Savremen način upravljanja procesom proizvodnje mineralne vune

Stanko P. Stankov

Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

Izvod

U radu se razmatra upravljanje pogonom za proizvodnju mineralne vune koji se sastoji od većeg broja tehnoloških celina različitih po složenosti i veličini. Primena savremene opreme na bazi PLC (*programmable logic controller*) i SCADA (*supervisory control and data acquisition*) konfiguracije, obezbeđuje optimalno upravljanje tehnološkim procesom. Nadzorno-upravljački sistem eliminiše neželjene promene u proizvodnoj liniji, ili ih ograničava u dozvoljenim granicama saglasno tehnologiji. Omogućena je vizuelizacija svih tehničko-tehnoloških podсистема putem intuitivnih ekrana na monitorima i operatorskim panelima. Određeni objekti proizvodnog procesa predstavljeni su odgovarajućim simbolima, koji menjaju boju u zavisnosti od statusa (rad, neaktivno stanje, stand by, kvar i sl.). Simbolima su pridruženi karakteristični parametri i veličine čije se tekuće vrednosti prate grafički i/ili tabelarno. Vrš se arhiviranje podataka o vrednostima procesnih veličina i stanju instalirane opreme. Primenom opisanog upravljanja postiže se optimizacija potrošnje energije i sirovina, odgovarajući kvalitet proizvoda, uz zadovoljenje zahteva koji se odnose na sigurnost procesa i ekološke standarde.

Ključne reči: proizvodni pogon; mineralna vuna; nadzor; upravljanje; PLC; SCADA.

Dostupno na Internetu sa adrese časopisa: <http://www.ache.org.rs/HI/>

STRUČNI RAD

UDK 666.198:65

Hem. Ind. 67 (2) 375–384 (2013)

doi: 10.2298/HEMIND120428069S

Mineralna vuna je izolacioni materijal koji se upotrebljava za toplotnu, protivpožarnu i zvučnu izolaciju. Nalazi široku primenu u građevinarstvu, industriji i brodogradnji. Izolacija od mineralne vune omogućava maksimalnu uštedu energije u sistemima za grejanje i hlađenje, čime se poboljšavaju mikroklima i ugodnost boravka u zgradama.

Na tržištu postoji čitav spektar proizvoda od mineralne vune za različite primene: kosi i ravni krovovi, spoljašnji, unutrašnji i pregradni zidovi, podovi na tlu i u međuspratnoj konstrukciji. Mineralna vuna se koristi kao izolacioni materijal i kod termotehničkih proizvoda, toplovoda, gasovoda, vodovoda i sl. Osnovne karakteristike ovog proizvoda su: vodootpornost, paropropusnost, otpornost na hemikalije i mikroorganizme, dugotrajnost, negorivost (topi se na temperaturi većoj od 1000 °C), ne menja dimenzije s promenom temperature okoline i drugih vremenskih uslova, ne pospešuje razvoj bakterija i buđi i reciklira se. Značajna karakteristika mineralne vune, čija je struktura u vidu isprepletenih vlakana, jeste mogućnost „upijanja“ zvučnih vibracija, koje putuju kroz strukturu vune i pretvaraju se u toplotu [1]. Ovo čini mineralnu vunu jednim od najboljih građevinskih materijala za zvučnu izolaciju.

TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE PROCESA PROIZVODNJE

Pogon za proizvodnju mineralne vune sadrži sledeće tehničko-tehnološke celine: skladište sirovina (koks,

kamen i šljaka), transport sirovina do vage za odmeravanje i uređaja za doziranje, kupolnu peć, sistem filtracije, centrifuge, pripremu veziva, skladište goriva (mazut, nafta, gas), gorionike, kompresorsku stanicu, polikondenzacionu komoru (PK), testere za uzdužno i poprečno sečenje vune, sistem za ventilaciju i otpušivanje, liniju za pakovanje i transport gotovih proizvoda do skladišta. Uprošćeni dijagram toka procesa proizvodnje mineralne vune prikazan je na slici 1.

Treba napomenuti da su za realizaciju proizvodnje mineralne vune vrlo značajna i hemijska laboratorija, u sklopu koje je služba za sprovođenje kvaliteta i tehnička služba održavanja opreme i uređaja proizvodnog pogona. Za dobijanje finalnog proizvoda potrebno je besprekorno funkcionisanje svih tehnoloških celina.

