

Spremljanje parametrov kontinuiranega ulivanja na osebnem računalniku

Recording of Continuous Casting Process Parameters on Personal Computer

I. Šalamun, A. Stritar, B. Šarler, Univerza v Ljubljani, Institut "Jožef Stefan", Odsek za reaktorsko tehniko

V prispevku predstavljamo grafični programski paket za zbiranje, shranjevanje in prikazovanje parametrov kontinuiranega ulivanja, ki ga razvijamo v okviru predkonkurenčnega projekta "Prenos toplote in snovi pri kontinuiranem ulivanju". Programski paket zbira podatke operaterja, procesa in matematičnega modela, ter jih shranjuje v primerno kodirano bazo podatkov. Parametri ulivanja se neposredno prikazujejo na osebem računalniku. Programski paket omogoča primerjavo parametrov neposrednega ulivanja s parametri izbranega predhodnega ulivanja, ali primerjavo parametrov predhodnih ulivanj. Parametri procesa se prikazujejo v obliki shematskega prikaza na sliki procesa ali modela, kot vrednosti v obliki grafov, kot številčne vrednosti, ali kot vrednosti v obliki stolpičev. Programski paket je sestavni del matematičnega modeliranja kontinuiranega ulivanja, ki ga tvorita še programska paketa za izračun temperaturnega, hitrostnega in koncentracijskega polja ulivanca (preprost model in podroben model), ter vodenje procesa. Programski paket je prikazan na primeru razvitem za IMPOL Slovenska Bistrica.

Ključne besede: kontinuirano ulivanje, komunikacija človek-stroj, spremljanje procesnih parametrov

Paper presents a computer code for recording, storing and displaying the parameters of continuous casting process. The computer code records data given by the operator, of the process computer and from the mathematical model for the continuous casting process. Its purpose is also to store all the data into a database file. The computer code allows the comparison of input data from the process computer with the data from the database file, or compare different data from the database file. Parameters are displayed as a part of a process flowsheet, as plots or as numerical values. The computer code is a part of the program package for the mathematical modelling of the continuous casting process.

Key words: continuous casting, man-machine interface, recording of process parameters

1 Računalnik v procesni tehniki

Razvoj računalniške tehnologije v osemdesetih letih tega stoletja je povzročil široko uporabo računalnikov v industriji. Računalniki so postajali vse manjši, zmogljivejši in cenejši. Z uveljavitvijo standarda osebnega računalnika se je pojavil na tržišču stroj, ki je dovolj zmogljiv za spremljanje, beleženje in prikazovanje parametrov procesa. Razvitih je bilo že tudi nekaj aplikacij, ki pokrivajo spremljanje parametrov pri kontinuiranem ulivanju¹.

