tau/$ toru wsad zimny - postoje walcarki otrzymano jako rozwiązanie równania całkowego :

$$R_{zp}/\Delta\tau/ = \int_0^T 1/u \cdot R_{zz}/\Delta\tau - u/du \quad /3/$$

w którym T było założoną długością odpowiedzi impulsowej /18 godzin = 2,5 krotnemu czasowi nagrzewania wlewków zimnych/ Na rys. 4 przedstawiono uzyskaną w ten sposób odpowiedź impulsową $1/\Delta\tau/$ toru wsad zimny - postoje walcarki. Odpowiedź ta przedstawia ilościowo średni statystycznie wpływ załadowania, w chwili $\Delta\tau = 0$ jednego wlewka zimnego na powstałe później postoje walcarki. Z początkowego przebiegu wykresu widać, że w badanym systemie produkcyjnym /h.Bobrek/ wsad zimny niejednokrotnie hamuje załadunek i nagrzewanie wsadu gorącego.

Pęk odpowiedzi impulsowych $h_{\tau} / \Delta t/$ toru wsad gorący - postoje walcarki otrzymano przez rozwiązanie całkowego równania identyfikacji :

$$R_{wp}/\tau, \tau + \Delta t/ = \int_0^T h_{\tau} /u/ \cdot R_{ww}/\tau, \tau + \Delta t - u/ \cdot du + \int_0^T 1/u \cdot R_{wz}/\Delta t - u/ du \quad /4/$$

gdzie:

τ - godzina doby produkcyjnej

Odpowiedź impulsowa $h_{\tau} / \Delta t/$ obrazuje wpływ spustu i odlania dodatkowo jednej kadzi w godzinie τ na postoje walcarki w godzinach $\tau + \Delta t$. Przykładowe przebiegi czasowe odpowiedzi $h_{\tau} / \Delta t/$ przedstawiono na rys. 5. W pracach IMŻ stwierdzono, że w systemie produkcyjnym /h.Bobrek/ występuje okresowość o okresie $T=8$ godzin, różnym przeciętnemu czasowi trwania wytopu w piecu martenowskim, jak również czasowi trwania zmiany roboczej. Z rys. 5 widać, że w niektórych porach 8 - godzinnego cyklu T dodatkowy wytop ze stalowni powoduje zwiększenie czasu trwania postojów walcarki. Ma to miejsce w przypadku spiętrzeń spustów w stalowni, kiedy wszystkie wytopy docierają do walcowni ze znacznym dodatkowym opóźnieniem w stosunku do normalnych wariantów przekazywania wytopów. Do niedawna nie udawało się w takich sytuacjach uniknąć postoju na dogrzewanie wsadu /w h.Lenina mówi się wtedy o postojach z braku wsadu/. W wyniku wdrożonych przez IMŻ /rok 1968/ prac nad czasowo-optymalnym przekazywaniem i nagrzewaniem wytopów ze stali nieuspokojonej lub półuspokojonej można obecnie sforsować /rys.5/ przekazywanie i nagrzewanie jednego lub więcej wytopów i zapobiec w ten sposób postojowi walcarki.

Reasumując, obecny system sterowania jest w znacznym stopniu bezsilny wobec ciągłych zakłóceń ze strony stalowni martenowskiej.

Jedynym sposobem złagodzenia wpływu stalowni martenowskiej na pracę zgniatacza jest dynamiczny sposób sterowania przekazywaniem i nagrzewaniem "krytycznych" wytopów gorących oraz terminowy, kompensacyjny załadunek odpowiedniej ilości wsadu zimnego.

3.8. W obecnym dyspozytorskim systemie kierowania produkcją nie dokonuje się wys-tarczająco odległych prognoz zagrożenia postojem zgniatacza na dogrzewanie lub z braku wsadu, co ogranicza możliwości zapobiegania tym postojom.

Jeśli oznaczyć przez τ czas bieżący, to na podstawie wyników z punktu 3.7. można napisać :

$$p/\tau + \Delta t/ = \sum_{x=0}^{T_{\max}} a_{\tau + \Delta t - x} /X/ + W/\tau + \Delta t - x/ \cdot h_{\tau + \Delta t - x} /X/ + Z/\tau + \Delta t - x/ \cdot 1/X/ \quad /5/$$

gdzie:

$p/\tau + \Delta t/$ - prognoza postojów walcarki w chwili $/\tau + \Delta t/$

$W/\tau + \Delta t - x/$ - ilość wytopów spuszczonej w godzinie $/\tau + \Delta t - x/$, a przeznaczonych dla zgniatacza

$h_{\tau + \Delta t - x} /X/$ - opisana w punkcie 3.7. odpowiedź impulsowa toru stalownia - zgniatacz, zależna dodatkowo od udziału stali uspokojonej i formatów wlewków wytopów spuszczonej w godzinie $/\tau + \Delta t - x/$

$Z/\tau + \Delta t - x/$ - ilość wlewków zimnych załadowanych do pieców wglębnych w godzi, nie $/\tau + \Delta t - x/$

$1/X/$ - opisana w punkcie 3.7. odpowiedź impulsowa toru wsadu zimny - zgniatacz, zależna dodatkowo od formatu załadowanych wlewków.

Z równania /5/ widać, że obecnie - przy opieraniu sterowania dyspozytorskiego tylko na zaszcłościach w stalowni - zasięg prognozy postojów walcarki T_{\max} może być co najwyżej równy średniemu czasowi od spustu w stalowni do walcowania wytopu na zgniataczu.

Zasięg tej prognozy jest o 3 do 6 godzin krótszy od czasu nagrzewania wlewków zimnych i w związku z tym problem sterowania jest w obecnych warunkach źle sformułowany /postawiony/ matematycznie.

Podobne podejście zastosowano przy opracowywaniu systemu komputerowego dla NHKG /CSRS/ z negatywnymi skutkami. Oceniono tam w drodze modelowania efektywność sterowania załadunkiem wlewków zimnych na podstawie jednej z trzech emirycznych zasad :

- 1/ ładować wlewki zimne, jeśli to nie zahamuje wytopów gorących, które zostaną dostarczone w ciągu najbliższej godziny do piecowni zgniatacza,
- 2/ ładować wlewki zimne, jeśli to nie zahamuje któregośkolwiek z wytopów gorących znajdujących się w piecowni zgniatacza,
- 3/ ładować wlewki zimne, jeśli to nie zahamuje wytopów gorących, które zostaną dostarczone w ciągu najbliższych dwu godzin do pieców.

Przydatność powyższych zasad sterowania załadunkiem wlewków zimnych ustalono poprzez modelowanie tygodniowego okresu pracy zgniatacza. Dane o wsadzie gorącym, wzięte z konkretnego programu produkcyjnego, były jednakowe dla wszystkich wariantów modelowania.

Do realizacji w systemie komputerowym wybrano trzecią zasadę sterowania, która sprzyjała zwiększeniu o 1 do 2 % ilości załadowywanych do komór wlewków zimnych. Poprzednio w ręcznym systemie planowania i kierowania realizowano zasadę drugą. Mimo zwiększonej ilości wsadu zimnego przy realizacji trzeciej zasady sterowania postoje walcowni były o 40 minut /tydzień dłuższe 650 minut w stosunku do

610 minut/ niż przy stosowaniu drugiej zasady sterowania. Przy realizacji pierwszej zasady sterowania postoje walcarki wynosiły 660 minut/tydzień. Można więc zauważyć, że przy obecnym podejściu do problemów sterowania czas trwania postojów walcarki praktycznie nie zależy od konkretnych zasad sterowania załadunkiem zimnych wlewków.

Dla bardziej skutecznego sterowania zimnym wsadem potrzebne jest prognozowanie spustów w stalowni z wyprzedzeniem 3 do 6 godzin, równym różnicy między przeciętnym czasem nagrzewania zimnych wlewków, a średnim czasem od spustu wytopu do walcowania na zgniataczu. W przypadku stalowni konwertorowej nie jest to zadanie trudne. Z doświadczeń IMŻ dla stalowni martenowskich wynika, że prosta ekstrapolacja ostatnich /z przed 1 do 3 godzin/ wskaźników pracy stalowni daje duży błąd prognozy. Najprostrzą oceną $W/\tau + \Delta t/$ jest wartość $W/\tau + \Delta t - T_c /$, czyli to co się działo w stalowni przed około T_c godzinami /dla stalowni h.Bobrek $T_c = 8$ godzin/. Inny sposób prognozy przebiegu sygnału $W/\tau + \Delta t/$ polega na zinterpretowaniu historii $W/t/ /t \leq \tau/$ szeregiem Fouriera i na następnym wykorzystaniu otrzymanych współczynników szeregu do przewidywania sygnału $W/t/$ na Δt godzin naprzód.

Przyjmujemy, że kwestia prognozy spustów w stalowni jest do rozwiązania i przechodzimy do problemu sterowania w systemie koordynacji stalownia - walcownia. W gestii systemu koordynacji pozostawia się następujące sterowania :

$S_1^j(u) = 0$ do 1 - stopień forsowania /rys.5/ przekazywania i nagrzewania j-tego wytopu spuszczonego w stalowni w godzinie "u",

$Z/u/$ - ilość wsadu zimnego /wlewki na godzinę/ załadowanego do pieców w godzinie "u"

$S_2/u/ = B.Q_d. \left(\frac{Q_d}{Q_{dnom}} \right)^m$ - wpływ początkowego obciążenia cieplnego $B.Q_d$ i wartości opałowej Q_d gazu,

$S_3/u/$ - wpływ przeciętnej masy wsadu w komorze.

Na sterowania S_2, S_3 nałożone są ograniczenia

$$S_{jmin} \leq S_j/u/ \leq S_{jmax} \quad /6/$$

Na sterowanie ilością wsadu zimnego $Z/u/$ nałożone jest ograniczenie

$$0 \leq Z/u/ \leq A \cdot P/u/ \quad /7/$$

gdzie:

$P/u/$ - dysponowana w godzinie "u" ilość wolnych komór piecowych

Sterowania S_2, S_3 dotyczą wsadu zimnego i nie forsowanego wsadu gorącego załadowanych do pieców w godzinie "u". Sterowania te określają tylko początkowe, globalne decyzje związane z nagrzewaniem wlewków /późniejsze decyzje są podejmowane przez system sterowania piecownią zgniatacza/. Kształtowanie za pomocą sterowań S_1, S_2, S_3 odpowiedzi impulsowe $h_\tau / \Delta t/$ i $1/\Delta t/$ będą teraz funkcjami czasów "t" i "u" $/t \geq u/$:

$$h_1^j/t,u/ = h_\tau /t-u/ + A_\tau /t-u/ \cdot S_1^j/u/ \quad /8/$$

$$h_2/t,u/ = h_\tau /t-u/ + B_\tau /t-u/ \cdot S_{21}/u/ + C_\tau /t-u/ \cdot S_{31}/u/ + E_\tau /t-u/ \quad /9/$$

$$1/t, u/ = 1/t-u/ + F/t-u/. S_{22}/u/ + G/t-u/. S_{32}/u/ + K/t-u/ \quad /10/$$

Odpowiedź impulsowa $h_1^j/t, u/$ dotyczy wytopów ze stalowni zakwalifikowanych do forsownego przekazywania i nagrzewania, zaś $h_2/t, u/$ dotyczy pozostałych wytopów ze stalowni spuszczonej w godzinie U.

Założono przy tym, że kształtowane odpowiedzi impulsowe zależą od sterowań w sposób liniowy. W przyszłości trzeba zidentyfikować te zależności w klasie obiektów nieliniowych. Współczynniki F, G, K są tablicami o argumentach /t-u/, zaś współczynniki A, B, C, E zależą dodatkowo od godziny T doby.

Założono, że przed godziną "t" sterowano już odcinkiem produkcyjnym, w związku z czym wyrażenie dla oczekiwanych postojów walcarki brzmi :

$$\begin{aligned} Pocz/t+\Delta t/ = & \sum_{u=t+\Delta t-T}^{t-1} a_u/t+\Delta t-u/ + \sum_{u=t+\Delta t-Th}^{t-1} \sum_{j=1}^{W_1/u/} h_1^j/t+\Delta t, u/ + \\ & + \sum_{u=0}^{\Delta t-1} W/t+\Delta t-u/. h_j/u/ + \sum_{u=t+\Delta t-Th}^{t-1} W_2/u/. h_2/t+\Delta t, u/ + \\ & + \sum_{u=t+\Delta t-T_1}^{t-1} Z/u/. 1/t+\Delta t, u/ \end{aligned}$$

Wytopy $W/u/$ ze stalowni podzielono na dwa podzbiory :

$W_1/u/$ - wytopy zakwalifikowane do forsownego przekazywania i nagrzewania

$W_2/u/$ - pozostałe wytopy z własnej stalowni

Sterowania $z/t/, S_1^j/t/, S_2/t/, S_3/t/$ spowodują zmianę oczekiwanych w godzinie /t + Δ t/ postojów walcarki 0 :

$$\Delta p/t + \Delta t/ = W_2/t/. h_2/t/ \Delta t, t/ + \sum_{j \in W_1/t/} h_1^j/t/ \Delta t, t/ + z/t/. 1/t +$$

$$+ \Delta t, t/$$

/12/

Postojom walcarki w chwilach $t + \Delta t / \Delta t = 0$ do $T_{max}/$ przypisuje się wagę $L/ \Delta t/$. Waga ta jest malejącą funkcją wyprzedzania Δt , z którym zapobiega się postojom walcarki na dogrzewanie lub z braku wsadu. Zadanie sterowania polega na minimalizacji wyrażenia :

$$\text{Cel w chwili } t = \sum_{t=0}^{T_{max}} L/ \Delta t/. \{ [Pocz/t+. \Delta t/ + \Delta p/t+. \Delta t/] = \min \quad /13/$$

gdzie:

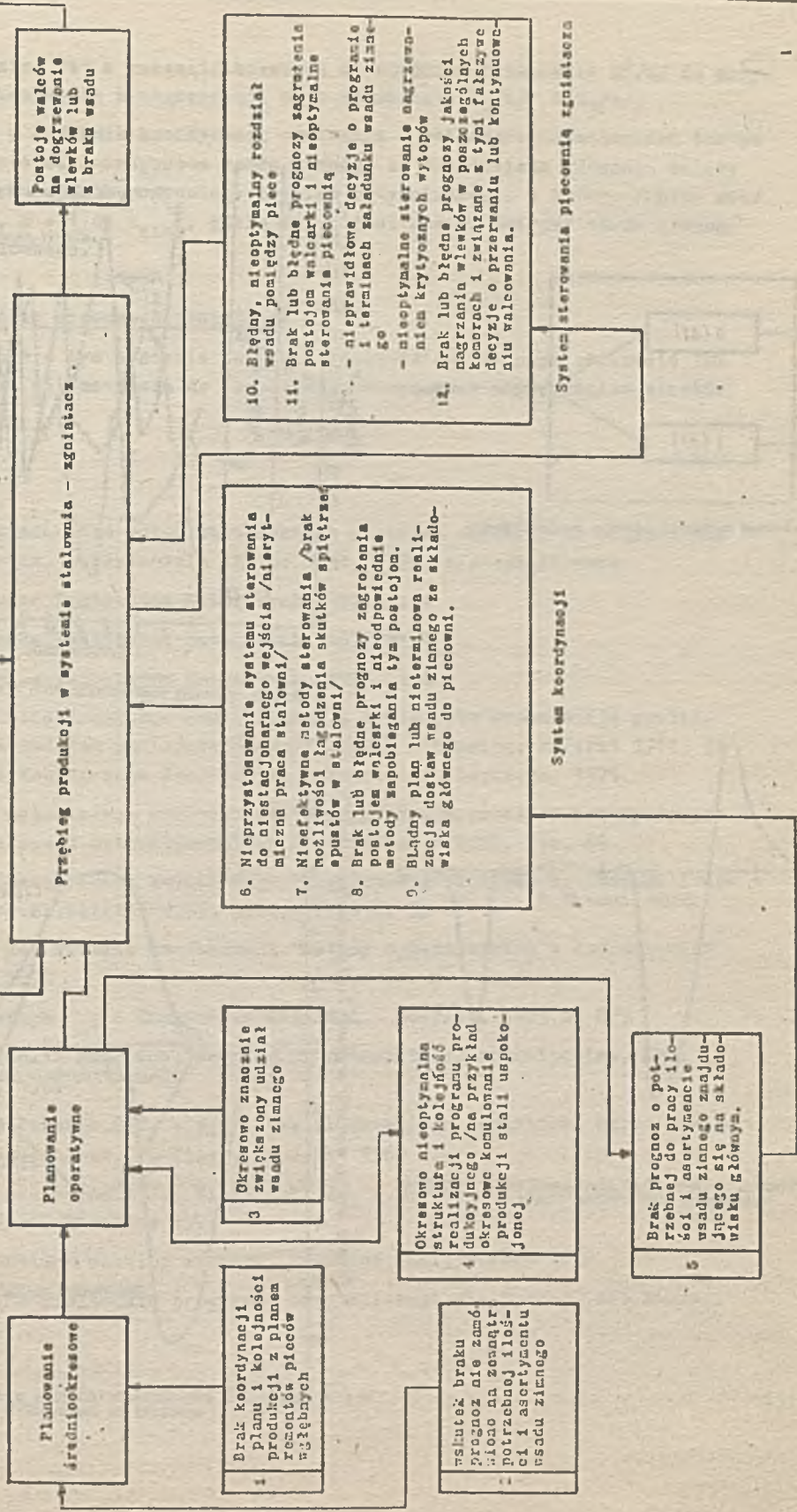
$$f/X/ = 0 \text{ dla } X \leq 0$$

$$f/X/ = 60 \text{ dla } X > 60$$

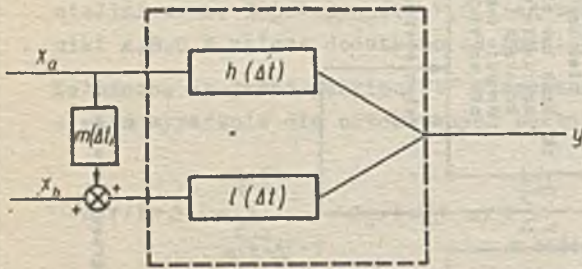
$$f/X/ = X \text{ dla } 0 < X < 60$$

Argumentami problemu optymalnego sterowania /zagadnienie programowania nieliniowego z prostymi ograniczeniami/ jest liczebność zbioru $W_1/t/$ wytopów spuszczonej