U procesu proizvodnje mineralne vune koriste se sirovine koje su mešavina prirodnih mineralnih stena magmatskog i sedimentnog porekla. Osnovu čine magmatske stene, poput bazalta, dijabaza, gabro i andezita, koje u svom sastavu sadrže SiO₂ i to od 40 do 52%. Sedimentne stene kao što su krečnjak, krečnjak s primesom dolomita ili gline, dodaju se da bi se pospešio proces topljenja. Treća komponenta je šljaka (zgura), koja nastaje kao nuz proizvod u procesu proizvodnje gvožđa u visokim pećima. Od veštačkih materijala koriste se briketi koji se dobijaju preradom otpada iz tehnološkog procesa uz dodatak cementa, pri čemu se postiže zatvoreni proces recikliranja otpada. Hemijska jedinjenja koja ulaze u sastav navedenih sirovina su oksidi silicijuma, aluminijuma, kalcijuma, magnezijuma i gvožđa [1, 2]. Sirovine (koks, kamen, šljaka i briketi) najpre se preko kosih transportera dopremaju do silosa. Iz silosa se ove sirovine, jedna po jedna, odmeravaju pomoću vage a zatim automatski sipaju u posude

Prepiska: Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, A. Medvedeva 14, Niš, Srbija.

E-pošta: stanko.stankov@elfak.ni.ac.rs

Rad primljen: 28. april, 2012

Rad prihvaćen: 19. jun, 2012

Slika 1. Uprošćeni blok dijagram procesa proizvodnje mineralne vune.
Figure 1. A simplified block diagram of mineral wool production process.

koje su povezane s vibracionim uređajima. Pogoni ovih uređaja su ili snažni elektromagneti ili elektromotori sa ekscentrom. Pomoću njih se vrši šaržiranje (sirovine se ubacuju u slojevima) u kupolnoj peći, u kojoj se tope na temperaturi od 1300 do 1600 °C. Kao dodatni energent koristi se nafta, koja služi za spaljivanje dimnih gasova. Sistem prečišćavanja dimnih gasova omogućava u velikoj meri uklanjanje prašine i ugljen monoksida a značajan deo energije se vraća nazad u proces proizvodnje. U peći se meri temperatura i nivo. Podaci sa senzora temperature i nivoa mase vode se na analogne ulaze upravljačke jedinice koja nadgleda peć. Procesi koji se odvijaju u peći su vrlo složeni i raznoliki: sagorevanje koksa, procesi razmene toplote, topljenje sirovina (šljake i ka-

mena), pri čemu nastaju fizičko-hemijske transformacije materijala iz jednog agregatnog stanja u drugo. Rastopljena masa se iz kupolne peći kontrolisano dovodi na točkove automatski vođenih centrifuga, gde dolazi do raspršivanja te mase u vidu kapljica. Pod dejstvom visokopritisnog ventilatora uduvava se vazduh preko točkova centrifuga, koji nastale kapljice razvlači u vlakna [2,3].

Iz vlaknaste strukture obrazuje se sloj vune tzv. filc (slika 2a). Tu se istovremeno vrši doziranje vezivnih sredstava na bazi fenol-formaldehidne smole. Filc zatim stiže do sistema za taloženje vune – takozvanog pendel (klatno) sistema, koji omogućava postizanje dobrih izolacionih karakteristika, tako što obezbeđuje ravnomerno raspoređivanje vlakana i visok stepen njihove ispre-

Slika 2. a) formirani filc mineralne vune, b) ulazak filca u PK komoru, c) uzdužno i poprečno sečenje ploča mineralne vune.
Figure 2. a) formed felt of mineral wool, b) felt entry into PK chamber, c) longitudinal and transversal cutting of mineral wool panel.

pletanosti. Na ovaj način se stvara više mesta za „zadržavanje vazduha“, što je jedan od primarnih uslova za funkcionisanje izolacionog materijala. Sledeća etapa je prolazak filca kroz polikondenzacionu komoru – PK (slika 2b), u kojoj nastaje proces polimerizacije fenol-formaldehidne smole pod dejstvom cirkulacije vrućeg vazduha, čija je temperatura od 150 do 320 °C. U ovim uslovima dolazi do isparavanja vode i učvršćivanja veziva koje je dodato u fazi raspredanja mase. Topao vazduh dolazi preko kanala povezanih s gorionicima, čiji se rad automatski odvija na osnovu zadate temperature. Svi dimni gasovi se spaljuju i prečišćavaju i kao takvi ispuštaju se u atmosferu. Za pogon PK primenjen je elektromotor s frekventnom regulacijom. Brzina komore se reguliše u opsegu 0–15 m/min. Ova brzina automatski se određuje na osnovu asortimana vune koja se proizvodi (meka, polumeka, polutvrda, tvrda vuna). Operateru, u komandnom pultu, data je mogućnost da pomoću potencijometra ubrzava/usporava komoru (korekcija se automatski prihvata u algoritmu upravljanja). Ovu mogućnost su nametnuli određeni praktični razlozi.