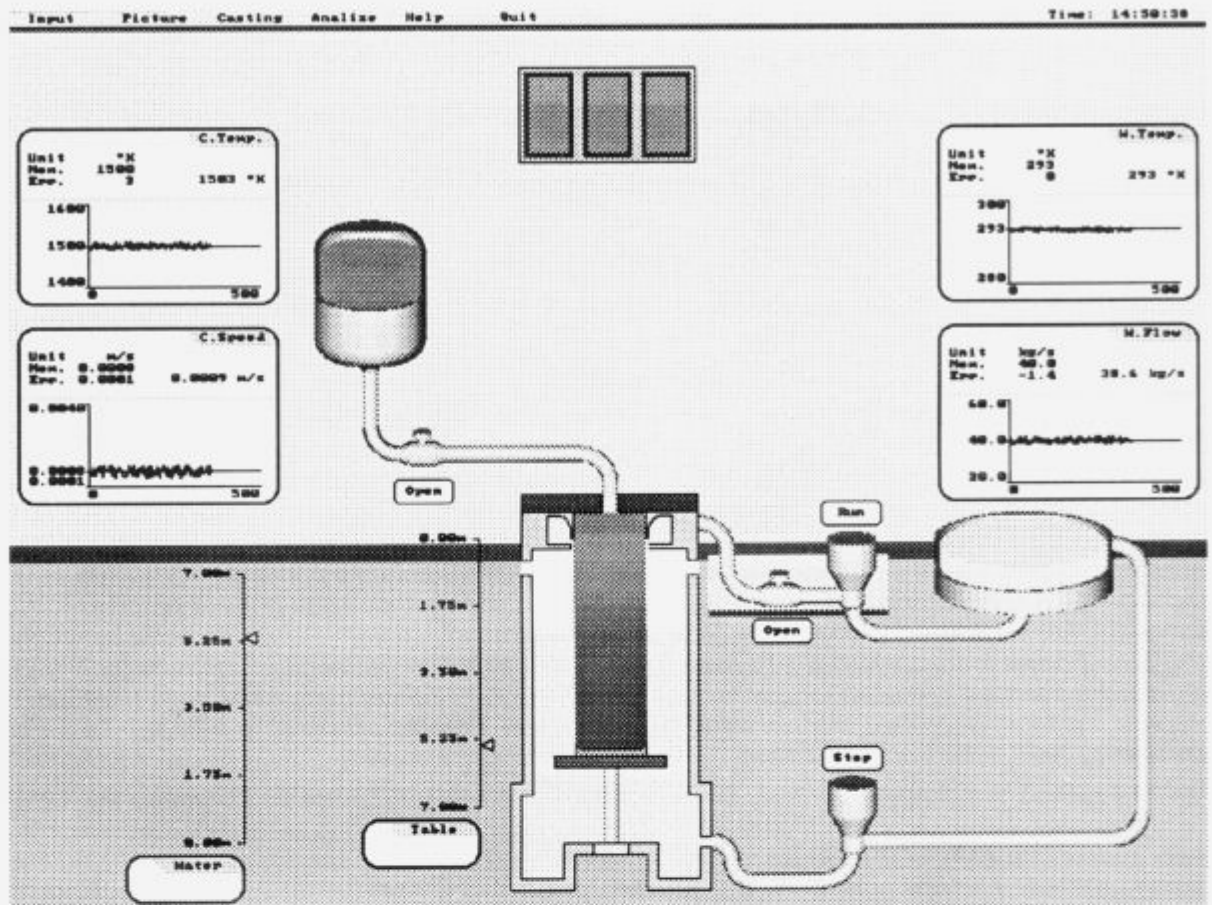
Številčne vrednosti parametrov procesa kontinuiranega ulivanja in matematičnih modelov kontinuiranega ulivanja dobijo svojo nazornost in uporabnost šele ob primerni grafični predstavitvi. Za doseg tega cilja v okviru predkonkurenčnega projekta "Prenos toplote in snovi pri kontinuiranem ulivanju"^{2,3} razvijamo grafični paket, ki bo omogočal nazoren prikaz merjenih parametrov procesa v povezavi z matematičnim modelom. Grafični paket razvijamo po standardih predpisanih za novo generacijo komandnih sob jedrskih elektrarn, ki vključujejo grafične zaslone z visoko ločljivostjo. Standarde smo povzeli po priporočilih Ameriške uprave za jedrsko varnost^{4,5,6}.

2 Programski paket ConCast

ConCast je grafični del programskega paketa za matematično modeliranje kontinuiranega ulivanja. Namenjen je za zbiranje, shranjevanje in prikazovanje parametrov kontinuiranega ulivanja, istočasno pa omogoča analizo dobljenih parametrov pri posameznem ulivanju. Napisan je za osebni računalnik (PC/AT), ki je opremljen z zmogljivo grafično kartico ločljivosti 1024 × 768 točk in omogoča istočasen prikaz 256 barvnih odtenkov. Programski paket je krmiljen preko tipkovnice ali miške, vendar pa slednja ni nujno potrebna.

2.1 Zajemanje podatkov

Programski paket zbira podatke iz štirih virov: operater, merilna mesta, procesni računalnik in matematični model. Operater livne naprave podaja dimenzije ingota in tip zlitine. Sestava taline je podana preko procesnega računalnika. V odvisnosti od podanih vrednosti se aktivira livni program (nabor optimalnih procesnih spremenljivk), ki temelji na računalniškem modelu. Spremenljivke temperatura ulivanja, višina ingota, temperatura hladila pred vstopom v



Slika 1. Prikaz parametrov priprave za kontinuirno ulivanje v IMPOL-u na shemi procesa.