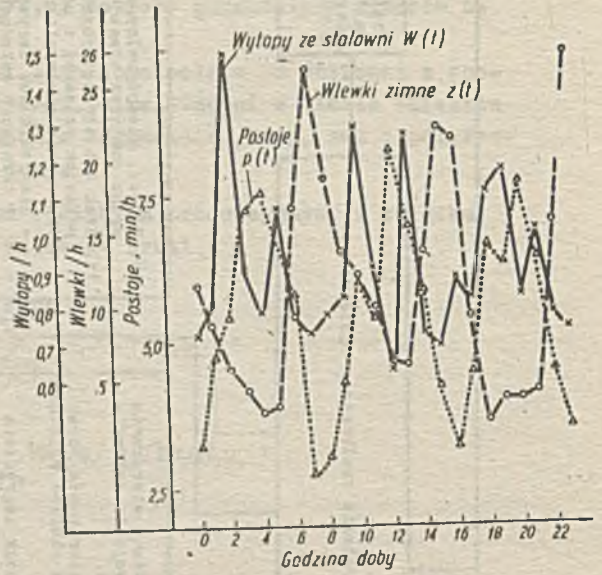
zakłócenia



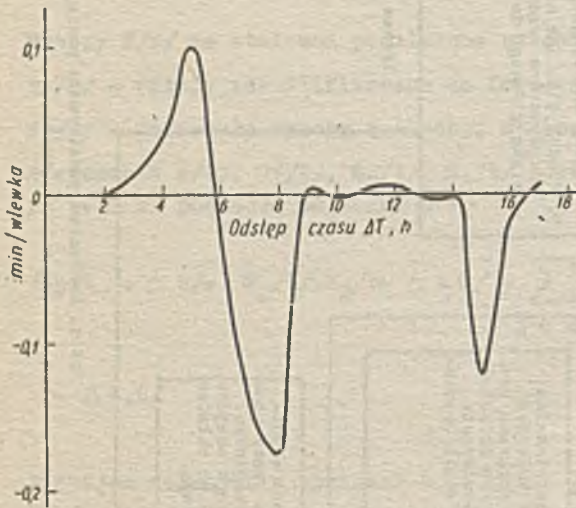
Rys.1. Mechanizm powstawania postojów zginałacza na dogrzewanie wadliwego żelaza lub z braku wadliwego żelaza.



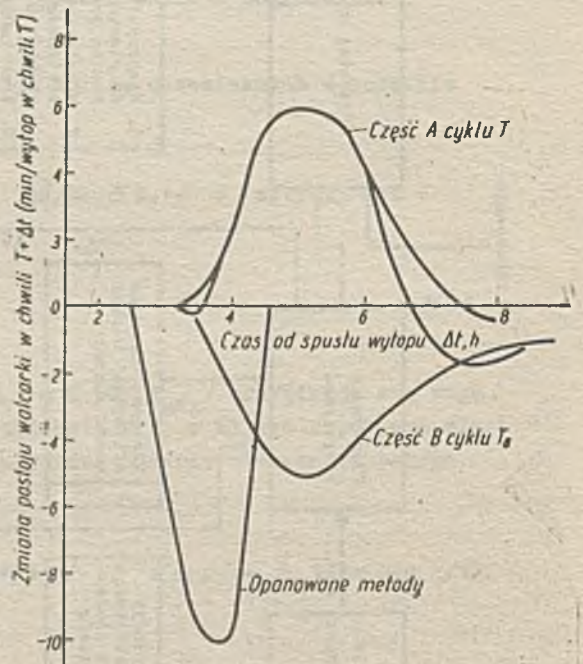
Rys. 2. Schemat zastępczy odcinka produkcyjnego



Rys. 3. Wartości średnie sygnałów w przekroju doby



Rys. 4. Odpowiedź impulsowa $l(\Delta t)$ toru wsad zimny - postój walcarki na dogrzewanie wsadu



Rys. 5. Odpowiedzi impulsowe $h_r(\Delta t)$ toru wytopy ze stalowni postój walcarki na dogrzewanie wsadu

w stalowni w godzinę "t", a zakwalifikowanych ze stopniem forsowania $S_1/t/$ do przyspieszonego przekazywania i nagrzewania oraz sterowania $S_2/t/$ i $S_3/t/$.

W celu ustalenia w systemie koordynacji stalownia - walcownia harmonogramu dostaw do piecowni zgniatacza transportów wsadu zimnego ze składowiska głównego należy rozwiązać w ten sam sposób pomocniczy problem optymalizacji, w którym $\Delta p/t + \Delta t/$ zależy od $Z/t+x/$, $X = 1$ do T_{zimn} , gdzie T_{zimn} jest czasem dostawy wsadu zimnego ze składowiska głównego.

4. System sterowania piecownią zgniatacza

Problemy sterowania w tym systemie zostaną przedstawione w innym referacie IMŻ omawiającym modele matematyczne do optymalnego sterowania nagrzewaniem wlewków i kęsisk płaskich.

Literatura

- [1] Korfel M. - Opracowanie metod zapobiegania postojom walcarki na dogrzewania lub z braku wsadu, sprawozdanie IMŻ nr 1034, 1973, nieopublikowane
- [2] Korfel M. - Prace Instytutów Hutniczych, 1971 nr 4
- [3] Korfel M. - Prace Instytutów Hutniczych, 1972 nr 4
- [4] Korfel M. - Prace Instytutów Hutniczych, 1973 nr 4
- [5] Korfel M., - Statisticzeskoje modelirovanije i algorytm supralenija proizawodstwiennym uczastkom stalerazliwocznyj prolet - bluming, referat I/19, IV Międzynarodowa Konferencja Automatyzacji Hutnictwa, Zaporozże, 1971
- [6] Korfel M. - w materiałach konferencji "Identyfikacja procesów przemysłowych dla ich kompleksowej automatyzacji/ SITH, Katowice 1972, str. 69
- [7] Korfel M. - w materiałach konferencji "Współczesne problemy automatyki i informatyki", Pol.Sl.Gliwice 1973, sekcja B. str. 35
- [8] Korfel M. - w materiałach konferencji "Metody cybernetyczne w zarządzaniu" PAN, Warszawa 1974
- [9] Korfel M., Wawrzyk P., - Gospodarka Paliwami i Energią, 1973 nr 8/9
- [10] Künzi H.P. i inni - Numerical methods of methematical optimization, Acd. Press, N.Jork, 1968
- [11] Fiacco A.V. MC Cormick G.P. - Nonlinear programming: sequential unconstrained minimization techniques, J. Wiley, N. Jork, 1968
- [12] Findelsen W., Szymanowski J., Wierzbicki A., - Metody obliczeniowe optymalizacji, Pol. Warsz. Warszawa 1973
- [13] Wilde D.J. - Optimum seeking methods, Prentice Hall, N.Jork 1964.
- [14] Szymanowski J. - Biblioteka programów optymalizacji statycznej, Pol.Warsz., Warszawa 1070.

A. FÉVOLGYI
L. SAJBBN

MATHEMATISCHES MODELL UND ANWENDUNG DER EDV BEI
DER REKONSTRUKTION EINER BREITBAND-FERTIGSTRASSE

Einleitung

Das dynamischste Entwicklungsgebiet der Walzwerktechnologie und-technik ist die Fertigstrecke der Breitbandstrasse. Das Ansteigen des Blechbedarfs und die Forderung an Qualität und Wirtschaftlichkeit bedingen nicht nur den Ausbau neuer Walzstrassen, sondern fordern mit zwingender Gewalt eine weitgehende Rationalisierung vorhandener Arbeitsweisen und eine Rekonstruktion, die häufiger und tiefgreifender sein muss, als jene vor einigen Jahrzehnten.

Die während 40 Jahren als endgültig ausgestaltet gedachten Arbeitsnormen und Aufbau von Fertigstrecken haben sich jedoch noch nicht endgültig geklärt. Es entstanden zahlreiche Erkenntnisse, die eine nützliche Hilfe bei der zweckmässigeren Abstimmung technologischer Bedingungen und technischer Lösungen leisten können.

Aufgabe unseres Projektierungsbüros war die Mitwirkung bei der Ausarbeitung einer wirtschaftlichen Rekonstruktion von vorhandener Fertigstrecke einer Fünffertigen Breitbandstrasse. Technologie und Konstruktion der Walzstrasse mussten in diesem Falle so abgestimmt werden, dass der möglichst grösste Teil der Walzstrasse erhalten bleiben kann, gleichzeitig aber die maximale Brammendicke im Interesse der Erhöhung des walzbaren Stückgewichtes, einer Verbesserung der Kapazität der Walzstrasse und deren Masshaltigkeit gross ist.

Ausgangspunkt der Projektierung war die Konzeption, dass von einer Routine-lösung in diesem Fall keine Rede sein kann. Die komplizierten und vielseitigen Forderungen können nur durch mathematische Analyse der zu errichtenden Stichplänen erfasst werden, wobei auch die elektronische Datenverarbeitung herangezogen wurde. Es wurden auch die international bewährten neuesten Erkenntnisse berücksichtigt.

Davon ausgegangen haben wir bei der Untersuchung unserer Zielsetzungen auch folgendes berücksichtigt :

- die maximale Brammendicke beträgt 45 mm,
- die beste Ausnützung der Walzstrasse ergibt sich bei gleichmässiger Ausnützung der Antriebsleistungen.

Das mathematische Modell

Allgemeines

Vor der Beschreibung der bei der Untersuchung der Walzstrasse angewandten

Methode scheint es zweckmässig zu klären, was man in diesem Fall unter mathematischer Modellierung versteht.

Das Modell ist eigentlich die Abbildung irgendeines komplizierten physikalischen Modells auf ein einfacheres System, dessen Gesetzmässigkeiten bekannt sind, wobei die vom Modell gelieferten Ergebnisse mit denen des originellen physikalischen Systems - aufgrund irgendeines Prinzips - verglichen werden können. Auf diese Weise kann man vom Verhalten des Modells auf die Funktion des originellen physikalischen Systems schliessen.

Genau wurde die Funktion der Walzstrasse durch eine Menge mathematischer und logischer Zusammenhänge beschrieben. Diese Vielzahl von Zusammenhängen nennt man mathematisches Modell der Walzstrasse.

Das Modell wurde so aufgebaut, dass das Verhalten einzelner Walzstrassenelemente /z.B. einzelner Gerüste/ extra voneinander beschrieben worden sind. Diese Beschreibungen sind mathematische Zusammenhänge, die sich aufgrund des Baustein-Prinzips beliebig in das System der Zusammenhänge der Walzstrasse aufnehmen lassen.

Durch Verarbeitung des mathematischen Modells mit Hilfe der EDVA wurde es möglich, dass sich alle wichtigsten Betriebskennzeichen beliebiger Walzstrassen untersuchen lassen.

Solche wichtigen Betriebsparameter sind :

- eingestellte Strecken einzelner Gerüste
- Antriebsleistung einzelner Gerüste
- Kräfteverhältnisse einzelner Gerüste
- Momente auf den einzelnen Gerüsten
- Drehzahlen
- Brammendicke, usw.

Bei beliebiger Veränderung der Anzahl der Gerüste können mit Hilfe des mathematischen Modells obige Parameter untersucht werden.

Mit Hilfe des Modells können die verschiedenen Betriebsfälle simuliert werden, ohne die Walzstrasse aufstellen zu müssen.

Es können z.B. die Auswirkungen anderer Antriebsmotoren untersucht werden.

Es ist möglich, die Belastung der Antriebsmotoren, oder die Brammendicke in Abhängigkeit der Endgeschwindigkeit zu prüfen. Man kann nachspielen, inwieweit sich die Leistungsfähigkeit der Walzstrasse in Abhängigkeit der Anzahl der Gerüste ändert.

Mathematische Zusammenhänge

Zur Aufstellung des mathematischen Modells wird in diesem Falle in erster Linie eine berlässliche Berechnung der Belastungen benötigt. Zur Bestimmung der Walzbedingungen einer kontinuierlichen Walzstrasse, wie Formgebungskraft /Walzdruck/, Moment und Antriebsleistung stehen sehr einfache, gut bewährte Methoden zur Verfügung. Die Grundlage der Berechnungen ist jedoch die Kenntnis des Formgebungswiderstandes, oder des zeitlichen Ablaufs der spezifischen Formgebungsarbeit.

Für die Berechnung dieser Parameter stehen heute noch keine allgemein bewährte, gute Resultate liefernde Formeln zur Verfügung, besonders solche nicht, deren Inhalt physikalisch korrekt sind.

Man musste sich daher mit empirischen Formeln befriedigen, oder auch experimentell aufgenommenen Kurven mit in die Berechnung einzubeziehen. Die richtig erwählten Parameter bringen mit guter Annäherung die Wirkung der unzählbaren Faktoren zum Ausdruck, wobei eine einfache Handhabung gesichert ist. Die Anwendung empirischer Parameter vermindert die Gefahr eines grösseren Irrtums, und dürfte für die hierbenötigten annähernden Versuche genügend genaue Resultate liefern.

Im ersten Augenblick scheint es einfacher und zweckentsprechender sein, von den durch Versuche aufgenommenen Kurven der spezifischen Formgebungsarbeit auszugehen. Um so mehr, da diese Methode weitgehend, hauptsächlich in den USA und in Japan verwendet ist, zum Beispiel als mathematisches Modell der Programsteuerung einer Fertigstrasse. Näher betrachtet musste man jedoch diese Lösung verwerfen. Der Nachteil der sichtlich einfachen Methode ist nämlich der, dass die Anzahl der Kurven für die Formgebungsarbeit mit der Zahl der Ausgangsdicken und der Stichpläne übereinstimmt. Bei einem in Japan verwendeten Modell beträgt zum Beispiel die spezifische Formgebungsarbeit bei 10-facher Streckung, einer Brammendicke von 23 mm und einem Endmass von 2,3 mm 30 kWh/Mp, bei 2 mm 35 kWh/Mp, und bei 1,2 mm 43 kWh/Mp.

Diese Erkenntnis lenkte unsere Aufmerksamkeit auf den Umstand, dass sich die Differenzen nur aus den Unterschieden der Druckverteilung ergeben können. In den Berechnungen müssen die Drücke /Höhenverminderungen/, ihre spezifischen Werte unbedingt berücksichtigt werden. Bei der japanischen Fertigstrasse sind alle Stichleistungen mit Ausnahme des ersten und letzten Gerüstes gleich.

Aufgrund dieser Erfahrungen wurde neben der Berechnung aus dem Formgebungswiderstand entschieden. Man kam zu dem Standpunkt, dass die Walzgeschwindigkeit, der Reibungsfaktor und die Wirkung des Walzendurchmessers vernachlässigt werden können. Besser gesagt sind diese Wirkungen in einer entsprechend gewählten Formel indirekt beinhaltet. Eine unmittebare Aufnahme der Temperatureinflüsse würde die Formel komplizieren, sie würde viel Ungewissheiten in der Berechnung verursachen. Aufgrund der allgemein angenommenen Ansichten und nach eigener Beurteilung muss die Formel des Formgebungswiderstandes die Wirkung der Stückdicke und das Mass der Formgebung zum Ausdruck bringen.