Po izlazu iz PK komore sloj mineralne vune se hladi u zoni za hlađenje, a nakon toga preko transportera putuje do uzdužnih testera (slika 2c), kojima se raseca sloj vune po dužini. Osim uzdužnih postoji i poprečna testera. Ona služi za poprečno sečenje na osnovu zadate dužine. Uzdužne testere kao i poprečna imaju električni pogon. Poprečna testera nalazi se na postolju koje se pokreće od strane posebnog elektromotora. Postoji sinhronizacija rada testera i PK komore. Ovde se obavlja i odmeravanje dužina na osnovu kojih se vrši poprečno sečenje. Merenje dužine vrši se pomoću točka koji naleže na sloj vune. Na osovini točka je enkoder koji daje određen broj impulsa po obrtaju. Impulsi se uvode u odgovarajući brojački ulaz upravljačke jedinice. Na osnovu broja impulsa i zadate dužine šalje se upravljački signal poprečnoj testerici, kako bi se izvršilo poprečno sečenje i dobili paneli vune zadatih dimenzija. Zaustavljanje poprečne testere sa leve i desne strane vrši se pomoću induktivnih davača, čiji se signali takođe vode na digitalne ulaze upravljačke jedinice koja regu-

liše rad testera. Uzdužne testere rade stalno dok ima vune na liniji. Ovako rasečeni komadi idu putem transportera do mašine za pakovanje i dalje paketi odlaze u magacin gotovih proizvoda. Prilikom sečenja mineralne vune stvaraju se okrajci, opiljci i prašina, koji se odvođe pomoću ventilatora, preko kanala u separator. Od ovih otpadaka, koji se melju i drobe u granulatu, uz dodatak peska i cementa prave se briketi. Oni se koriste kao dodatak osnovnoj sirovini [3,4].

KONCEPCIJA UPRAVLJANJA

Kontroleri

Sve etape proizvodnog procesa su automatizovane i nadgledane, a rad svih tehnoloških celina je sinhronizovan. Realizacija nadzorno-upravljačkog sistema je relativno složen zadatak, pogotovo ako se radi o kompleksnom objektu gde se javljaju razni merno-akvizicioni i upravljački uređaji i signali, koje treba povezati u funkcionalnu celinu. Projektant ovog sistema treba da ima uvid u sve tehničke i tehnološke zahteve, u funkcionalnost celokupne opreme i uređaja, kao i uvid u sve tehničke instalacije i tehničke sisteme, kojima će se upravljati. Neophodno je na početku projekta na koncizan način sagledati sve analogne i digitalne ulaze i izlaze (pogodno je predstaviti ih tabelarno, korišćenjem npr. Excel-a), kako bi se imao jasan pregled svih signala, što olakšava koncipiranje nadzorno upravljačkog sistema [2,3].

Blok šema upravljanja procesom prikazana je na slici 3. Kao što je već napomenuto pogon za proizvodnju mineralne vune sastoji se iz nekoliko tehnoloških međusobno povezanih i uslovljenih celina. Za svaku tehnološku celinu postoji posebna upravljačka jedinica (kontroler). Najveći broj upravljačkih jedinica je Simatic S7 1200 (transformatorska stanica i dizel agregat; kosi transporteri za zahvatanje sirovina, vibracioni elementi, vaga i peć; centrifuge; priprema veziva; skladišni rezervoari nafte, dnevni rezervoar i gorionici; kompresorsko postrojenje; sistem ventilacije i mašina za pakovanje. Instalirano je ukupno 7 jedinica). PK komora, uzdužne

Slika 3. Konfiguracija upravljačkog sistema pogona za proizvodnju mineralne vune.
Figure 3. Control system configuration of mineral wool production plant.

testere i poprečna testera vezane su na Simatic S7 300. Sve upravljačke jedinice su međusobno povezane Profibus DP (*process field bus decentralized peripherals*) mrežom čime je obezbeđena razmena neophodnih podataka i time omogućena sinhronizacija rada tehnoloških celina. Decentralizovane periferije, smeštene u ormarima duž pogona, služe za prikupljanje lokalnih digitalnih i analognih signala i slanje komandi izvršnim organima. Periferine jedinice (lokalni PLC-ovi) koje uprav-

ljaju pojedinim tehnološkim celinama izvršavaju odgovarajuće upravljačke algoritme.