Figure 1. Presentation of parameters in planing and scheduling the continuous casting process in IMPOL on the process flowsheet.

kokilo, višina hladila v livnem jašku, stanje črpalke livnega kanala, pretok hladila in hitrost ulivanja dobi programski paket iz merilnega mesta. Porazdelitve temperature v ingotu in slepem dnu ne moremo meriti, zato jo računamo na osnovi preprostega matematičnega modela procesa in jo prikazujemo v omenjenem programskem paketu. Vloga tega paketa je zaenkrat predvsem v on-line določanju optimalnega livnega programa procesa. Ob nadaljnjih nameranih posodobitvah pa bo vodil livni proces.

Vhodne podatke operator pripravi v znakovni datoteki, ali pa jih vnese neposredno v program pred začetkom ulivanja. Tabelirani podatki se vnašajo preko tabel ali pa neposredno z vpisom kode preko tipkovnice. Prenos merjenih in računanih spremenljivk v programski paket je odvisen od povezave osebnega računalnika, na katerem se prikazujejo parametri kontinuiranega ulivanja, s celotnim sistemom zajemanja, simuliranja in prikazovanja parametrov kontinuiranega ulivanja. Predvsem sistem za zajemanje podatkov se lahko za različne livne naprave precej razlikuje.

2.2 Prikazovanje podatkov

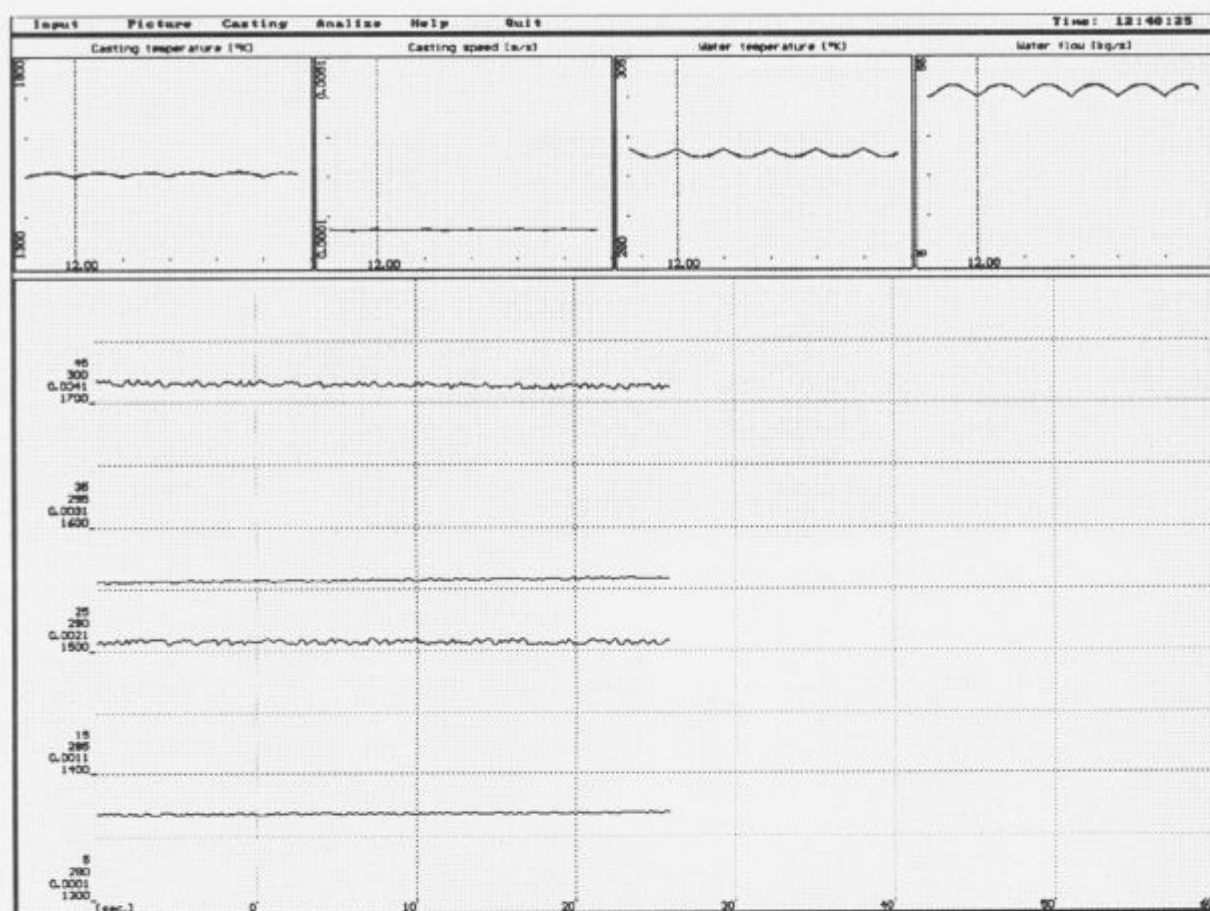
Vrednosti spremenljivk se prikazujejo v realnem času na zaslону, ali pa jih čitamo iz datotek. Prvi način je namenjen za neposredni prikaz in regulacijo ulivanja. Ni le prikazovanje merjenih parametrov, temveč je le-to obogateno s prikazom porazdelitve temperature v ingotu in slepem dnu.