Aufgrund zahlreicher Untersuchungsergebnisse wurden die Messdaten von Fix für die Lösung der Aufgabe am zweckmässigsten gefunden /Stahl und Eisen, Jahr 1969, Seite 1220/. Durch Auswertung dieser Messdaten lassen sich für eine, wirksame Walzendurchmesser von 650 mm folgende Gleichungen ableiten :

$$\lg \lg k_1 = 0,187 - 0,0728 \lg h_1$$

$$\lg \lg k_1^1 = 0,228 - 0,315 \lg h_1 + 1,1 \lg /1 + \delta_1 /$$

Die beiden Formeln ergeben, dass über einer Stückdicke von etwa 10 mm die spezifische Formgebung keinen wesentlichen Einfluss auf den Formgebungswiderstand hat, wobei er bei kleineren Stückdicken weitgehend von ihr abhängt. /Von den beiden Formeln wird immer diejenige verwendet, welche grössere Werte liefert /.

Für den Stich i ist

k_1 = der Formgebungswiderstand, kp/mm²

h_1 = die Austritts-Stückdicke, mm.

$$\delta_1 = \frac{h_{1-1} - h_1}{n_1 - 1}, \text{ Ausmass der Formgebung}$$

Zur Berechnung des Walzdruckes F, des Momentes M und der Leistung P wurden die allgemein bekannten Formeln herangezogen :

$$F_1 = k_1 \cdot b \sqrt{R \cdot \Delta h_1} \cdot 10^{-3} \quad \text{Mp}$$

$$M_1 = 0,9 \cdot k_1 \cdot b \cdot R \cdot \Delta h_1 \cdot 10^{-6} \quad \text{Mpm}$$

$$P_1 = 1,025 M_1 \cdot n_1$$

wobei

b = Stückbreite, mm

R = Radius der Arbeitswalze, mm

Δh_1 = Höhenverminderung, mm

n_1 = Drehzahl der Arbeitswalze, 1/min

Die Berechnungen - verglichen mit den Messwerten der fraglichen Walzstrasse - ergaben Resultate entsprechender Sicherheit und Genauigkeit.

Das mathematische Modell

Grundlage des mathematischen Modells sind die obigen Zusammenhänge bzw. die Bedingung einer Ubereinstimmung der in den Walzgerüsten durchlaufenden Materialmengen. Folgende Nebenbedingungen wurden angegeben :

- die Fertigstrasse besteht aus 6 oder 7 Gerüsten
- die Brammendinge beträgt 20 bis 45 mm,
- die Drehzahlgrenzen und Antriebsleistungen der gegenwärtigen Walzgerüste müssen berücksichtigt werden,
- die maximale spezifische Höhenverminderung der letzten drei Gerüste ist 38, 28 bzw. 18 %.

Vom Fertigmass, bzw. vom letzten Walzgerüst ausgegangen wurden die Berechnungen auf die Fertigmasse von 2.1050 mm, 2,5 . 1300 mm und 3.1550 mm bei mehreren gewählten Engeschwindigkeiten durchgeführt.

Grundbedingung der Berechnung war, dass die Leistungen der einzelnen Stiche - sofern sie nicht in irgendeine Grenzbedingung stossen - Ubereinstimmen sollen. Die möglichen Antriebsleistungen wurden zwischen 2575 und 4320 kW angenommen.

Berechnungsvorgang /s . noch Anlage 1., Flussbild/

Die Berechnung wird wie folgt durchgeführt :

- beim Gerüst N wird jene maximale Dickenverminderung aufgenommen, die die technologischen Bedingungen noch zulassen,

- die auf diese Weise benötigte Walzendrehzahl ist zu bestimmen und zu überprüfen, ob sie in den angegebenen Bereich fällt,

Wenn das nicht der Fall ist, ist die Austrittsgeschwindigkeit solange zu verändern, bis man in den angegebenen Bereich kommt, in diesem Fall ist

- der Walzwiderstand und die benötigte k_1 / Antriebsleistung zu bestimmen und zu überprüfen, ob sie in den zugelassenen Bereich fällt. Wenn nicht, dann ist der Wert von h_1 zu vermindern und die Berechnung ist bei der Drehzahlbestimmung neu anzufangen. Dieser Vorgang ist solange zu wiederholen, bis man in den angegebenen Bereich kommt. In diesem Fall sind
- alle Parameter /Momente, Kräfte usw./ dieses Gerüstes zu bestimmen, anschliessend kann man auf die Berechnung des vorletzten Gerüstes übergehen, d.h. man hat
- eine annähernde Dickenverminderung aufgrund der zur Verfügung stehenden Antriebsleistung zu berechnen, dann ist ähnlich wie beim letzten Gerüst
- die Drehzahlberechnung und -kontrolle durchzuführen. Wenn die Drehzahl nicht in den angegebenen Bereich fällt, so ist die Austrittsgeschwindigkeit weiter zu verringern, und die Berechnungen sind von Anfang an /vom letzten Gerüst ausgegangen/ neu durchzuführen. Dieser Vorgang ist solange zu wiederholen, bis man eine geeignete Drehzahl bekommt. In diesem Fall ist die Leistungsausnutzung zu kontrollieren. Notfalls sind die Berechnungen immer wieder neu anzufangen, bis die Drehzahlbedingung unbedingt und die Leistungsausnutzung maximal erfüllt ist.
- In diesem Fall ist zu kontrollieren, ob die technologischen Bedingungen erfüllt sind. Wenn das nicht der Fall ist, sind auch hier Korrekturen und Berechnungen von Anfang an durchzuführen, bis auch diese Bedingungen erfüllt sind.
- Zunächst sind auch für das vorletzte Gerüst die benötigten Parameter zu bestimmen, und man kann auf das nächstvorliegende Gerüst übergehen.

Mit dieser Methode kommt man schliesslich zum ersten Gerüst.

Da überall die grösstmögliche Dickenverminderung gewählt worden ist, erhält man vor dem ersten Gerüst die maximale Brammendicke.

Wenn die Brammendicke ein vorgeschriebener Wert ist, ist die erhaltene Dicke mit diesem zu vergleichen. Wenn die beiden innerhalb des Toleranzbereiches nicht übereinstimmen, dann sind die Leistungsausnutzungen der Antriebsmotoren in gleichem Masse zu verringern /es wird kleinere Inanspruchnahme zugelassen/, und die Berechnungen sind neu zu beginnen.

Anschliessen schreibt die Rechenanlage die Ergebnisse aus, und stellt sich ab, wenn keine andere Rechnungsaufgaben vorliegen.

Die Abbildung 2. zeigt ein durch die EDV-Anlage gelieferte Lösung eines Rechenbeispiels. Das Beispiel bezieht sich auf eine Fertigstrecke mit 7 Gerüsten, eine Endgeschwindigkeit von 15 m/sec und eine mögliche Antriebsleistung von 2940 kW, bei der Walzung eines Endmasses von 2.1050 mm. Nach etwa 200 Stlichplan-Berechnungen wurde das Endresultat in Abhängigkeit der maximalen Brammendicke der Fertigstrasse in Bild 3. zusammengefasst.

Die Berechnungen wurden im Rechenzentrum des Projektierungsbüros des Ministeriums für Maschinenbau und Hüttenwesen /KGMFTI/ durchgeführt.

Als Resultat der Berechnungen entfalteten sich die Umrisse der einfachsten Rekonstruktion für die Fertigstrasse mit 5 Gerüsten. Dementsprechend kann bei einem Ausbau auf 7 Gerüste eine Brammendinge von 35 mm gegenüber der gegenwärtigen 22 mm verwendet werden. Dadurch wird die Kapazität der Umkehr-Vorstreckstrasse - und damit jene der ganzen Walzstrasse - um 25 bis 40 % erhöht, die Massgenauigkeit verbessert, und die beim Einlauf in die Fertigstrasse entstehenden Temperaturdifferenzen wesentlich vermindert. Für das Erreichen einer Walzgeschwindigkeit von max. 15/sec werden lediglich

- die Einstellung zwei neuer Walzgerüste und Antriebe,
- die Veränderung der Übersetzung von einem Getriebe,
- die Umstellung von einem Walzgerüst, einem Schleudergerst zweier Motoren benötigt. Gleichzeitig brauchen keine der vorhandenen Maschinen- und Motorfundamente umgebaut werden.

Sonstige Berechnungen, weitere Möglichkeiten

Die zu den Stichplänen Temperaturen und Massabweichungen wurden nachtraglich berechnet. Diese mit den Möglichkeiten der beschleunigten /speed-up/ Walzung und deren Wirkung verglichen ergab sich ein verhältnismässig objektiver Vergleich für die Auswertung der Rekonstruktionsvariationen der einzelnen Stichpläne. Nach dem Erfolg der beschriebenen Versuche wird die Ausarbeitung zusammenhängender Berechnungsmethoden möglich, in welchen nicht im Voraus erwähnte Endgeschwindigkeit und nachträgliche technologische Auswertung erfolgt, sondern bestimmte Endtemperaturen und Massabweichungen die Zielfunktion der Optimalisierungsprogramme ist.

Die Kühlung des vorderen und rückwärtigen Endes eines gewalzten Stranges vor dem Einlauf und während der Walzung kann mit der Gleichung

$$\vartheta_1 = \vartheta_0 \exp - / C, h_0, v_0, \lambda_1 /$$

errechnet werden, wobei

ϑ_0 = die Stücktemperatur vor der Fertigstrasse, C°

C = physikalische Konstanten

h_0, v_0 = die in die Fertigstrasse einlaufende Dicke und Geschwindigkeit

λ_1 = die Dehnung im untersuchten Augenblick

bedeuten.

Resultate zahlreicher Messungen beweisen, dass eine Temperaturdifferenz von 100°C zwischen den beiden Enden im Formgebungswiderstand - entlang der ganzen Walzstrasse - mit guter Annäherung 30 % Belastungserhöhung verursacht. Aus der Berechnung der Temperaturverhältnisse kann daher auf die Belastungsabweichungen geschlossen werden.

Aus dieser Konzeption ausgegangen kann es erreicht werden, dass die theoretisch errechnete Massabweichung - ohne Walzenverstellung - in der gesamten Länge des Stranges ein bestimmtes Toleranzfeld nicht überschreitet. /Gleichzeitig soll die Temperatur des austretenden Stranges in seiner gesamten Länge in den vorgeschriebenen Bereich fallen./ Wenn Walzdrücke mit der früher beschriebenen Methode berechnet werden, so kann mit Hilfe des Zusammenhanges

$$h_1 = s_1 + e + \frac{F_1}{f}$$

die Walzspalte errechnet werden. Für das Gerüst i bedeuten

h_1 = die geplante Austrittsdicke, mm

s_1 = den einzustellenden Walzspalt, mm

e = die von der Belastung unabhängige Gerüstdeformation, mm

f = die Steifigkeit des Walzgerüstest, Mp/mm

In Richtung des Stranges vermindert sich die Stücktemperatur, und der Walzdruck F_1 nimmt zu. Mit der selben eingestellten Walzspalte s_1 wird also in Richtung des Stranges die Stückdicke h_1 immer grösser. Für die Berechnung der Stückdicke kann obige Formel, ferner der Zusammenhang

$$i = \frac{i-1}{1 + \frac{F}{f}}$$

verwendet werden, wobei

Δ_{i-1}, Δ_i = die Massabweichung im ein- bzw. auslaufendem Strang, mm

$\psi_1 = \frac{F_1}{\Delta h_1}$, Materialkonstante, für eine Druckverminderung von 1 mm benötigter Walzdruck, Mp/mm

Für das Fertiggerüst kann das mathematische Modell des optimalen Stichplanes und der Walzgeschwindigkeit in Abhängigkeit der optimalen Walzendtemperatur und des zugelassenen Toleranzfeldes aufgestellt werden, welches genauere und vollständigere Resultate liefern. Die Aufstellung dieses Modells kann jedoch wegen der komplizierten, gegenseitigen Zusammenhänge der Geschwindigkeiten, Leistungen, Abmessungen, Temperaturen und Massabweichungen nur stufenweise erfolgen, wobei man sich ständig über die Richtigkeit der Verknüpfung einzelner logischen Zusammenhänge zu vergewissern braucht.

Das Resultat der Berechnung wird voraussichtlich genügend genau zur Bestimmung der Merkmale der Fertigstrecke nach der Rekonstruktion sein. Nach der Durchführung der Rekonstruktion kann die Methode eine Grundlage für das System der adaptiven Programmsteuerung bilden, wobei die EDV-Anlage die berechneten Werte kontrolliert und dementsprechend die eingestellten Kenn-daten korrigiert. Die Methode beantwortet jedoch bereits während der Berechnung solche - modisch gewordene, jedoch nicht eindeutig geklärte - Fragen, wie z.B. die Notwendigkeit und Effektivität der Anwendung von Walzgerüsten mit grosser Steifheit, und der Erhöhung der wirksamen Walzdruckmesser und übertragbaren Momente.

Das Resultat der bisherigen Berechnungen und Analysen ist auf jedem Fall dass die Erweiterung der Walzstrasse von 6 auf 7 Gerüste deshalb zweckmässig ist, da die vorhandene Walzstrasse kaum berührt werden muss. Ein Walzendurchmesser von 750 mm wird bloss für das erste Gerüst, und die Anschaffung eines Gerüstes mit grosser Steifheit wird nur beim letzten benötigt.

Die Verteilung der Walzarbeit auf mehrere Gerüste und die gleichmässige Ausnützung der Antriebsleitungen ermöglicht eine wesentlich einfachere Rekonstruktion, als die bisher bekannten Vorstellungen - ohne eine Verminderung der Erfolge.

Abbildung 2

Daten:

N = 7 VMRG = 14.99 M/8
 B = 1050. MM M = 0,949P = 1.049

Aufgabe Nr.

HN = 1.99 mm
 J = 0.939

Drehzahlgrenzen, Umdrehung/min

	1	2	3	4	5	6	7
Untere:	34.	55.	79.	109.	109.	0.	0.
Obere:	75.	122.	175.	259.	259.	500.	500.

Walzenradien, mm

	325	325.	325.	325.	325.	325.	325.
--	-----	------	------	------	------	------	------

Leistungen kW

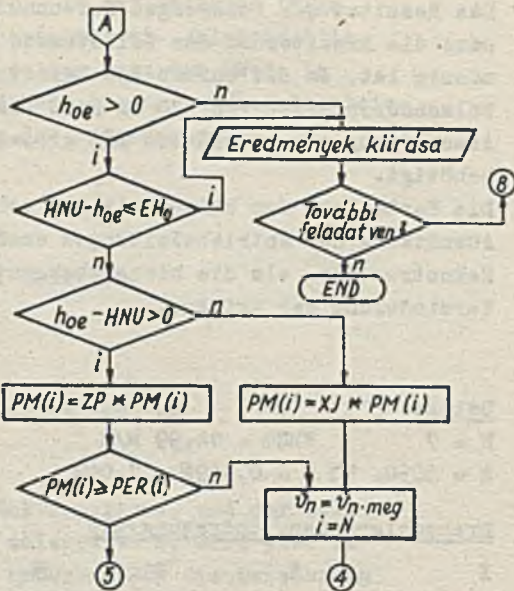
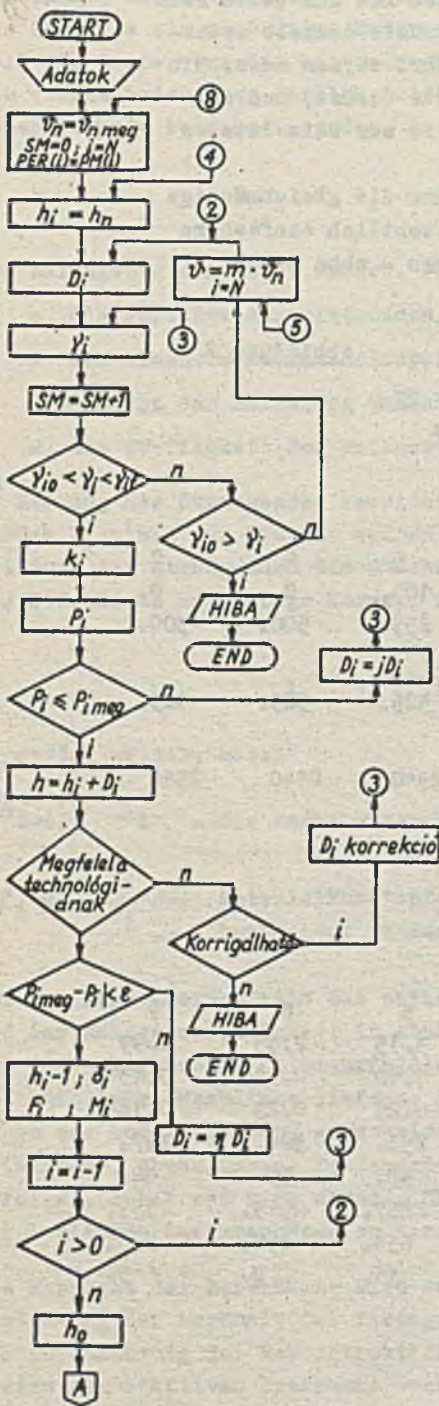
	2940	2940	2940	2940	2940	2940	2940
C = 4.00 KCAL/M 2, H, FOK 4							
L = 5,79 M							
G = 12000. KG							
TKI = 800. CPOK							
EPS = 100. KW /Leistungstoleranz/							

Resultate :

HO	VN = 13.53						
I	1	2	3	4	5	6	7
HIMM	= 14.47	9.19	6.09	4.26	3.15	2.43	1.99
DIMM	= 9.17	5.27	3.10	1.83	1.10	0.71	0.43
DELTA	= 0.38	0.36	0.33	0.30	0.25	0.25	0.18
FORDS	= 54.	86.	130.	186.	252.	326.	397.
KI	= 18.	20.	22.	26.	32.	39.	42.
PIKW	= 2936.	2932.	2851.	2894.	2887.	2929.	2359.
FIT	= 1058.	885.	743.	687.	654.	636.	536.
MITM	= 52.	32.	21.	15.	11.	8.	5.