Protivpožarna i protivprovalna centrala su takođe povezane sa sistemom upravljanja, kao i HVAC sistem (sistem grejanja, hlađenja i ventilacije). U ekscenim situacijama (pojava požara) protivpožarna centrala blokira rad određenih tehnoloških celina.

Nadzor i upravljanje tehnološkim celinama vrši se preko lokalnih 15" HMI (*Touch-screen* panela), koje su

spregnute sa PLC uređajima, dok se nadzor i vizuelizacija procesa sa logovanjem podataka vrši preko SCADA sistema (1 *server* i dva *client* računara) [3–11].

Pogon se nadgleda od strane dva operatera u smeni, od kojih se jedan nalazi u glavnom komandnom pultu (pored PK), a drugi u pultu smeštenom u blizini kupolne peći.

SCADA sistem

SCADA softver omogućuje specificiranje funkcionalnih celina procesa i pojedinih elemenata u okviru njega, grafički interfejs, animiranje procesa, *real-time* i hronološko praćenje relevantnih veličina, alarmiranje u slučaju da dođe do prekoračenja definisanih vrednosti određenih veličina i parametara, akviziciju i skladištenje podataka i analizu tih podataka.

Uporedo s razvojem SCADA sistema nastala je i potreba za zaštitom podataka koji se prenose, kako akvizicionih tako i upravljačkih informacija. U pogonu za proizvodnju mineralne vune centralna SCADA je instalirana na industrijskom PC računaru, koji se nalazi zajedno sa serverom u glavnom komandnom pultu, pored PK komore. Drugi SCADA računar instaliran je u sobi kod rukovodioca službe održavanja. Definisani su razni nivoi pristupa sistemu. Pravo pristupa imaju samo autorizovani korisnici. SCADA za ovaj proces razvijena je u softverskom paketu WINCC. Jedan SCADA ekran, koji predstavlja tehnološku šemu pogona prikazan je na slici 4. Kreiran je veliki broj SCADA ekrana koji omogućavaju operateru da prati zadate i tekuće vrednosti ključnih

veličina i parametara. Na slici 5 predstavljena je preko jednog ekrana, proizvodna linija s PK komorom, uzdužnim i poprečnim testerama [3,4,8,9,13].

Problem otprašivanja u tehnologiji proizvodnje mineralne vune rešen je ugradnjom sistema za otprašivanje, koji sadrži filter i ventilator. Pomoću filtra se skuplja otpadna prašina koja se pojavljuje u toku procesa sečenja mineralne vune i skladišti se u prostor određen za otpatke. Filter je u sprezi s ventilatorom koji mora uvek da radi da bi se održao zadati podpritisak, bez obzira na to da li se sistem nalazi u automatskom režimu ili je u modu servisiranja. U sklopu filtra postoji još jedan motor manje snage, koji ima ulogu da u određenom trenutku „otresa“ vreće postavljene u samom filtru. Suština rada sistema otprašivanja je održavanje konstantnog podpritiska u cevovodima za otprašivanje, nezavisno od broja otvorenih/zatvorenih zasuna. Vrednost podpritiska se održava frekventnim regulatorom, primenom PID zakona upravljanja. Na SCADA ekranu sistema otprašivanja (slika 6) mogu se pratiti zadata i merena vrednost podpritiska, kao i parametri motora ventilatora: frekvencija, napon, struja, snaga i obrtni moment.

Na slici 7 dat je trend graf stanja pritiska filtra i frekvencije motora. Crnom bojom na grafikonu označen je zadati pritisak u sistemu, dok je braon bojom označen pritisak koji se meri u toku rada. Plavom bojom predstavljena je tekuća vrednost frekvencije. Može se videti da postoji odstupanje izmerenog pritiska u odnosu na

Slika 4. Tehnološka šema pogona za proizvodnju mineralne vune (jedan SCADA ekran).