Parametri ulivanja se prikazujejo v realnem času na treh različnih zaslonih.

Pred pričetkom ulivanja vsaki spremenljivki podamo njeno referenčno vrednost, ki je lahko konstanta ali pa je časovno odvisna (livni program), ali pa se spreminja v odvisnosti od matematičnega modela. Podamo tudi mejne vrednosti spremenljivke, faktor pretvorbe iz SI merskega sistema v izbran tehnični sistem in enote SI ter tehničnega sistema. Vse vrednosti so podane v SI merskem sistemu, prikazujejo pa se v SI ali izbranem tehničnem merskem sistemu, ki je kompatibilen z že obstoječo (običajno skromno) instrumentacijo livne naprave.

Vsako definirano spremenljivko lahko prikazujemo v prikazovalnem oknu, ki je sestavljeno iz štirih delov: vrednost, napaka, graf in ime spremenljivke. Spremenljivka je tako predstavljena v obliki grafa, številčne vrednosti z oznako enote in odstopanja od referenčne vrednosti. Med samim prikazovanjem lahko izbiramo med celotnim ali delnim izpisom prikazovalnega okna.

Prvi zaslon prikazuje vrednost parametrov ulivanja na shemi livne naprave, kar prikazuje slika 1. Pomik mize se nazorno prikazuje z vizuelnim pomikom mize, oznako ob oštevilčeni skali in številčnim izpisom vrednosti pomika mize. Na enak način je predstavljena višina hladila v livnem jašku. Spremenljivke temperatura ulivanja, hitrost ulivanja, pretok hladila in temperatura hladila se pred vstopom v kokilo prikazujejo v prikazovalnih oknih. Spremenljivke,



Slika 2. Prikaz parametrov v dveh časovnih skalah.
 Figure 2. Presentation of parameters in two time scales.

ki imajo za obseg samo dve vrednosti, se prikazujejo z oznako odprto-zaprto ali vklop-izklop.

Drugi zaslon je namenjen za prikaz porazdelitve temperatur v ingotu in slepem dnu. Obsega vzdolžno in prečno porazdelitev temperature. Vzdolžna porazdelitev je zajeta v sredini ingota. Prečna porazdelitev je prikazana v desetih presekih ingota na željenih višinah, ki so predhodno vnešene. Višine so podane v odstotkih dolžine ingota in se tako dinamično spreminjajo glede na spremembo dolžine ingota. Istočasno se prikazujejo v številčni obliki ostali parametri ulivanja.

Tretji zaslon prikazuje parametre v obliki grafov, kar prikazuje slika 2. Vrednosti parametrov se izrisujejo v dveh časovnih skalah: urna in minutna skala. Takšen način prikaza parametrov omogoča operaterju livne naprave podroben pregled nad spremenljivkami in istočasno tudi celoten potek določenih spremenljivk v enoti ene ure. Seveda se lahko časovni enoti spremenita glede na z livnim programom predvideno dolžino trajanja ulivanja.