Grenzen: 17 16 15 14 13

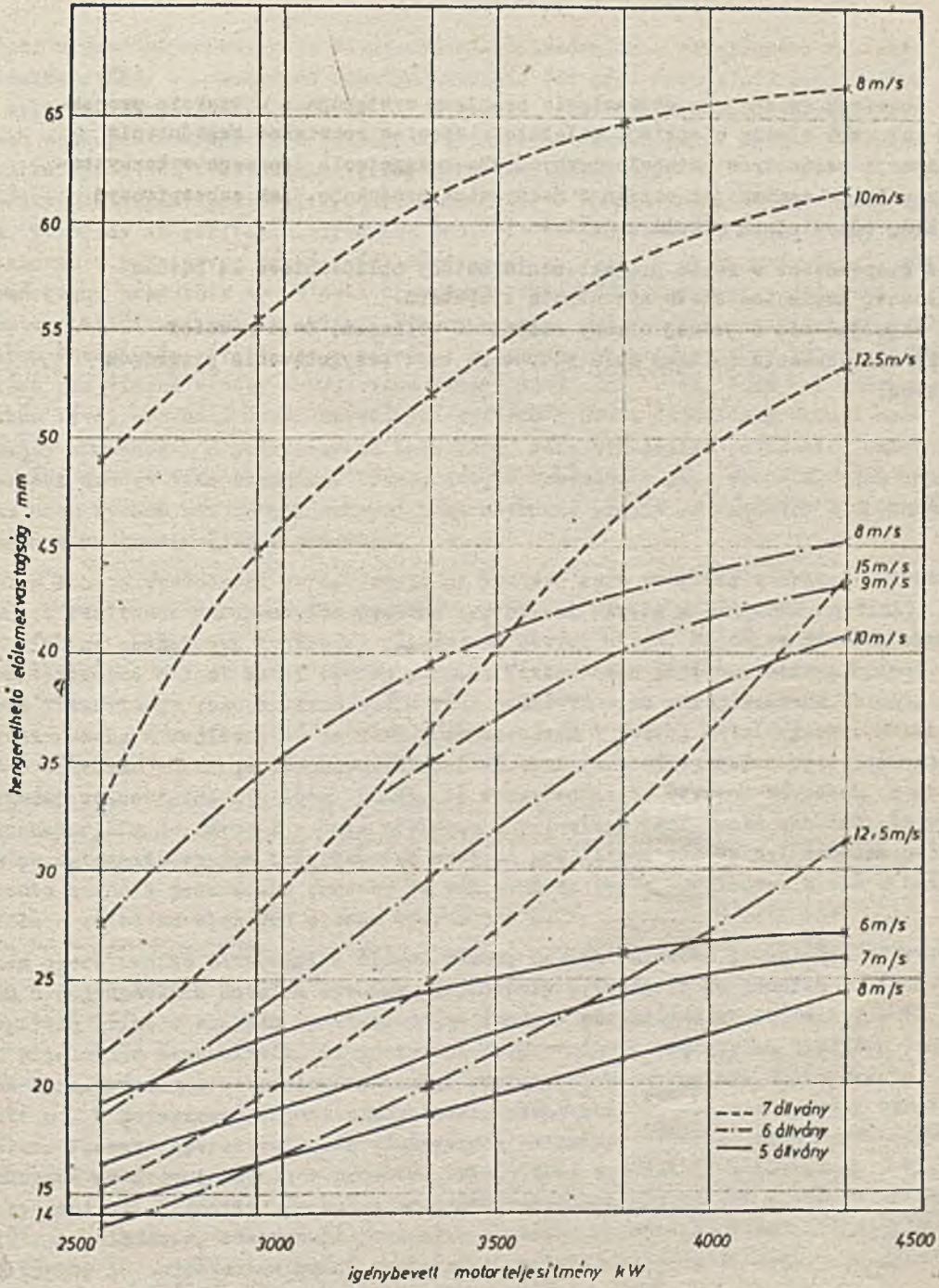
Anzahl der Iterationsschritte: 76.



JELÖLÉSEK

- v_n kilepő sebesség (n-edik allványál)
- $v_{n \cdot meg}$ megengedett kilepő sebesség
- $PM(i)$ megengedett motorteljesítmény (i-edik allványnál)
- h_j lemezvastág az i-edik allvány után
- h_n kilepő lemezvastág
- D_i vastagságsökkenés az i-edik allványnál
- γ_i az i-edik henger fordulatszama
- γ_{i0} az i-edik henger minimális fordulatszama
- γ_{if} az i-edik henger maximális fordulatszama
- k_i hengerlési ellendítés
- SM munkaváltozók
- i munkaváltozók
- N munkaváltozók
- m munkaváltozók
- ϵ munkaváltozók
- ZP munkaváltozók
- XJ munkaváltozók
- $PER(i) \dots$ stb. munkaváltozók
- h_{oe} előírt előlemezvastagság
- δ_i nyújtás
- F_i hengerlési erő
- P_i hengerlési teljesítmény
- M_i hengerlési nyomaték

A 2.1050 mm-es végszelvény hengerléséhez használható előlemezvastagság a végsebesség és az igénybevevett motor teljesítmények függvényében



ZASTOSOWANIE KOMPUTERA DO MODELOWANIA PRACY
URZADZEŃ W CIAGU WALCOWANIA BLACH

Streszczenie

Autorzy omawiają wymagające objaśnienia problemy występujące w trakcie projektowania walcowni blachy cienkiej. Należało mianowicie rozwiązać zagadnienia optymalizacji parametrów technologicznych dla osiągnięcia lepszego wykorzystania walcowni, to znaczy jak osiągnąć maksymalną produkcję, jak zabezpieczyć najbardziej odpowiednią jakość materiału.

Ponieważ dysponowane w fazie projektowania metody obliczeniowe są bardzo pracochłonne, konieczne stało się użycie komputera.

Referat zajmując się z jednej strony rodzajami obliczeń, daje również wskazówki zastosowania do tego celu komputera oraz przygotowania programów maszynowych.

J. Baxa

ZKUŠENOSTI S VYUŽIVANÍM POČÍTAČŮ V OPERATIVNÍM ŘÍZENÍ VÝROBY VÁLCOVEN ZA TEPLA PODNIKU VÍTKOVICE

Využití výpočetní techniky ve Vítkovicích - železárnách a strojárnách Klementa Gottwalda /VŽKG/ v Ostravě má bohatou tradici. Již před druhou světovou válkou zde byly instalovány prve děrnoštitkové stroje, jejichž park byl v poválečných letech postupně rozšiřován a později i doplňován o dokonalejší děrnoštitkovou techniku /počítače francouzské výroby GAMMA ET, GAMMA 10/.

Podmínky pro širší uplatnění výpočetní techniky v operativním řízení výroby byly však vytvořeny až pořízením středního počítače 3. generace ICL 4-50, který byl instalován v podnikovém výpočetním středisku v r. 1968. I když využití počítače je směřováno především do oblastí hromadného zpracování dat, uplatnili jsme i některé dílčí aplikace z oblasti řízení výroby, zejména ve válcovnách za tepla. V našem dosavadním vývoji šlo v zásadě o budování automatizovaných informačních systémů pro řízení výroby s vysloveně fragmentovým přístupem, čímž byl charakterizován vývoj převážně částí zaváděných systémů v ČSSR. Odpovídaly tomu i naše tehdejší zkušenosti s počítačovou technikou, možnosti jejího pořízení a samotná generační úroveň této techniky. Přesto nabyté zkušenosti jsou pro nás velmi cenné a bez nich bychom asi nebyli schopni bezprostředně přejít na výstavbu komplexnějších systémů s progresivnějšími přístupy.

Smyslem tohoto vystoupení je upozornit na některé naše problémy z oblasti vlastního řešení i realizace informačních systémů pro řízení výroby a případně nastínit, jak jsou získané zkušenosti využívány při řešení nových úloh. Nejdříve si však stručně charakterizujeme oblast hutní výroby podniku Vítkovice a její operativní řízení. Výroba Vítkovic je perspektivně stále více zaměřována na strojírenskou oblast. Rozvoji našeho strojírenství je však přizpůsobován i rozvoj hutní výroby. Hutní oblast Vítkovic zahrnuje všechny základní výrobní fáze od vysokých pecí počínaje a hotovými válcovacími stolicemi konče. Je soustředěna ve čtyřech závodech, z nichž nejvýznamnějším je závod 2 - Nová ocelárna a válcovny. Není proto náhodou, že vývoj prvních automatizovaných informačních systémů pro řízení výroby byl zaměřen právě na tento závod a jeho nosné provozy ve válcovně za tepla - válcovnu bloků a těžkých profilů a válcovnu tlustých plechů kvarto 3,5 m.

Systém operativního plánování a řízení výroby našich válcoven je založen na výrobním plánu a objednávkách hutních výrobků. Objednávky přicházejí do podniku od jednotlivých odběratelů přímo v souladu se stanovenými fondy v předkládacích lhůtách 7 - 12 týdnů před příslušným čtvrtletím. Po prověření z výrobního a prodejního hlediska jsou ručně zpracovávány a rozmnožovány pomocí reprografické techniky. Jejich kopie pak slouží mj. k potvrzení přijetí zákazníkem, plánování, řízení a sledování výroby na zakázku. Vlastní operativní plánování výroby zajišťují výrobně-dispečerská oddělení, vybudovaná na úrovni závodu a provozů. Tyto útvary v podstatě v souladu s úkoly plánu výroby naplňují kapacity výrobních agregátů zakázkami převzatými z útvaru prodej, zajišťují polotovary, odstraňují poruchy a překážky ve výrobě. Vlastní sledování průběhu výroby je zajišťováno ručně vyplněnými doklady na jednotlivých pracovištích ve všech výrobních fázích až po expedici výrobků.

Z celkového systému operativního plánování a řízení výroby jsme se při automatizaci pomocí počítače ICL 4-50 v obou zmíněných válcovnách zaměřili na následující řídicí činnosti:

- zakázkové řízení
- vedení zásobníku práce
- sledování výrobních výsledků válcovacích tratí a předávky do expedice
- sledování zásob polotovarů a volných zásob výrobků
- sledování expediční činnosti a rozpracovanosti zakázek apod.

Dali jsme si za cíl zlepšit přehled o přijatých zakázkách a jejich změnách, o zásobě práce válcovacích tratí z potřebných hledisek, o výsledcích hlavních výrobních fází /válcování, předávky, expedice/, o některých změnách a ztrátách ve výrobě /přeřazení, zmetky, odpad, ztrátové časy apod./ o operativních stavech na zásobách polotovarů a volných zásobách výrobků a konečně zlepšit přehled o operativním stavu plnění jednotlivých zakázek.

Kapacitní možnosti počítače ICL 4-50 nám však v plném rozsahu neumožnily realizovat záměry ve válcovně tlustých plechu kvarto 3,5 m.

Některé dosavadní zkušenosti lze demonstrovat na základních fázích systémového projek-

Vstupní údaje

Řešení vstupních údajů vychází v podstatě - až na malé výjimky - z původního systému ručně vyplňovaných dokladů.

V nových dokladech byla vypuštěna řada pracně vyplňovaných údajů, které počítač může buď konstruovat /např. číslo výrobku/, nebo odvozovat z paměťových souborů. Při konstrukci dokladů bylo snahou uživatele podchytit na dokladech veškeré varianty složitějšího výrobního procesu s maximální přesností. Podařilo se však přijmout zásadu zaměřit se vysloveně na hlavní tok materiálu a občas se vyskytující případy řešit různými náhradními formami /např. rozpisem, dosazováním fiktivních hodnot apod./. Zvláště nepříjemně působil konzervatismus pracovníku na dílnách.

Výstupní údaje

Výstupní údaje vznikají ve formě sestav, zhotovovaných pomocí tiskárny počítače. Vyjasňování požadavků na zpracování lze charakterizovat v celém období příprav i realizace jako jednu z nejnáročnějších fází, v níž má bezesporu hlavní slovo uživatel. Zde je nutno upozornit na některé problémy jako např.:

- navyk uživatele na sestavy z klasického děrnoštitkového zpracování a z toho důvodu prosazování požadavků na různé listované opisy /nedůvěra ke kontrolním možnostem a přednostem počítače/,
- nedostatek znalosti uživatele z oblasti výpočtní techniky,
- časté kádrové změny ve vedení uživatelských útvarů, kdy nový vedoucí zpravidla požaduje revizi požadavků starého vedoucího,
- tendence uživatele stále rozšiřovat své požadavky,
- nestabilita výrobních i organizačních podmínek apod.

Sběr a přenos informací

Převážná část vstupních médií pro počítač je pořizována děrováním děrné pásky pomocí organizačních automatů čsl. výroby Consul 253 /261/ ve středisku sběru informací uživatelského závodu. Přenos děrné pásky do výpočetního střediska a výsledků zpracování /sestav/ zpět k uživateli se uskutečňuje pomocí osobní donášky. I přes nízkou technickou úroveň sběru a přenosu informací bylo docíleno významného pokroku zejména v následujících směrech:

- odpovědnost za pořizování vstupního média byla přesunuta plně na uživatele, takže event. příčiny rozporností ve výsledcích zpracování jsou jednoznačně identifikovatelné,

- uživatelem byla dokonale zvládnuta technika pořizování děrné pásky i provádění oprav chyb na základě protokolů o chybách, vyhotovovaných počítačem, v čemž je spatřován základní předpoklad pro budoucí technicky dokonalejší systém sběru informací přímo na jednotlivých pracovištích,
- programovaný systém kontrol počítače zvýšil tlak na kvalitu práce pracovníků pořizujících vstupní data apod.

Vlastní zpracování pomocí počítače

Jak již vyplynulo ze sběru a přenosu informací, jde o off-line systém práce počítače. V celém zpracování na počítači bylo nutno vybudovat řadu kontrol, zajišťujících věcnou i formální správnost vstupních dat, jejich úplnost, dodržení logických časových návazností pro zpracování souborů správná generace apod. Otázce propustnosti dat a kontrolnímu systému v agendách operativního řízení výroby - jak se projevilo - je nutno věnovat mimořádnou pozornost a zdá se, že tato oblast patří k nejobtížnějším. V našem systému denně počítač zamítá chybná data, o něž jsou kráceny výrobní výsledky příslušného dne. Opravy se pak přidávají do příštího dne. Jelikož výše chybné výroby projevuje konstantní tendenci, zvolena metodika vyhovuje.

Systém zpracování operativní agendy klade dále značné nároky na vlastní práci počítače, který - jak již bylo naznačeno v úvodu - je zaměřen zejména na agendy hromadného zpracování dat. Při takovémto zaměření práce počítače vzniká pak napjatá situace hlavně v závěrkovém období, případně při poruchových stavech. Typickým rysem zpracování z oblasti operativního řízení je značný počet programů s velmi krátkou dobou zpracování. To vyplývá ze samotné podstaty systému, v němž je zpracování rozmělněno do denních /event. směnových/ dávek. Uvedená skutečnost značně omezuje možnost uplatnit v denních chodech multiprogramování.