Figure 4. Technological scheme of mineral wool production plant (a SCADA screenshot).

Slika 5. Proizvodna linija s PK komorom i testerama.

Figure 5. Production line with the PC chamber and saws.

Slika 6. Sistem otprašivanja proizvodne linije.

Figure 6. Dedusting system of production line.

Slika 7. Trend graf pritiska i frekvencije motora ventilatora.

Figure 7. Trend graph of fan motor pressure and frequency.

zadati, ali to odstupanje je u dozvoljenim granicama. Na grafiku se uočava ujednačena frekvencija motora ventilatora bez skokova i većih odstupanja, što je povoljno sa aspekta upravljanja.

Pojedini kontroleri su u sprezi sa odgovarajućim *touch* panelima. Paneli sadrže takođe veliki broj kreiranih intuitivnih SCADA ekrana, koji omogućavaju operaterima pojedinih tehnoloških celina, zadavanje i pregled parametara. Stranice su kreirane tako da prikazuju funkcionalne celine procesa sa prikazima vrednosti procesnih parametara i tokovima materijala i energije. Elementi procesa na ekranima predstavljaju izgled stvarnih izvršnih organa i bojom signaliziraju trenutni status. Označavanjem određenog elementa pokreće se konfiguracijski izbornik sa odgovarajućim parametrima i mogućnošću biranja ručnog ili automatskog režima rada. Nadzorom i upravljanjem tehnološkim celinama obezbeđuje se: vizuelizacija statusa pogona i merenja bitnih parametara u pogonu; prijem, obrada i prikaz procesnih merenja; trend prikaz merenja; hronologija događaja i analiza; praćenje i obrada signala upozore-

nja i alarma; mogućnost daljinskog automatskog i daljinskog ručnog vođenja objekata u okviru pogona; generisanje i prezentovanje dnevnih i periodičnih izveštaja; liste preduslova po pojedinim funkcionalnim celinama; dodatne funkcije po zahtevu korisnika [3,10–13].

Na slici 8 prikazan je jedan SCADA ekran mašine za pakovanje panela mineralne vune u termoskupljajuću foliju. Na izlazu mašine dobijaju se kompaktni paketi koji se mogu dalje transportovati. Brzina pakovanja od 6 ciklusa u minuti (360 kom/h) zadovoljava zahteve pogona za proizvodnju mineralne vune. *Touch* panel omogućuje jednostavno zadavanje i pregled parametara. Na osnovu unetih podataka o raspoloživoj vrsti termoskupljajuće folije, upravljački sistem podešava snagu grejača u grejnim sekcijama termotunela, pri čemu se za kratko vreme oblikuje paket. Prilagođava se snaga grejača i vreme sečenja i zavarivanja folije. Motori s frekventnom regulacijom vrše optimalno odmotavanje termoskupljajuće folije sa valjaka. Spuštanje podizača panela mineralne vune automatski se sinhronizuje sa proizvodnom linijom, na osnovu podataka o

Slika 8. SCADA ekran mašine za pakovanje.

Figure 8. SCADA screen of packing machine.

asortimanu vune koja se proizvodi. Omogućeno je postavljanje nalepnica na svakom paketu i brojanje paketa. Podaci o temperaturi u termotunelu, temperaturi zavarivanja i broju paketa komunikacijom se prenose do centralnog SCADA sistema [14].

ZAKLJUČAK

Primenjen je nadzorno–upravljački sistem zasnovan na PLC i SCADA konfiguraciji s decentralizovanim distribuiranim upravljanjem tehnološkim celinama, koje su sastavni delovi pogona za proizvodnju mineralne vune. Upravljačke jedinice vrše programsko upravljanje postrojenjem i regulaciju tehnoloških veličina i parametara poput nivoa, protoka, brzine, temperature, pritiska i dr., pri čemu se uzimaju u obzir sve moguće situacije u radu mašina i uređaja, koji su instalirani u pogonu i štite se od tehnoloških i električnih havarija. Grafička interpretacija sastavnih celina pogona preko dinamičkih ekrana omogućava operateru komforan i lak interfejs za praćenje procesa proizvodnje. Kontrolišu se transformatorska stanica i dizel agregat, transport i doziranje sirovina, procesi u kupolnoj peći, centrifuge, PK komora, gorionici, kompresorska stanica, priprema i doziranje veziva, sečenje vune, sistem ventilacije i otpašivanja, pakovanje gotovih panela i transport do magacina. Upravljački sistem vrši identifikaciju promene stanja procesa, dijagnozu i prognoziranje grešaka, omogućava predviđanje ponašanja objekata upravljanja u uslovima promene ulaznih protoka materijala i generiše optimalne vrednosti upravljačkih promenljivih kako bi se smanjilo vreme zastoja i ostvarili tehničko-ekonom-