2.3 Shranjevanje podatkov

Vsi vhodni podatki se shranjujejo v kodirano datoteko. Ulivanje je časovno dolgotrajen proces, zato se v datoteko zapisujejo samo spremembe vrednosti spremenljivk. Absolutno vrednost spremembe spremenljivke določa natančnost senzorja ali prenosnega kanala. Operater lahko ta prag tudi poveča in s tem zmanjša natančnost shranjenih podatkov.

Vsaka vrednost spremenljivke se tako zapiše v datoteko kot par časa ulivanja in vrednost spremenljivke ob časovnem koraku.

Podatki shranjeni v kodirani datoteki so dostopni operaterju in tehnologu pri pregledu in analizi podatkov. Zapisani so sekvenčno, zato so enostavno in hitro dosegljivi. Podajamo jih lahko tudi kot referenčne vrednosti pri bodočih ulivanjih. Ob uvedbi regulacije v sistem spremljanja parametrov kontinuiranega ulivanja so lahko tudi krmilni signali za regulatorje procesa.

2.4 Analiza podatkov

Računalniško zajemanje in spremljanje podatkov nima namena zgolj nadomestiti analogne instrumente na komandni plošči z barvnimi slikami, temveč obogatiti informacijo o procesu z njegovo zgodovino. Po tvorbi baze podatkov o posameznih ulivanjih omogoča zajemanje podatkov iz te baze in primerjavo podatkov med seboj. Vrednosti spremenljivk izriše v časovni odvisnosti v obliki grafov. Grafi so lahko normirani med seboj po vrednosti, ali pa so v različnih dimenzijskih skalah. Operaterju ali tehnologu je tako omogočena medsebojna primerjava parametrov uspešnih in neuspešnih ulivanj. Namesto odvisnosti od časa lahko operater izbere odvisnost posameznih spremenljivk tudi od drugih spremenljivk, če mu to omogoča kvalitetnejšo analizo parametrov sistema. Podatkovna baza omogoča preprost vizuelni pregled procesnih spremenljivk v kateremkoli standardu.

3 Zaključek

Programski paket pomaga operaterju pri njegovem delu in je kvaliteten pripomoček ekspertu, pa naj bo to sama analiza tekočega ulivanja ali spoznavanje zakonitosti odvisnosti parametrov med samim ulivanjem. Programski paket pa je zgrajen tako, da ga je mogoče v bodoče dopolniti z ekspertnim sistemom, ki bo svetoval operaterju pri pripravi ulivnega programa in samem izvajanju ulivanja.

Zahvala

Avtorji se zahvaljujejo Ministrstvu za znanost in tehnologijo republike Slovenije, Mariborski livarni Maribor, IMPOL Slovenska Bistrica, TALUM Kidričevo in Železarni Jesenice za podporo v okviru predkonkurenčnega projekta "Prenos toplote in snovi pri kontinuiranem ulivanju".

4 Literatura

- ¹ E. Laitinen: On the Simulation and Control of the Continuous Casting Process, Report 43, University of Jyväskylä, Department of Mathematics, 1989.
- ² B. Šarler: Prenos toplote in snovi pri kontinuirnem ulivanju, Projektna dokumentacija, Ljubljana 1991.
- ³ B. Šarler, B. Mavko, A. Stritar, A. Košir: Prenos toplote in snovi pri kontinuirnem ulivanju; Faza 1: Impol Slovenska Bistrica, IJS Delovno poročilo 6390, Ljubljana 1992.
- ⁴ U.S. Nuclear Regulatory Commission: Clarification of TMI Action Plan Requirements, NUREG-0737 Supplement No. 1, Washington 1982.
- ⁵ U.S. Nuclear Regulatory Commission: Man-Machine Interface Issues in Nuclear Power Plants, NUREG/CR-5348, Washington 1989.
- ⁶ U.S. Nuclear Regulatory Commission: A Status Report Regarding Industry Implementation of Safety Parameter Display Systems, NUREG-1342, Washington 1989.