Zkušenosti získané při projekci i realizaci dosavadních automatizovaných informačních systémů pro řízení výroby našich válcoven v současné době plně uplatňujeme při budování automatizovaného řídicího systému válcovny tlustých plechů kvarto 3,5 m. Jádrem komplexního řídicího systému budou dva počítače - Siemens 305 pro technologické řízení výroby a ZPA 601 čsl. výroby pro operativní plánování a řízení výroby. Řídicí systém válcovny kvarto 3,5 m pochopitelně umožní i zrušení stávajícího zpracování pomocí počítače ICL 4-50 pro tuto válcovnu, o němž bylo hovořeno. Příprava systému je zajišťována v rámci státního výzkumného úkolu. Pokud jde o operativní řízení výroby, je již značná část úkolu naprogramována a připravena k realizaci. Veškeré algoritmy však řešíme vlastními silami v podniku a s ohledem na malou teoretickou propracovanost matematických modelů např. v oblasti rozvrhování výroby, propočtu vsázky apod. mají veškeré naše použité metody heuristický charakter. V této oblasti, zatím na konsultační úrovni, spolupracujeme i s polskými hutníky v rámci mezikrajové spolupráce mezi Severomoravským krajem a Vojvodstvím Katowice. Domníváme se, že právě na tomto poli můžeme konkrétně rozvinout naši další vzájemnou spolupráci.

Zkušenosti z realizovaných i připravovaných systémů byly rovněž promítnuty do celkové koncepce rozvoje výpočetní techniky podniku, na jejímž základě je nyní u nás propracován automatizovaný informační systém pro řízení celého podniku.

V podstatě je možno na závěr provést následující zobecnění některých našich zkušeností z realizovaných systémů.

I v systému off-line lze účinně přispět ke zkvalitnění úrovně plánování a řízení výroby, i když v něm dochází k zákonitému opožďování informací, nezbytných zejména pro operativní řízení provozních řídicích složek. Nelze však zřejmě tuto vývojovou etapu ani v našich podmínkách vynechat, chceme-li vytvořit některé nezbytné předpoklady pro pozdější řízení výroby v reálném čase.

Cílových záměru u integrovaných a složitých úloh nelze dosáhnout najednou, ale v postupných krocích. Po realizaci není reálné očekávat úspory pracovních sil. Ušetřený čas zpracováním výsledků počítačem je plně spotřebováván kontrolou vstupních dat, opravou chyb, údržbou systému a konečně i zvýšenými nároky při zajišťování vstupních médií pro počítač. Za významný přínos je považováno prohloubení všech dosud zhodnocovaných údajů o výrobě tím, že dochází ke zvýšení objektivity při rozbořech denní výroby, což se promítá do operativního rozhodování.

V neposlední řadě jsme toho názoru, že je nutno v daleko větší míře spojit síly našich i mezinárodních odborných institucí a např. v rámci Rady vzájemné hospodářské pomoci i na tomto poli rozvinout všechny formy konkrétní spolupráce jak v oblasti teorie, tak i podnikové praxe.

S. Gárdonyi
L. Edelenyi

COMPUTER MANUFACTURING CONTROL PROCESS OF HIGH-ALLOY
STEEL PROFIL ROLLING MILLS

Recently, there is an ever increasing need in the steel making industry as well as in other field of industries for systems which take place between autonomous /analogous or digital/ process control and management information, production control systems and which perform coordinatng, executing and supervising functions.

These systems - called hereafter plant control systems - perform partly process control functions featuring supervision and data collection possibilities, partly assist the production control by controlling operative the execution and by providing feed-back. In this paper, a computer plant control system project is described, developed for the middle block of a highalloy steel rolling mill. Schematic representation of the manufacturing process is illustrated in Fig. 1.

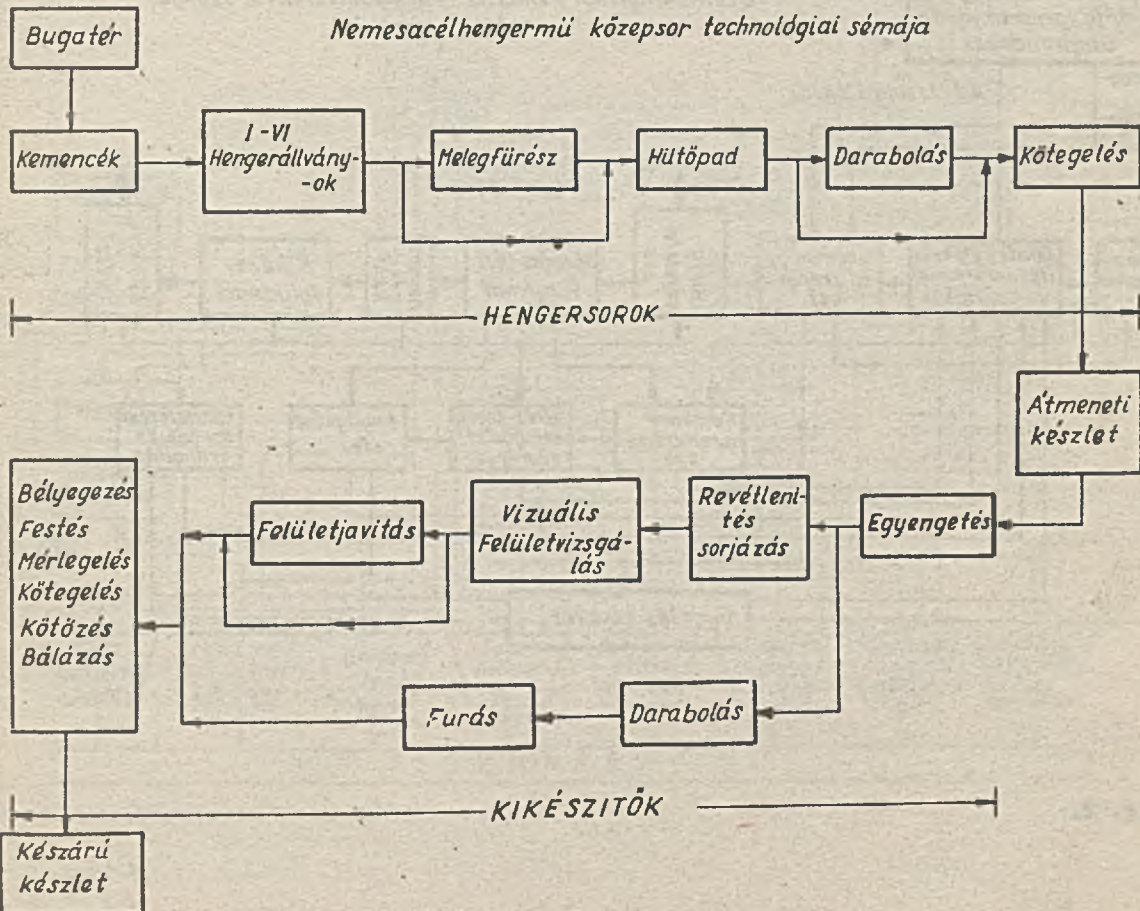


Fig. 1.

Functions and structure of the Plant Control Systems

Functions

- Contribution to the operative Plant Control with information preparing decisions,
- Supervision of manufacturing process, registration of production,
- Interface possibilities to planning, controlling and accounting functions of the enterprise.

In details

- Daily production programming,
- Registration and handling of raw materials, semi-finished and finished products,
- Following-up material flow,
- Measuring, data collection, technological supervision,
- Heating plant control,
- Following-up production,
- Production data collection.

Structure of Control

The structure of the Control System is illustrated in Fig. 2.

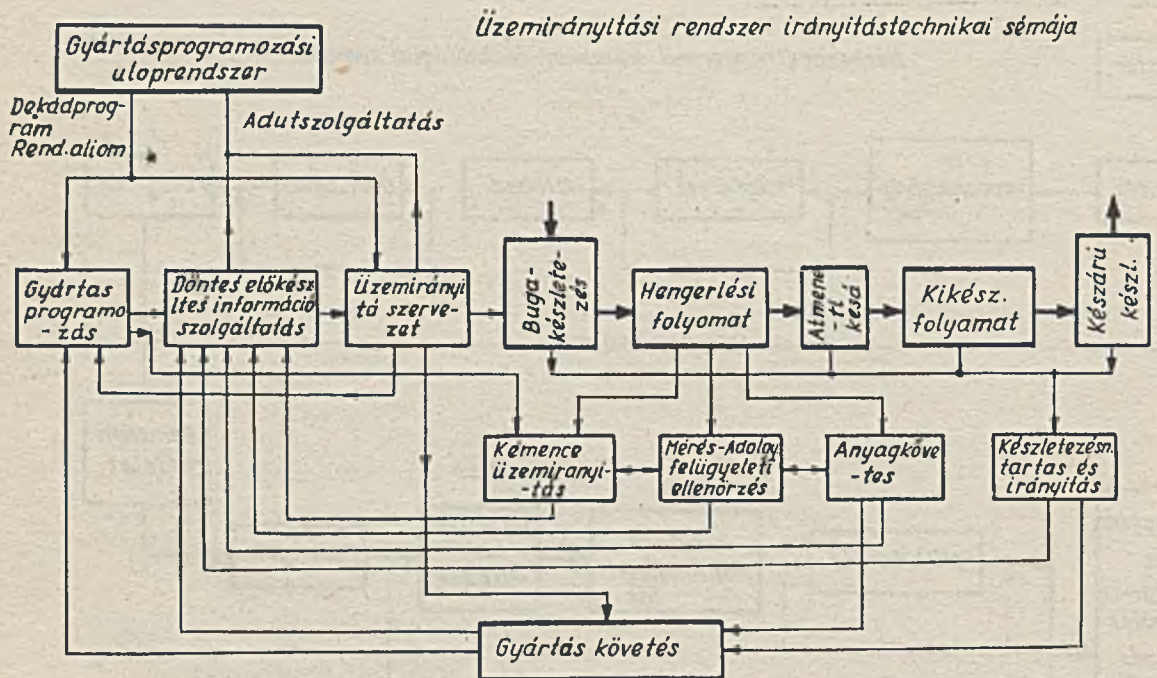


Fig. 2.

The Control Functions are as follow:

Base Signal Forming: A ten-days program and order-book as well as production program system received from a production programming base system located on a higher level.

Execution: Information and decision preparation provided by the system, as well as certain results of the plant control organization and program systems performing supervision.

Supervision: Program systems concerning furnace plant control, material follow-up, stock registration and production follow-up.

The system is of adaptive nature because of the feed-back from control and supervision functions.

2. Construction. program systems

The construction of system is shown on Fig. 3

Üzemirányítási rendszer telepítése

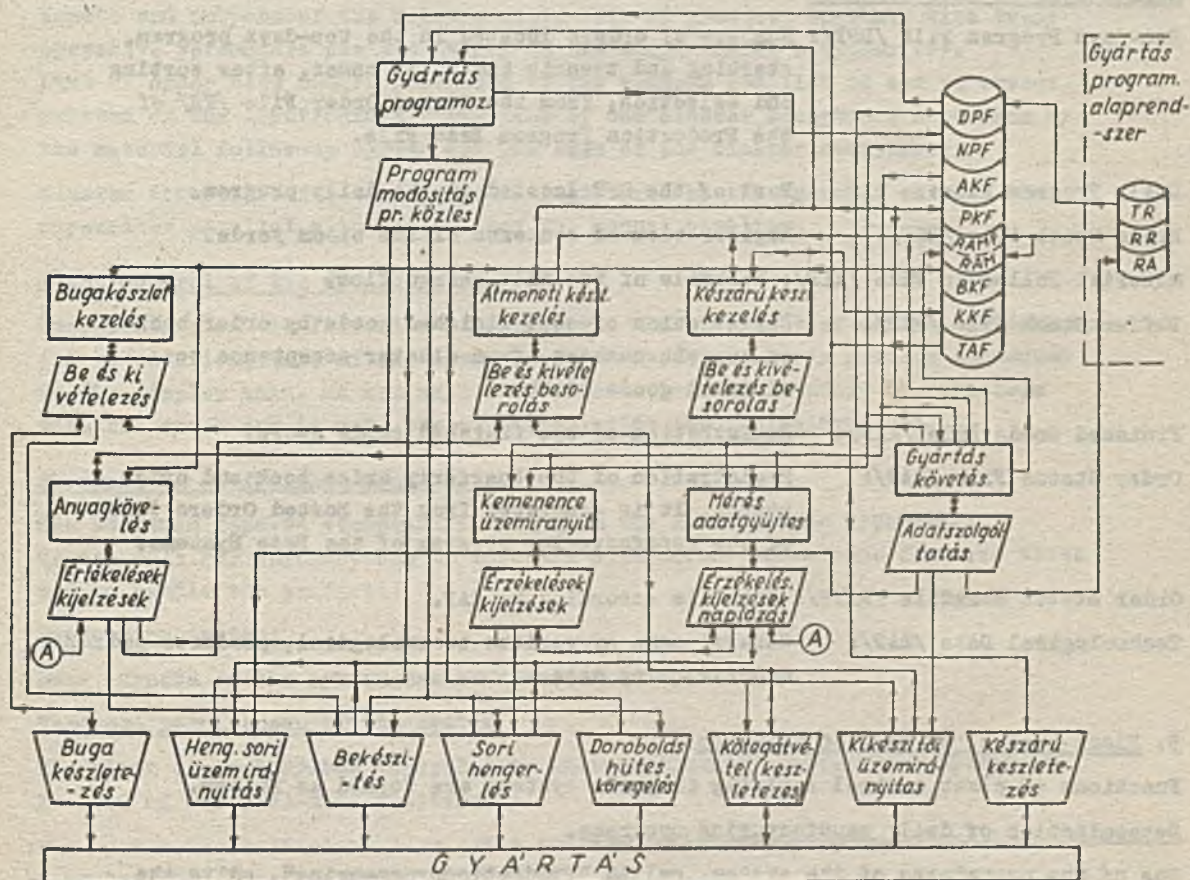


Fig. 3.

Programming systems of the system contact the manual control functions and process sensing peripherals through their data input and output units. Data to be processed are organized into main and variable files.

Definitions of functions of individual program systems

Production Programming: Providing daily program based on the ten-days program and current production data.

Bloom Stock Handling: Bloom yard registration and stocking control.

Transient Stock Handling: Buffer stock and finishing process registration.

Finished goods handling: Finished goods stock registration and stocking control.

Material Follow-up: Follow-up and registration of material flow by running and charge numbers.

Furnace Plant Control: Determination of heat parameters on the base of the daily production program.

Measuring and Data

Collection: Control and logging the operation of the mill.

Production Follow-up: Program checking, data preparation.

Definitions of file contents

Ten-days Program File /DPF/: Numbers of orders located in the ten-days program, starting and transit times. It comes, after sorting and selection, from the Planned Order File /TR/ of the Production Program Base File.

Daily Program File: Part of the DPF located in the daily program.

Bloom Stock File /BKF/: Registration of contents of the bloom yards.

Material Follow-up File /AKF/: Workfile of the mill charge flow.

Buffer Stock File /PKF/: Registration of semi-finished goods by order book or current numbers, from cluster acceptance to finished goods stock.

Finished Goods File /KKF/: Registration of the finished goods store.

Order Status File /RAF/: Registration of the quarterly order book and order status. It is generated from the Sorted Orders File of the manufacturing program of the Base Systems.

Order Status Workfile /RAMF/: Workfile according to RAF.

Technological Data /TAF/: General name of various technological, products and manufacturing data.

3. Plant Control by help of Computer

Functions of plant control applying computer systems are formed as follow.

Determination of daily manufacturing programs.

One of the procedures of the system, called "Productionprogramming", edits the daily program for the rolling mill /from start to clustering/. The distribution of finishing load must be effective on monthly or ten-days program level. Conditions of finishing rolls are taken into account by the daily program only if continuous capacity drop-out can be expected.

The shop-manager has the system edit the daily program or he approves it.

The interactive plant operation is realized on display and matrix printer connected to it.

The shop-manager can call for the content of data files handled by the systems.

Editing the rolling mill program, it is broken down to subprograms of charging, rolling, cooling-cutting, cluster acceptance and finishing.

Bloom stocking, arrangement

Registration of moving, controlling, releasing, assigning the materials can be performed by help of input/output typewriters located in the bloom yards and thus informations preparing decisions can be obtained.

Arrangement to the system is realized by directing the material to the workstores or by taking out of store for the rolling mill on the base of the arrangement program, parallel with giving manual instructions concerned.

Plant control at the working site

Control batches of each manufacturing processes receive the subprograms concerned and furthermore transmit informations helping the plant control through various input/output units /display, typewriter/. The shop-manager is also informed on exceptional events.

Inputs and outputs of the rolling mill, data of products together with their operative parameters are registered on the shop-manager's typewriter.

List of order book number generated by the program and list of end of charge printed on the input/output typewriter of the cluster acceptance site made by the material follow-up system are the base of the cluster acceptance.

Cluster acceptance for the system is registered by the operator through the typewriter parallel with instruction for manual handling.

Plant control of the finishing mill

Shop-manager of the finishing mill receives also the list of order book numbers and in addition, data of received clusters appear on matrix printer connected to the display unit. He can call form informations to identify the clusters with the order end to move the clusters inside the finishing plant.

Stockpiling of finished products

The storeman reports storemodifications on the input/output typewriter.

He can call for informations to identify with order, to release for free stock and to handle the products.