ski zahtevi vezani za kvalitet mineralne vune. Sistem, pored akvizicije i obrade podataka koji su vezani za vrednosti procesnih veličina i stanje instalirane opreme, vrši i njihovo arhiviranje. Omogućeno je kreiranje i štampanje smenskih, dnevnih, sedmičnih i mesečnih izveštaja o toku proizvodnje, funkcionalnosti i raspoloživosti proizvodnog pogona, na osnovu čega se rade analize i potrebne korekcije u cilju povećanja produktivnosti. Posebna pažnja je posvećena alarmnim stanjima, koja nastaju u slučaju kvara ili prekoračenja zadatih granica određenih veličina. Alarmni signal se manifestuje zvučnom i svetlosnom signalizacijom, uz odgovarajuću tekstualnu poruku na ekranu, s datumom i vremenom nastanka i uz zahtev operateru da na određen način potvrdi alarm. Alarmi kao i drugi važni podaci, čuvaju se u bazi podataka, uključujući i informaciju o vremenu otklanjanja uzroka nastajanja datog alarma. Informacije o statusu ugrađene opreme, uređaja i zaštitnih elemenata omogućavaju planiranje periodičnih pregleda i remonta pojedinih linija ili celog postrojenja, kada se vrši zamena određenih delova, što značajno doprinosi efikasnosti tekućeg, preventivnog i investicionog održavanja. Ovim se bitno povećava pouzdanost i sigurnost proizvodnog pogona. Određeni podaci o funkcionalnosti pogona, raspoloživim sirovinama i količinama gotovih proizvoda dostupni su menadžmentu u svakom trenutku putem interneta. Potpunom automatizacijom proizvodnog procesa, koji je po svojoj prirodi kompleksan i multidisciplinarn, smanjeni su u značajnoj meri škart i potrošnja energije, optimiziran je broj radne snage, postignut je solidan kvalitet finalnog proizvoda i omogućen je rad proizvodnog pogona punim kapacitetom.

tetom. Određena tehnička rešenja (nadzor transformatorske stanice i dizel agregata, nadzor kompresorske stanice, regulacija elektromotornog pogona, upravljanje sistemom otprašivanja, upravljanje HVAC (*heating, ventilation, and air conditioning* – grejanje, ventilacija i hlađenje) sistemima, upravljanje sistemom transporta i doziranja) primenjena u realizaciji nadzorno-upravljačkog sistema za proizvodni proces mineralne vune, mogu se primeniti kod regulacije velikog broja industrijskih procesa.

Zahvalnost

Rad je deo realizacije projekta III 44006 – Razvoj novih informaciono-komunikacionih tehnologija, korišćenjem naprednih matematičkih metoda s primenom u medicini, energetici, zaštiti nacionalne baštine i obrazovanju, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] I. Ohberg, Technological development of the mineral wool industry in Europe, Ann. Occup. Hyg. **4B** (1987) 529–554.
- [2] S. Stankov, Uputstvo za održavanje linije za proizvodnju mineralne vune (za službu mašinskog i elektro održavanja) u Fabrici "Galenika – 25 maj" u Surdulici, 1990.
- [3] N. Bogdanović, S. Stankov, Projekat automatizacije otprašivanja u Fabrici "Knauf Insulation" u Surdulici, Vranje, 2011.
- [4] H. Berger, Automating with Simatic Integrated Automation with Simatic S7 - 300/400, Controllers, Software,

Programming, Data Communication, Operator Control and Process Monitoring, 2nd revised edition, Erlangen, 2003.

- [5] H. Berger, Automating with STEP 7 in LAD and FBD, Simatic S7 – 300/400, Programmable Controllers, 3rd revised edition, Erlangen, 2005.
- [6] H. Berger, Automating with STEP 7 in STL and SCL Programmable controllers Simatic S7 - 300/400, 3rd edition, Erlangen, 2005.
- [7] J. Weigmann, G. Kilian, „Decentralization with profibus DP/DPV1“, 2nd revised and enlarged edition, 2003.
- [8] D. Barley, Wright Edwin, Practical SCADA for Industry, Elsevier, 2003.
- [9] Siemens Simatic HMI "WinCC flexible 2008 Compact/Standard/Advanced, User's Manual", Edition 07/2008
- [10] Siemens Simatic "Working with Step7, Getting started", Edition 03/2006.
- [11] Siemens "Power Meter SIMEAS P, Manual", Edition 01/2007
- [12] Т.Б. Потапова, Информационно-управляющие системы. Эволюция. Проблемы. Решения, Промышленные АСУ и контроллеры, 2002.
- [13] А.Н. Любашин, Интегрированные системы автоматизации для отраслевых применений, Мир компьютерной автоматизации, 3/2001.
- [14] S. Stankov, Upravljanje mašinom za pakovanje mineralne vune, Dvadeset četvrti međunarodni kongres o procesnoj industriji PROCESING 2011, Sekcija Projektovanje, izgradnja, eksploatacija i održavanje procesnih postrojenja, rad sa red. br. 3.8. u Zborniku radova na CD-u, Fruška gora, 2011.

SUMMARY

MODERN CONTROL OF MINERAL WOOL PRODUCTION PROCESS

Stanko P. Stankov

University of Niš, Faculty of Electronic Engineering, Niš, Serbia

(Scientific paper)

In this paper, the control of the plant for mineral wool production consisting of a number of the technological units of different sizes and complexity is considered. The application of modern equipment based on PLC (Programmable Logic Controller) and SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) configuration provides optimal control of technological processes. The described supervisory and control system consists of a number of units performing decentralized distributed control of technological entities where all possible situations are considered during the operation of machines and devices, which are installed in electric drives and are protected from technological and electrical accidents. The transformer station and diesel engine, raw materials transport and dosage, processes in dome oven, centrifuges, polycondensation (PC) chamber, burners, compressor station, binder preparation and dosage, wool cutting, completed panel packing and their transport to storehouse are controlled. Process variables and parameters such as level, flow, velocity, temperature, pressure, etc. are controlled. The control system identifies process state changes, performs diagnostics and prediction of errors. It also provides predictions of behavior of control objects

Keywords: Plant • Mineral wool • Supervision • Control • PLC • SCADA

for material flow inputs, generates optimal values of control variables to decrease downtime and techno-economical requirements for desired wool quality. The supervisory and control system either eliminates unwanted changes in the production line or restricts them within the allowable limits according to the technology. In this way, the optimization of energy and raw materials consumption and appropriate products quality is achieved, where requirements are satisfied in accordance with process safety and environmental standards. SCADA provides a visual representation of controlled and uncontrolled parts of the technological process, processing alarms and events, monitoring of the changes of relevant variables, data archiving, choice of either automatic or manual control. Supervision of the production process by intuitive screens on monitors and display terminal is allowed to the operator. Certain objects of the plant are represented by the appropriate symbols, the color of which changes depending on the status (working, inactive status, stand by, failure, etc.). The symbols are associated with characteristic parameters and the variables whose values are monitored by graphics and/or tables. Special attention is paid to alarm conditions occurring in the case of failure or exceeding the set limits of certain values. The alarm signal is manifested by sound and signal light, with a corresponding text message on the screen, with the date and time of occurrence and the request to the operator to confirm the alarm in some way. Alarms and other important data are stored in the database, including information about the time of removing the causes of the alarm. Besides data acquisition and processing data of process variables and installed equipment state, the system also provides data archiving and generating and printing of daily, weekly and monthly reports. Based on these reports, analysis and appropriate corrections are applied to increase productivity. Specific data of drive functionality, raw materials and amounts of final products are available to management at any moment via the Internet. Information about the status of embedded equipment, devices and protective elements provide planning periodical reviews and reinstallation of some lines or the entire plant. Replacement of certain parts then significantly contributes to the efficiency of current, preventive and investment maintenance. In this way, the reliability and safety of the production plant are increased. With complete automatization of production processes that is complex and multidisciplinary, damages and energy consumption decrease considerably, workforce is optimized, good quality of the final product and plant operation at full capacity are achieved. Some technical solutions (diesel engine and transformer station supervision, compressor station supervision, electric drive regulation, dedusting system control, HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) system control, transport and dosage system control) applied to the supervision and control system for mineral wool production process, can be also applied to the regulation of a large number of industrial processes.