Production control

Data outputs of the system can be standard or optional.

Hardware requirement of the system

The plant control system described is characterized by interactive operation in most of the real-time functions.

The system is realized by a suitable and available general purpose small computer, the Hungarian made VT 1010 EM.

Computer configuration adapted to the plant control system is as follows:

- VT 1010 /expanded R10/ c/s 32K words, optionala
- Konsal typewriter
- Cassette disc memory /2x2 Mbyte/
- Lineprinter

- Teperader/punch
- Multiplex chanel
- 6 off input/output typewriters
- 1 off output typewriter
- 2 off CRT display
- 2 off matrix printer
- 32 off analogus inputs
- 41 off interrupt inputs
- 8 off digital inputs
- 126 off digital outputs

To realize direct computer operations GAMMA Analcont converters and transmitters as well as relay interfaces are used which are connected to existing autonomous measuring circuits and control systems.

The project end economic results expected

The full realization of the system described is planned by the end of 1976. Recently, in the first phase of compiling the software, program moduls are tested on hired computer.

As to the hardware, preperatory works to instal the system are in progress /buildings, cables, etc/.

Executing the system, economic results expected are as follow:

- improving product and material yields
- decreasing burning loss
- decreasing material mishandling
- decreasing idle times and uncompleted products

In addition, the system coordinates the planning, executing and controlling functions and this is, in our oppinion, the most important end essential feature of the system.

STEROWANIE PROCESEM WYKANCZANIA W WALCOWNI BRUZDOWEJ
STALI JAKOŚCIOWEJ, PRZY ZASTOSOWANIU KOMPUTERA

Streszczenie

Referat omawia system kierowania produkcją przy pomocy komputera, opracowany dla walcowni średniej bruzdowej stali jakościowej o rocznej wydajności 240 t. System komputerowy kieruje produkcją w oparciu o następujące podsystemy:

- programowanie procesu wykańczania
- przygotowanie wssadu
- śledzenie przepływu materiału
- śledzenie zapasów wyrobów gotowych
- kierowanie wydziałem piecowym
- zbierania danych pomiarowych

Referat obejmuje też problemy budowy systemu software'u, wymagania dla hardware'u oraz konieczną konfigurację komputera.

TECHNICKO-EKONOMICKÝ VÝZKUMNÝ ÚSTAV HUTNÍHO PRŮMYSLU PRAHA

Struktura počítačů v československém hutním průmyslu

1. Počítače v národním hospodářství ČSSR

Současná etapa vědeckotechnické revoluce by byla bez nasazení moderní výpočetní techniky zcela nemyslitelná. Proto rostoucí úlohu v rozvoji společenské produktivity práce má kybernetizace výrobních a řídicích procesů. Nové prostředky výpočetní, sdělovací a regulační techniky vytvářejí základ pro zásadní přestavbu řízení a výrazně posouvají možnosti růstu kvality a produktivity práce.

Jak mohutný rozvoj nastal v tomto poměrně mladém odvětví dokumentuje nejlépe ta skutečnost, že v členských zemích RVHP byla vyvinuta jednotná soustava výpočetní techniky třetí generace - JSEP. Rozsáhlost, universálnost a kompatibilitu celé této řady dokumentují technické parametry jednotlivých typů vyráběných počítačů. Československo v této řadě kompletně vyvinulo počítač EC 1021 včetně periferních a přídavných zařízení.

V páté pětiletce /1971 - 1975/ dostává československé národní hospodářství více než 440 počítačů, z nichž bude 150 jednotného systému, jejichž seriová výroba započala již v roce 1973. V příští pětiletce /1976-1980/ se celkový počet nově nasazených počítačů zdvojnásobí a z tohoto počtu bude dodáno více než 80 %, tj. asi 750 počítačů jednotného systému. V našich podnicích budou tedy převážně instalovány počítače řady JSEP a je proto nutné se na jejich nasazení včas a řádně připravit, aby bylo zajištěno jejich plné využití.

2. Počítače v hutnictví železa /HŽ/

V československém národním hospodářství patřily podniky a organizace výrobně-hospodářské jednotky hutnictví železa /VHJ HŽ/ k prvním uživatelům výpočetní techniky a dovedly jí efektivně využívat v rámci možností daných dostupnými investičními prostředky a technickou úrovní instalovaných počítačů. Vybavení podniků a organizací VHJ HŽ výpočetní technikou je však značně nerovnoměrné jak co do technické úrovně a kapacity, tak i typu zařízení.

Obnova a rozšíření dosavadních výpočetních kapacit je nutné opatření pro nejbližší léta. Této situace je třeba využít pro sjednocení výpočetní techniky ve VHJ HŽ a vytvoření předpokladu pro postupné budování jednotného informačního systému. V souladu se státní technickou politikou a programem racionalizace řízení v resortu FMHS budou postupně podniky a organizace VHJ HŽ v letech 1972 - 1980 vybavovány výhradně jednotnou řadou samočinných počítačů 3. generace JSEP a počítači kompatibilními s jednotnou řadou.

Koncem roku 1975 ještě nedojde k typovému sjednocení výpočetní techniky a zůstanou značné rozdíly ve vybavení jednotlivých podniků, ale nastane podstatné zlepšení situace proti roku 1970.

K 31.12.1975 by měly být v provozu v podnicích VHJ HŽ tyto počítače:

6 x EC 1021 /ZPA 6000/20/, 1 x EC 1030, 1 x EC 1050, 3 x IBM 370/145, 1 x ICL 4-50, 2 x ZPA 600, 1 x Minsk 32, 1 x Tesla 270, tj. celkem 16 počítačů /z toho 12 třetí generace, 4 druhé generace/.

Po roce 1975 dojde postupně k úplnému typovému sjednocení výpočetní techniky v podnicích a organizacích VHJ na základě jednotné řady počítačů JSEP a kompatibilních počítačů. V roce 1980 budou všechny podniky /s výjimkou Oravských ferrozlitinářských závodů, n.p., Istebné/ vybaveny tak, aby mohly být vytvářeny podnikové informační systémy, splňující předpoklady pro moderní řízení podniku. Vzájemná kompatibilita počítačů umožní vysoký stupeň dělby práce, výměnu programů a zkušeností mezi podniky, budou vytvořeny předpoklady pro účinný oborový informační systém a jeho napojení na systém ministerstva.

Podle vypracovaných koncepčních záměrů podniku a organizací VHJ bude v letech 1976-80 v resortu hutnictví železa instalováno 31 počítačů pro hromadné zpracování dat, z nichž 28 budou typy jednotné řady JSEP. Ve stejném období budou instalovány 24 počítače pro řízení technologických procesů, z toho 8 počítačů M 6000 a 7 počítačů RPP 16, které bude vyrábět TESLA Orava v Československu.

3. Počítače v hutní druhovýrobě - drátovny a šroubárny

V tomto výrobním oboru se počítá do r.1980 v souladu s vývojem systému řízení celého výrobního oboru /celostátní výrobní hospodářské jednotky řízené generálním ředitelstvím/ s obnovou počítačů, s jejich modernizací a doplněním sítě počítačů.

Koncem roku 1980 bude v této výrobní hospodářské jednotce v užívání 5 počítačů pro zpracování automatizovaných systému řízení a to:

2 počítače Tesla 200 uvedené do provozu v letech 1973 - 1974,

3 počítače jednotného systému zemí RVHP - pravděpodobně počítače

EC 1030 /budou uvedeny do provozu v letech 1976 - 1980/

V souladu s koncepcí rozvoje technického vybavení je zabezpečována již nyní kontinuita vytvářeného fondu algoritmů a programů i pro dobu, kdy budou technickou základnu tvořit počítače JSEP. Autorský kolektiv pro počítače TESLA zajišťuje i převod programů a algoritmů pro počítače JSEP.

4. První počítač JSEP v hutním průmyslu ČSSR

Technickoekonomický výzkumný ústav hutního průmyslu /TEVÚH/ instaloval jako první v resortu hutního průmyslu v ČSSR počítač jednotné řady typ EC 1021. Provoz výpočetního střediska byl zahájen 28. května 1974.

Postavení tohoto počítače je poněkud odlišnější, než jak jsme tomu zvyklí v běžných výpočetních střediscích. Bude převážně využíván pro výzkumné a vědecké práce řešené v TEVÚH, dále pak pro ověřování a odzkoušování úloh jednotlivých hutních podniků, které se připravují na instalaci tohoto počítače a pro výuku a praktické zaškolení kádru pracujících ve výpočetní technice v hutních podnicích. TEVÚH tímto umožňuje hutním podnikům, aby se včas a řádně mohly na provoz počítače připravit a zkrátily tak dobu záběhu a nedostatečného využívání nového počítače.

Technickoekonomický výzkumný ústav hutního průmyslu v listopadu 1973 uspořádal mezinárodní kolokvium a přípravách a využívání počítačů řady JSEP v hutním průmyslu členských zemí RVHP. Zde bylo dohodnuto, že v duchu zásad socialistické

mezinárodní integrace budou mezi účastníky kolokvia vyměňovány informace o instalaci počítačů jednotné řady a o aplikačních programech vypracovaných pro jejich využití v hutním průmyslu zemí RVHP.

Účastníci tohoto mezinárodního kolokvia navrhli vydávat Zpravodaj obsahující informace o problémech zajímavých uživatele JSEP. TEVÚH se zavázal tento bulletin vydávat, a to v řeči ruské, německé a české; připravuje se právě jeho prvé číslo. Zpravodaj bude obsahovat nejen odborné zprávy, týkající se přímo výpočetní techniky nasazené v hutním průmyslu, ale i správy o nově vytvořených projektech, uživatelských programech a zlepšeních přímo z provozu výpočetních středisek.

Některé aplikace počítačů JSEP v hutním průmyslu ČSSR

1. Automatizovaný systém řízení

S dodávkami počítačů JSEP /Jednotný systém elektronických počítačů/ vystupuje do popředí široká problematika jejich využití. Těžištěm této problematiky je společné budování automatizovaných systémů řízení /ASŘ/, kterým mají moderní výpočetní systémy sloužit. I na tomto poli mezinárodní spolupráce probíhá intenzivní úsilí zaměřené na vypracování a realizaci rozsáhlých projektu ASŘ. Československo se mezinárodní spolupráce socialistických států na budování automatizovaných systémů řízení aktivně účastní. Jedním z příspěvků ČSSR k této spolupráci je i MARS - Malý automatizovaný řídicí systém, vytvářený národním podnikem Kancelářské stroje.

1.1. V š e o b e c n ý p o p i s s y s t é m u

Systém MARS využívá maximálně výsledků práce orgánů Mezivládní komise pro výpočetní techniku, zkušeností socialistických států, zejména SSSR a NRD, poznatků získaných z materiálů předních západních firem, zvláště IBM a Siemens i zkušeností se zaváděním systémů VORPAS - ZPA, AIS - Inorga, systému TESLA, jakož i výsledků prací čs. výzkumných ústavů a vysokých škol a zkušeností inženýrských a poradenských organizací a předních průmyslových podniků.

MARS je určen především pro strojírenské podniky, ale vzhledem ke své stavebnicové konstrukci je možno ho maximálně využívat i v ostatních průmyslových organizacích. Československé hutní podniky uvažují modifikovat tento systém pro potřeby hutní výroby a používat tak jednotlivé programové moduly nebo celé soubory modulů.

2. Aplikace počítačů JSEP řešené v Technickoekonomickém výzkumném ústavu hutního průmyslu /TEVÚH/

Pracovníci TEVÚH vypracovali pro nový počítač několik projektů. Některé z těchto programů jsou již na počítači EC 1021 zpracovávány /např. Efektivnost vývozu hutních výrobků/ jiné, které byly odladěny na podobném typu počítače, jsou průběžně na tento počítač převáděny. Tyto projekty, které byly již zpracovány nebo jsou ve stádiu přípravy, se zaměřují na stěžejní agendy hutních podniků, jako je operativní plánování a odbyt, hutní údržba, optimalizace rozvozu ocelového šrotu aj.

2.1. O p e r a t i v n í p l á n o v á n í a ř í z e n í h u t n í v ý r o b y a o d b y t u

Technickoekonomický výzkumný ústav hutního průmyslu pracuje již řadu let na systémech operativního plánování a řízení hutní výroby a odbytu hutních výrobků

pomocí samočinných počítačů. Zkušenosti získané v této oblasti ve VŽKG Ostrava a VTŽ Ostrava a VTŽ Chomutov uplatňuje při vypracování projektu těchto činností pro Železářny Bílá Cerkev, n.p. Hrádek u Rokycan, které v roce 1975 budou instalovat počítač EC 1021. Tento hutní podnik si tak bude moci již v tomto roce ověřovat své úkoly na počítači stejného typu v TEVÚH.

2.2. H u t n í ú d r ž b a

Další rozsáhlý a náročný úkol, který je řešen v TEVÚH, se týká hutní údržby. Vždyť údržba v hutním průmyslu se stává stále důležitější vnitropodnikovou činností, která významnou měrou ovlivňuje celkové výsledky výroby. Pracovníci v údržbě představují kolem 30 % celkového počtu pracovníků hutního podniku a náklady na opravy činí v současné době zhruba 10 % z celkových vlastních nákladů výroby. Proto jsou otázky hospodárnosti a celkové ekonomické efektivity údržby neustále v popředí zájmu řídicích pracovníků.

Ve spolupráci s VŽKG Ostrava /Vítkovice, Železářny a strojířny Kl.Gottwalda/ je řešen úkol efektivity údržby, který představuje dílčí úkoly inspekce, plánování oprav a bilancování opravářských kapacit, přípravy oprav a s ní související hospodaření s náhradními díly, řízení jednotlivých oprav a konečně provádění rozborů výsledků činnosti údržby, které jsou jedním z nejdůležitějších nástrojů řízení.

Projekty užití počítače EC 1021 vypracované v TEVÚH budou pracovníky VŽKG převedeny na programy, které budou odladěny na počítači v TEVÚH. Tak budou připraveny programy pro počítač, který bude instalován v roce 1975 ve VŽKG.

2.3. M o d e l o p t i m á l n í d i s t r i b u c e k o v o v é h o š r o t u

V TEVÚH byl vypracován model optimální distribuce šrotu v ČSSR. V podstatě jde o dopravní model a hledání optimální varianty rozvozu. Veškeré práce /kromě děrování vstupních údajů/ jsou plně automatizovány a výsledné tiskové sestavy jsou tištěny v takové formě, že je uživatel, Průmysl kovového odpadu, přebírá bez úprav jako svůj kvartální plánovací podklad. V roce 1973 byla za použití tohoto modelu podstatně zkrácena dopravní vzdálenost, čímž se dosáhlo úspory 8 milionů korun. Byla sjednána dohoda mezi TEVÚH a Podnikem kovového odpadu, Praha o vypracování programů pro počítač EC 1021.

Za úspěšné řešení tohoto úkolu dostal kolektiv autorů středočeskou cenu VTS.

2.4. V y t v o ř e n í i n f o r m a č n í h o s y s t é m u p r o h u t n í m a t e r i á l a j e h o e k o n o m i c k é v y u ž í v á n í v Č S S R

Ve stádiu přípravy je vytvoření banky dat obsahující podrobné charakteristiky hutního materiálu s udáním výrobce, válcovacích cyklů, ceny ze jednotku apod. Cílem je poskytnout spotřebitelům hutního materiálu rychle co nejpodrobnější informace o materiálu vhodném pro danou potřebu.

2.5. O s t a t n í

Technickoekonomický výzkumný ústav hutního průmyslu se v současné době podílí i na řešení mnoha jiných úkolů, při jejichž zpracování se v různé míře výpočetní techniky využívá.

Počítač EC 1021 v TEVÚH a zkušenosti s jeho provozem

1. Sestava počítače

Konfiguraci počítače EC 1021 ve výpočetním středisku TEVÚH tvoří:

1.1. Z á k l a d n í j e d n o t k a / E C 1 0 2 1 / s k l á d a j í c í s e z

a/ centrální jednotky, která obsahuje:

- hlavní feritovou paměť o kapacitě 64 K bytů, cyklus 2 μ s /mikrosekund/,
- zápisníkovou paměť na tenkých magnetických vrstvách o kapacitě 384 bytů s cyklem 250 ns /nanosekund/,
- řídicí paměť /permanentní/ na feritových jádrech typu E o kapacitě 3072 slov a 72 bitů s cyklem 250 ns /nanosekund/,
- řadič, který řídí činnost základní jednotky a provádění operací,
- operační jednotku, sestávající ze sčítačky a logické jednotky,
- jednotku přímého spojení, která umožňuje přímý přenos informací mezi hlavními pamětmi počítačů, jsou-li tyto zapojeny v systému,

b/ přenosové jednotky, která se skládá z informační části a řídicí části

1.2. 4 magnetické diskové paměti DP 4 /EC 5058/ s výměnnými svazky disků. Kapacita jednoho svazku disků je 7,25 M bytes a rychlost přenosu informace 156 K bytes/sec a příslušná řídicí jednotka.

1.3. 6 magnetických páskových jednotek TESLA MPP 120 /EC 5022/ s volitelnou hustotou záznamu 800 bitů/palec nebo 200 bitů/palec a s maximální rychlostí přenosu informace 126 K bytes/sec a příslušná řídicí jednotka.

1.4. 1 snímač děrných štítků Aritma 1114 /EC 6016/ s rychlostí snímání 1000 štítků/min. /80-ti nebo 90-ti sloupcových/.

1.5. 1 sdružená děrnopásková jednotka /EC 7902/ obsahující snímač a děrovač děrné pásky. Rychlost snímání je max. 1500 zn/s a maximální rychlost děrování 110 zn/s.

1.6. 1 abecedně číslicová tiskárna /EC 7034/ ACERT pracující rychlostí 600 řádek/min při počtu 136 znaků na řádku.

1.7. Rozvaděč zajišťující sekvenční zapínání jednotlivých jednotek a jejich jistění.

2. Výpočetní středisko, klimatizace

Výpočetní středisko TEVÚH je umístěno v lehké přízemní budově postavené panelovým způsobem o celkové ploše 308 m². V této budově je umístěn provoz výpočetního střediska; sál počítače má 114 m², děrova 26 m², přezkušovna 12 m², příruční klimatizovaný sklad 11 m², strojovna klimatizace 36 m² a 4 provozní kanceláře. Stavba budovy byla zahájena na podzim r.1971 a za 2 roky byla budova dokončena a připravena k nastěhování počítače. Všechny prostory s výjimkou provozních

kanceláři mají zdvojenou antistatickou podlahu a závěsný strop a jsou klimatizovány. Ve středisku je použita klimatizace TESLA československé výroby. Montáž klimatizace byla zahájena v březnu 1973 a trvala včetně instalace vzduchotechnického potrubí 5 měsíců. Skládá se ze 3 klimatizačních jednotek FU 336, 2 zvlhčovačů YU 701 a rozvaděče s příslušnou automatikou. Každá jednotka FU 336 dosahuje jmenovitého chladičového výkonu 22.000 Kcal/hod t.j. celkový chladičový výkon činí 66.000 Kcal/hod. Každá jednotka má tepelný výměník pro horkou vodu 90/70°C o výkonu 40.000 Kcal/hod, která se odebírá z místní kotelny. Kromě toho je k dispozici 100 % tepelný výkon elektrických ohříváků v případě poruchy kotelny. Předností klimatizace jsou vzduchem chlazené kondensátory, takže klimatizační jednotky nespotřebovávají žádnou vodu. Voda je přivedena pouze do zvlhčovacího zařízení a to v max. množství 90 l/hod při výkonu 40 kg/páry/hod. Celé zařízení pracuje od listopadu 1973 v nepřetržitém provozu /i přes soboty a neděle/ a prakticky bez závad - za celé období nebyly překročeny tolerance relativní vlhkosti a teploty předepsané pro počítač. Přitom údržba celého zařízení je minimální: vyžaduje pouze čištění odpařovacích nádob a výměnu filtrů. Celkově lze konstatovat, že instalovaná klimatizace je na vysoké technické úrovni s automatikou, která pracuje naprosto spolehlivě.

3. Zkušenosti s provozem výpočetního střediska

Instalace počítače EC 1021 byla zahájena 8. listopadu 1973 v sestavě centrální jednotka, řadič diskové paměti se 4 jednotkami, snímač děrných štítků a abecedně číslicová rychlotiskárna.

20 listopadu 1973 byla tato sestava připojena na síť a bylo překročeno k oživování počítače. Během 4 měsíců byla základní sestava schopna řešit a odlaďovat připravené úkoly. K protokolárnímu předání hardwaru došlo 8.3.1974 a k předání softwaru 23.5.1974. V lednu 1974 bylo dodáno 6 ks magnetických páskových jednotek spolu s řídicí jednotku, které byly uvedeny do provozu 25.6.1974. Ke kompletaci celé soustavy počítače chybí připojit jednotku pro vstup a výstup informací z děrné pásky /bude provedeno v srpnu 1974/. Tento nedostatek však není na závadu, neboť počítač je především štítkově orientován. Příprava dat na 80ti sloupcových štítkách je prováděna na 4 děrovačích Aritma 130, k přezkušování štítků slouží 2 přezkoušeče Aritma 630. Pro přípravu dat na děrné pásce je k dispozici Consul 253.

Během zhruba 6 měsíčního provozu se ukázalo, že počítač EC 1021 se svojí koncepcí plně vyrovná zahraničním počítačům. Poruchovost elektronických a mechanických součástí je zhruba stejná jako u obdobných zahraničních počítačů. Je však třeba otevřeně přiznat, že využití počítače v prvních měsících provozu /to je do konce července 1974/ nebylo příliš vysoké. Bylo to převážně způsobeno ne příliš dobrou úrovní technické servisní služby, zejména co se týká pružnosti v opatrování elektronických a mechanických náhradních dílů. Avšak v poslední době byla přijata opatření, která znamenají podstatné zlepšení kvality servisních služeb a zejména dodávek náhradních dílů. Je třeba uvážit, že počítač EC 1021 v TEVÚH byl první počítač tohoto druhu instalovaný u uživatele a že bylo nutno vyřešit některé problémy servisní služby, se kterými dosud v ČSSR nebyly zkušenosti. Dalším problémem, který vyžaduje značnou pozornost je softwarové vybavení počítače. V základním softwarovém vybavení byly zjištěny některé chyby, které bylo nutno odstranit. Kromě toho některé části softwaru nebyly dosud dokončeny/např. COBOL/. Tyto nedostatky se jistě podaří v brzké době překonat díky přispění výrobce ZPA Čakovice, projektantů VÚMS a úzkou spoluprací uživatelů počítačů EC 1021, jejichž počet velmi

rychle vzrůstá. Mezi jednotlivými středisky byly již navázány úzké kontakty, střediska si vyměňují získané zkušenosti a jsou vytvořeny všechny předpoklady, aby počítače jednotné rady se staly jedním z rozhodujících faktorů k posílení úlohy vědeckotechnického rozvoje při zvyšování efektivity československého národního hospodářství.

St. SZELEŹNIK

ELEMENTY RACHUNKU KOSZTÓW W SYSTEMIE ZMECHANIZOWANEGO I ELEKTRYCZNEGO
PRZETWARZANIA DANYCH

Celem przygotowanego przeze mnie odczytu na temat "elementy rachunku kosztów w systemie zmechanizowanego i elektronicznego przetwarzania danych" - jest zwrócenie uwagi uczestników konferencji zorganizowanej przez stowarzyszenie techniczne na możliwość, potrzebę i konieczność wykorzystania systemów przetwarzania danych opartych o nowoczesną technikę obliczeniową do zacieśnienia bieżącej współpracy inżyniera i ekonomisty, do stałego zbliżania poglądów technika i kosztowca w trakcie wykonywania pozornie oderwanych od siebie zadań związanych z różnymi funkcjami przedsiębiorstwa przemysłowego.

Każde przedsiębiorstwo przemysłowe realizuje swoje planowe zadania mające wyraz w procesie produkcyjnym, za pośrednictwem odpowiednio zorganizowanego ogółu sił wytwórczych będących w dyspozycji przedsiębiorstwa.

Według relacji pojęć ekonomicznych, ogół sił wytwórczych obejmuje:

- środki produkcji - składające się z elementów środków pracy i przedmiotów pracy, oraz
- samą pracę - wykonywaną przez załogę przedsiębiorstwa przy użyciu środków produkcji.

Stażemu procesowi nabywania, organizowania, wykorzystywania i zużywania poszczególnych składników sił wytwórczych przedsiębiorstwa przemysłowego - towarzyszy ponoszenie związanych z tym nakładów finansowych.

Nakłady finansowe ponoszone w związku z angażowaniem sił wytwórczych podlegają planowaniu, ewidencjonowaniu, rozliczaniu i kontroli wg ogólnie obowiązujących zasad oraz szczegółowych przepisów branżowych z uwzględnieniem indywidualnych warunków i potrzeb przedsiębiorstwa.

Ponoszone nakłady finansowe są równocześnie konfrontowane z efektami działalności gospodarczej przedsiębiorstwa w ramach odpowiednio zorganizowanego systemu rozliczania kosztów.

Ogólny system rachunku kosztów przedsiębiorstwa przemysłowego w dużym uproszczeniu rozumowania - można przedstawić jako układ:

"co - gdzie - w jakim celu"

w relacji ilościowo-wartościowej.

W ramach tego trójprzekrojowego układu interesują nas informacje:

- co nabywamy, wykorzystujemy i zużywamy,
- w jakich ogniwach organizacyjnych przedsiębiorstwa następuje wykorzystywanie i zużywanie nabytych elementów sił wytwórczych,
- w jakim celu, co jest odniesieniem wykorzystywania i zużywania nabytych elementów sił wytwórczych,
- jaka jest ilość i jaka jest wartość nabywanych, wykorzystywanych i zużywanych elementów sił wytwórczych.

W tym pojęciu rozróżnia się:

- rodzajowy,
 - stanowiskowy, oraz
 - kalkulacyjny
- układ rachunku kosztów.

Jakkolwiek w praktycznej działalności przedsiębiorstwa przemysłowego, rachunek kosztów - jako jeden z elementów zarządzania - prowadzony jest przez ograniczoną grupę ludzi w ramach ustalonych zależności służbowych i funkcjonalnych wynikających ze schematu organizacyjnego danego przedsiębiorstwa, to na rzeczowe kształtowanie tego rachunku oddziałują każdy pracownik, każda podejmowana przez tego pracownika decyzja, czyli - rachunek kosztów realizowany jest przez całą załogę.

Każda decyzja bowiem dotyczy w praktycznym działaniu - w mniejszym lub większym stopniu, bezpośrednio lub pośrednio - zaangażowania poszczególnych elementów sił wytwórczych w najszerszym tego słowa znaczeniu.

Stopień szeroko pojętego, świadomego oddziaływania na wielkość nakładów a w efekcie na wyniki rachunku ekonomicznego - uzależniony jest w dużej mierze od sprawności organizacyjnej dwustronnie, dwukierunkowo działającego systemu informacji między służbami;

1.- parującymi się na zasadach przydzielonych zadań rachunkiem kosztów w zakresie:

1. - planowania i kalkulacji wstępnej z jednej strony, a
 - rejestracji, ewidencji i rozliczania z drugiej strony oraz
2. - decydującymi o kształtowaniu się tego rachunku w trakcie bieżącej realizacji zadań w zakresie:
 - podstawowej działalności produkcyjnej,
 - działalności pomocniczej,
 - działalności pozaoperacyjnej,
 - ogólnego zarządzania.

Mówiąc o dwustronnie, dwukierunkowo działającym systemie informacji należy rozumieć ten system funkcjonalnie zintegrowany z ogólnym systemem zarządzania przedsiębiorstwem - wg zasady, że na kanwie dobrze zorganizowanego systemu ogólnego zarządzania tworzony jest system informacyjny. W efekcie - system informacyjny jest integralną częścią zarządzania.

System informacyjny ma wzmacniać i usprawniać szeroko pojęty system zarządzania, ale on sam - wymaga odpowiednich, dostosowanych do warunków i potrzeb przedsiębiorstwa, środków organizacyjno-technicznych.

Sprawdzonym w praktycznym działaniu narzędziem usprawniającym tak pojęty system informacji są środki i metody nowoczesnej techniki obliczeniowej zastosowane w przetwarzaniu danych na poszczególnych odcinkach działalności przedsiębiorstwa. Już odcinkowe systemy zastosowań nowoczesnej techniki obliczeniowej, z samej zasady i logiki tych systemów, stwarzają sytuacje informacyjne przy pierwotnych, "źródłowych" decyzjach - wskazujące na rozliczeniowo-kosztowe skutki tych decyzji, zazębiających się o pojęcie i sens rachunku ekonomicznego.

Rozwijając wcześniejsze sformułowanie, że gospodarowanie poszczególnymi elementami sił wytwórczych powoduje w konsekwencji ponoszenie nakładów finansowych - należy stwierdzić, że informacje dotyczące kosztów - są pochodnymi informacji pierwotnie źródłowych dotyczących stamu i ruchu poszczególnych elementów sił wytwórczych zaangażowanych na poszczególnych odcinkach działalności przedsiębiorstwa.

Stosowanie do tak ujętego układu zależnościowego, w dobrze zorganizowanym systemie przetwarzania danych, opartym o nowoczesny sprzęt techniki obliczeniowej, rachunek kosztów nie wymaga ustalania wydzielonego podsystemu przetwarzania danych w ramach ogólnego systemu przetwarzania danych dla potrzeb zarządzania przedsiębiorstwem, a powinien się opierać na zasadzie "wyciągów" informacyjnych w zakresie elementów kosztowych - z poszczególnych podsystemów - np. płac, gospodarki środkami trwałymi, gospodarki materiałowej i tak dalej.

Odnosnie wspomnianych "wyciągów" informacyjnych - w poszczególnych podsystemach przetwarzania danych należy zabezpieczyć:

- rodzaje informacji źródłowych dostosowanych do ustalonych potrzeb rachunku kosztów,
- maksymalną optymalizację stopnia zbieżności rodzajów i zakresów elementów informacyjnych dla celów poszczególnych podsystemów przetwarzania danych oraz dla celu rachunku kosztów,
- możliwość uzyskiwania z wszystkich podsystemów przetwarzania danych - logicznie zwartego "bloku", zbioru informacji dla potrzeb rachunku kosztów.

Odnosnie optymalizacji stopnia zbieżności informacji dla celów poszczególnych podsystemów przetwarzania danych oraz dla celów rachunku kosztów, należy przeanalizować przykładowo:

- możliwość przyjęcia jednolitych /całkowicie lub częściowo/ zasad symboliki komórek organizacyjnych oraz stanowisk kosztów - z uwzględnieniem warunków, że w praktyce, generalnie biorąc:
 - kilka komórek organizacyjnych "Zarządu" przedsiębiorstwa przeważnie objętych jest jednym symbolem stanowiska kosztów, jednym "kontem stanowiskowym",
- a równocześnie,
- w ramach jednej "ruchowej" komórki organizacyjnej, na przykład zakładu lub wydziału produkcyjnego istnieje kilka, kilkanaście, a w krańcowych przypadkach i kilkadziesiąt stanowisk kosztów.

Drugi przykład:

- jakie są możliwości wykorzystania symboliki stanowisk kosztów - stworzonej przede wszystkim dla potrzeb ogólnego systemu rachunku kosztów, do celów identyfikacji zespołów produkcyjnych, agregatów i urządzeń - związanej z gospodarką środkami trwałymi i gospodarką remontową,
- jakie są możliwości "wmontowania" symbolu zespołu produkcyjnego, agregatu i urządzenia - w strukturę symbolu części zamiennych w ramach zakładowego indeksu materiałów.

Następny przykład:

- jak w ramach rodzajowego i stanowiskowego układu rachunku kosztów uwzględnić rodzajowy i branżowy charakter remontów zespołów produkcyjnych, agregatów i urządzeń.

Powyższe przykłady dowodzą o wzajemnych zbieżnościach i logicznych zależnościach elementów informacyjnych natury:

- ogólno-organizacyjnej,
- techniczno-produkcyjnej,
- ekonomiczno-księgowej.

Ogół elementów informacyjnych znajduje swój wyraz w organizacji systemów i podsystemów przetwarzania danych, w ramach której poszczególni "użytkownicy" tych systemów i podsystemów, a więc praktycznie - wszystkie służby przedsiębiorstwa, duża ilość pracowników różnych szczebli tych służb - zmuszeni są "operować" potrzebami dla przetwarzania danych różnego rodzaju elementami informacyjnymi.

Użytkownicy ci, przy źródłowych sytuacjach informacyjno-decyzyjnych dotyczących angażowania sił wytwórczych - decydują równocześnie o angażowaniu środków finansowych.

Poszczególni "dysponenci" sił wytwórczych mogą być równocześnie lepiej i szybciej informowani o skutkach podejmowanych decyzji w warunkach sprawnie działających systemów przetwarzania danych - przez układ zwrotnych informacji wynikowych.

Tak zorganizowany system przetwarzania danych staje się automatycznie konstruktywną platformą na której splatają się zainteresowania i potrzeby:

- organizatora,
- inżyniera,
- ekonomisty.

Zakres i stopień automatycznego ząębienia się różnych funkcji zarządzania na wspólnej platformie systemu informacyjnego uzależniony jest od zakresu objętego tym systemem agend działalności przedsiębiorstwa.

Reprezentatywnymi dla naszych krajowych warunków zakresami zastosowań przetwarzania danych w dużym przedsiębiorstwie przemysłowym, związanymi z rachunkiem kosztów - są następujące zagadnienia:

- gospodarka środkami trwałymi i związana z nią gospodarka konserwacyjno-remontowa,
- gospodarka materiałowa, łącznie z gospodarką przedmiotami nietrwałymi zaliczonymi umownie do "materiałów",
- gospodarka półfabrykatami,
- zatrudnienie i płace,
- analiza parametrów techniczno-ekonomicznych procesu produkcyjnego z elementami normatywnego rachunku kosztów,
- rozliczenie produkcji, sprzedaży oraz wynikowa kalkulacja asortymentowa produkcji,
- gospodarka transportem samochodowym,
- gospodarka energią elektryczną,
- planowanie, rozliczanie i analiza zadań postępu technicznego.

W wymienionych wyżej przykładach odcinkowego zastosowania przetwarzania danych i stosowane są wieloprzekrojowe układy odniesień kosztów dostosowane do obowiązującej organizacji i systemu planowania, ewidencjonowania, kalkulowania i rozliczania tych kosztów.

Symbolika odniesień kosztów dotyczy w szczególności:

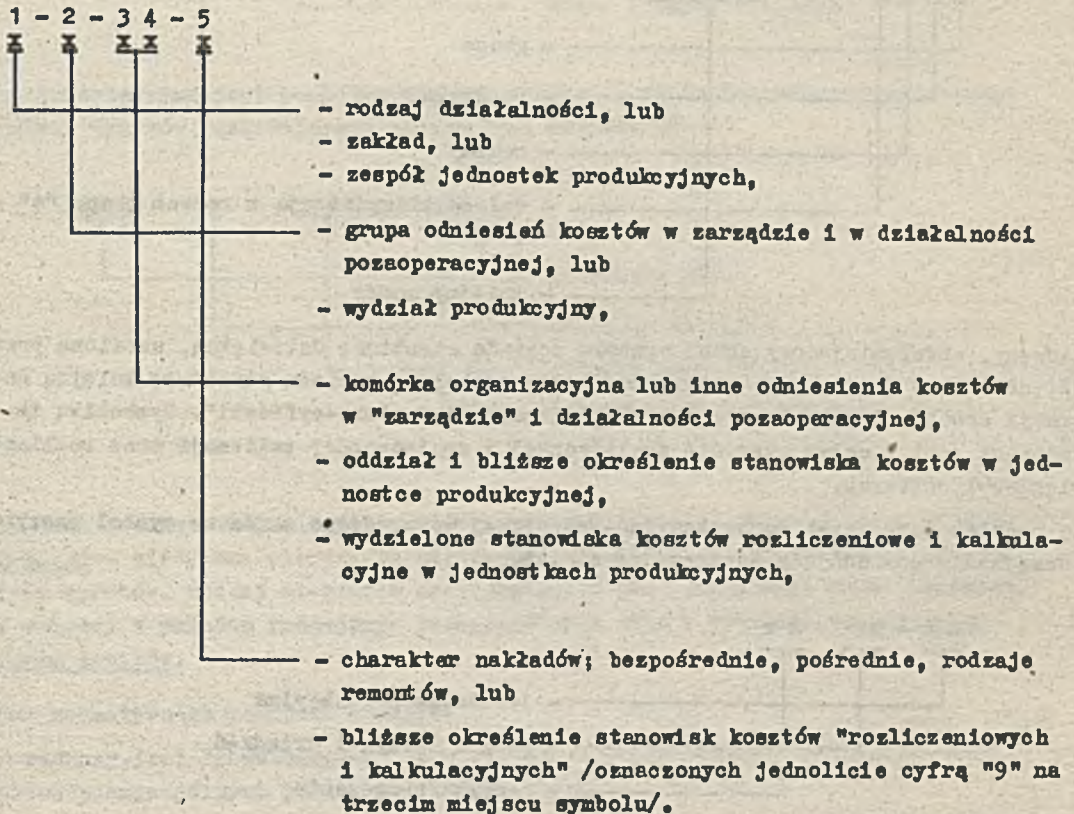
- miejsc powstawania kosztów - to znaczy; rodzajów działalności komórek organizacyjnych, zespołów produkcyjnych, agregatów, urzędzeń,
- charakteru nakładów - co przede wszystkim odnosi się do ich "rozbitcia" na nakłady bezpośrednie i nakłady pośrednie,
- rodzaju kosztów,
- systemu zleceń,
- grup wyrobów oraz elementów układu kalkulacyjnego,
- rodzajów i branż remontów,
- elementów zatrudnieniowo-płacowych

oraz szeregu innych elementów kosztowych związanych z objętymi przetwarzaniem danych tematami.

Struktura symboli wyżej wymienionych odniesień kosztów, w warunkach przedsiębiorstwa w którym zbierano materiały do niniejszego opracowania - jest następująca:

Plan kont stanowisk kosztów

Symbol pięć miejscowy, czteroczłonowy, określający:



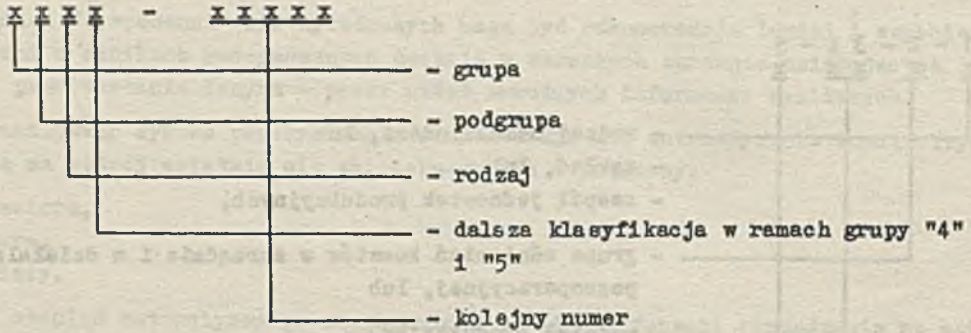
Obecnie stosowana symbolika stanowisk kosztów jest przedmiotem weryfikacji pod kątem:

- możliwości maksymalnego ujednoczenia zasady i struktury symboliki stanowisk oraz komórek i jednostek organizacyjnych; /Z praktyki organizatorskiej wynika, że w dużym, wykazującym stałe tendencje rozwojowe przedsiębiorstwie "alfanumeryczna" symbolika komórek i jednostek organizacyjnych w pewnym momencie przestaje być jednoznaczna i "czytelna", co w sposób szczególnie wyraźny występuje przy wszelkiego rodzaju zmianach w strukturze i schemacie organizacyjnym przedsiębiorstwa/,
- możliwości szerszego, bardziej "oszczędnego" w ilości potrzebnych miejsc, stosowania klasyfikacyjno-logicznego, zakresowego układu symboliki stanowisk kosztów,
- możliwości zabezpieczenia odpowiednich "przedziałów" cyfrowych dla stale poszerzanego, jednolitego układu struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa, np. struktury "zakładowej".

Maszyny i urządzenia

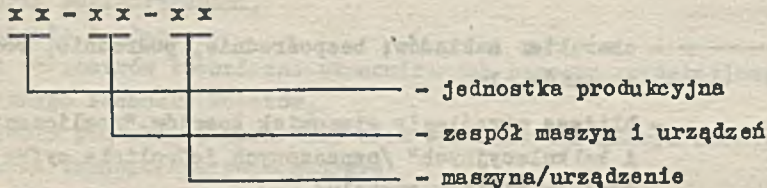
Zainstalowane i pracujące w ramach poszczególnych jednostek produkcyjnych maszyny i urządzenia - są środkami pracy określanymi mianem "środków trwałych w użytkowaniu" i będącymi odniesieniem działalności konserwacyjno-remontowej.

Symbolika wszystkich środków trwałych, oparta na zasadzie układu klasyfikacyjno-identyfikacyjnego, posiada następującą strukturę:

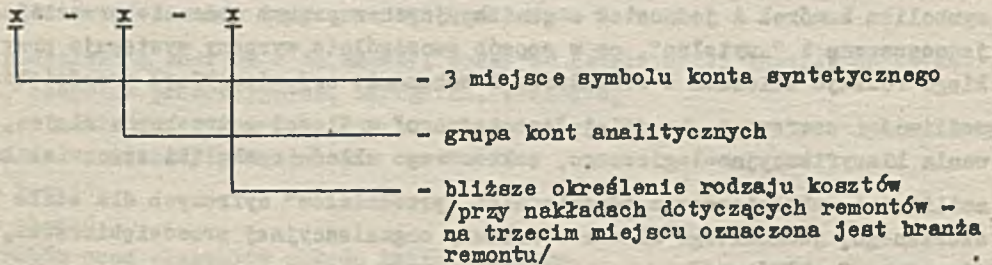


Pierwszy, czteromiejscowy człon symbolu posiada strukturę dziesiętną, ustaloną przez GUS, natomiast drugi, pięciomiejscowy człon symbolu - posiada strukturę kolejną numeracji środków trwałych w ramach klasyfikacyjnej "cztero-cyfrówki". Symbolika ta stosowana jest w całym systemie analitycznej i syntetycznej ewidencji oraz rozliczeń księgowo-kosztowych.

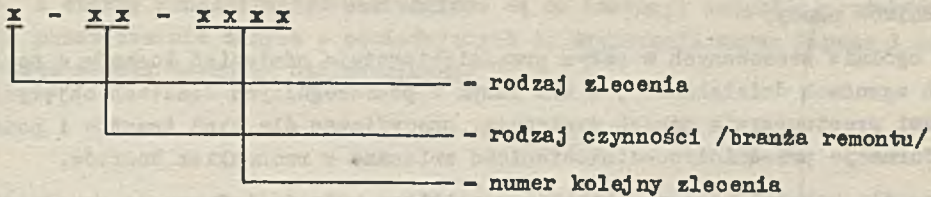
Dla potrzeb gospodarki konserwacyjno-remontowej wprowadzono skrócony symbol maszyn i urządzeń - posiadający następującą strukturę:



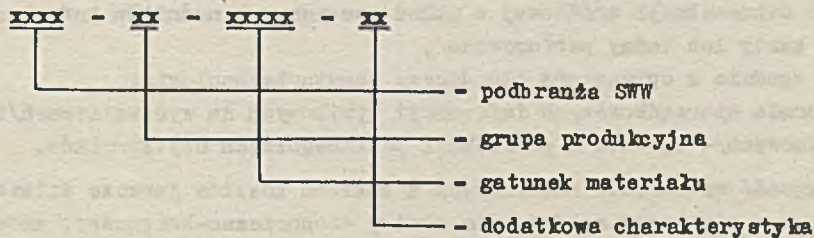
Symbolika rodzajów remontów /np. bieżący, średni/ uwzględniona jest na 5-tym miejscu symbolu stanowisk kosztów, a symbolika branż remontowych /np. mechaniczna, elektryczna/ uwzględniona jest na 3-cim miejscu symbolu rodzaju kosztów posiadającego następującą strukturę:



Podstawą przeprowadzenia remontu przez własną służbę - jest "zlecenie", które posiada następującą strukturę:



Grupa kalkulacyjna jest pochodną symbolu wyrobu - wg Zakładowego Systematycznego Wykazu Wyrobów posiadającego następującą strukturę:



Praktyczne potrzeby kalkulacji kosztów sprowadzają się do oznaczania grupy kalkulacyjnej - siedmioma pierwszymi miejscami szczegółowego, trzynasto-miejscowego symbolu wyrobów. Rodzaj elementów poszczególnych grup kalkulacji asortymentowej jest zbliżony z układem rodzajowym poszczególnych grup w systemie normatywnego rachunku kosztów.

System normatywnego rachunku kosztów:

- prowadzony jest "pozaksięgowo", dla bieżących, operatywnych potrzeb kierownictwa poszczególnych jednostek produkcyjnych,
- elementy i wielkości normatywne w odniesieniu do ustalonej jednostki produkcji ujęte są na specjalnie do tego celu opracowanych i przygotowanych wzorach dokumentów,
- wielkości faktyczne ustalonych elementów ujęte są w pierwotnej, źródłowej dokumentacji technologicznej, dostosowanej również do potrzeb systemu normatywnego rachunku kosztów.

Z praktycznych doświadczeń związanych z wdrażaniem systemu normatywnego rachunku kosztów wynika, że najistotniejszą sprawą, decydującą o sensowności i przydatności tego systemu - jest ściśle pojęta "rzetelność" wypełniania poszczególnych informacji w dokumentacji technologicznej, wykorzystywanych w systemie normatywnego rachunku kosztów.

Prowadzenie normatywnego rachunku kosztów w bezpośrednim dokumentacyjno-informacyjnym związku z rejestracją i analizą parametrów technicznych procesu produkcyjnego jest klasycznym przykładem logicznej zależności tych elementów oraz praktycznym dowodem możliwości i potrzeby stwarzania warunków organizacyjnych wzmacniających tę zależność.

W zakresie zagadnień zatrudnieniowo-płacowych, poza ogólnymi odniesieniami kosztów, do istotnych elementów informacyjnych zaliczyć należy symbolikę:

- systemów pracy,
- stanowisk pracy, oraz
- składników płacy,

Oprócz ogólnie stosowanych w całym przedsiębiorstwie odniesień kosztów w poszczególnych agendach działalności, a tym samym w poszczególnych tematach objętych podsystemami przetwarzania danych występują, specyficzne dla tych tematów i podsystemów informacje przedmiotowo-odniesieniowe związane z rachunkiem kosztów.

Ustalone dla potrzeb rachunku kosztów wszelkiego rodzaju informacje przedmiotowo-odniesieniowe w omówionym już układzie "co - gdzie - w jakim celu ?" - w warunkach istnienia w przedsiębiorstwie systemu zmechanizowanego/elektronicznego przetwarzania danych są:

- rejestrowane w pierwotnej dokumentacji źródłowej,
- przenoszone z dokumentacji źródłowej w układ maszynowych nośników informacji /na przykład karty lub taśmy perforowane/,
- przetwarzane zgodnie z opracowaną dla danego tematu technologią,
- ujmowane w formie uporządkowanych informacji wynikowych na wydawnictwach/tabulogramach maszynowych/- zgodnie z potrzebami poszczególnych użytkowników.

Jakkolwiek większość wydawnictw maszynowych z zakresu kosztów jeszcze dzisiaj przeznaczona jest w pierwszym rzędzie dla służby ekonomiczno-księgowej, zadaniem organizatorów i projektantów systemów przetwarzania danych jest zapewnienie formy i treści tych wydawnictw dostosowanej do potrzeb informacyjno-decyzyjnych służb techniczno-produkcyjnych.

Tabulogramy z elementami kosztowymi - muszą zainteresować techników i technologów swymi układami;

- wiążącymi skutki ekonomiczne z wywołującymi je przyczynami organizacyjno-technicznymi,
- określającymi wyniki i porównującymi je w różnych warunkach organizacyjno-technicznych,
- umożliwiającymi syntetyczną ocenę, a stosownie do potrzeb - analizę selektywnie dobieranych elementów szczegółowych.

Sprawa selektywnego doboru elementów szczegółowych, posiadająca swą aktualność w odniesieniu do całości zagadnień związanych z organizacją systemów przetwarzania danych, specjalnego znaczenia nabiera przy elementach rachunku kosztów. Nawet już dla samej służby ekonomiczno-księgowej koniecznym jest wyraźne rozdzielenie syntetycznej i analitycznej informacji wynikowej z poszczególnych podsystemów przetwarzania danych, a w odniesieniu do służb techniczno-produkcyjnych jest to warunkiem korzystania z informacji o kosztach zawartych w wydawnictwach maszynowych.

Z punktu widzenia projektanta systemów i programisty - jest to zadanie napewno trudne, ale konieczne w celu zainteresowania tej służby problematyką rachunku kosztów oraz faktycznego kojarzenia wzajemnych zależności techniczno-ekonomicznych. Zastosowanie nowoczesnej techniki obliczeniowej, wprowadzanie przetwarzania danych w przedsiębiorstwie przemysłowym - ma możliwość stać się elementem ułatwiającym nasycenie techniczno-produkcyjnej myśli twórczej inżynierów - ekonomicznym sposobem myślenia, ma szanse stworzenia wspólnego, jednolitego odniesienia wzajemnych zainteresowań służby technicznej i służby ekonomicznej.

To równia trudne jak i efektowne zadanie polegające na stworzeniu systemu organizacyjno-informacyjnego przedsiębiorstwa, ułatwiającego wzajemne porozumienie się inżyniera i ekonomisty - ciąży przede wszystkim na zakładowych ośrodkach obliczeniowych, a efekty przedsięwzięć uzależnione są od inwencji zespołów projektanckich systemów przetwarzania danych - posiadających do dyspozycji coraz lepsze i nowocześniejsze środki techniki obliczeniowej.

