

Dosedanje izkušnje Mariborske livarne pri izboljševanju delovnih pogojev in zmanjševanju onesnaženja zraka

UDK: 669.2/8:331.82:641.7
ASM/SLA:

Ludvik Puklavac

Potreba za reševanje problemov onesnaženja okolja v MLM izhaja iz temeljne dejavnosti delovne organizacije, ki je takšna, da pri proizvodnih procesih nastajajo posebne toplotne razmere, dimi, prah, ropot, odplake in razni trdni odpadki. V proizvodnih obratih TOZD Maribor predelujemo barvaste kovine v standardne zlitine in polizdelke s taljenjem, rafinacijo, litjem in postopki gnetne predelave. Izdelujemo tudi določene končne izdelke, kjer uporabljamo postopke strojne obdelave in površinske obdelave z mehanskimi in galvanskimi postopki. Za vzdrževanje take proizvodnje so potrebne še stranske dejavnosti, ki zagotavljajo oskrbo z orodji, energijo, vodo, transportno povezavo in drugo.

Pri takšni dejavnosti so pojavi dima, plinov, prahu, ropota in povišanih temperatur povsem normalni. Ti pojavi so navadno kombinirani, na različnih lokacijah in z različno intenzivnostjo.

Izpuščanje dima, prahu in par v atmosfero, kar je bila za tovrstno dejavnost v svetu do nedavnega običajna praksa, je v našem primeru nevzdržno. Naši obrati so namreč locirani v ožjem področju Maribora, kjer so še številni industrijski obrati, obrati drugih delovnih organizacij. Razen tega pa so v samem Melju še stanovanjski predeli, ostala naseljena področja Maribora pa so v neposredni bližini.

Izvori in vrste emisij in odpadnih snovi pri predelavi bakra v TOZD Maribor

Pri poslovanju TOZD nastanejo odpadne snovi, ki odhajajo iz mesta nastajanja v obliki dima, delno pa tekočih odplak. Trdne odpadke opredeljujemo po njihovi uporabnosti za ponovno izkoriščanje v lastni tehnologiji in tehnologiji drugih DO, medtem ko zavržemo le neuporabne odpadke.

1. Dim

Dim vsebuje poleg sestavin zraka še druge pline, pare in prah. Škodljivost dima lahko ocenimo, če poznamo njegovo sestavo in fizikalne

značilnosti. Ti podatki so potrebni tudi za snovanje naprav, ki služijo za zajetje, odvajanje in čiščenje dima.

Podatkov o dimu v našem primeru ni bilo mogoče posneti po nekih vzorih ali literaturi. Dim nastaja namreč v agregatih, ki so dokaj specifični. Razen tega pa je količina in značilnost dima odvisna od vložnega materila, vrste goriva in tudi od faze delovnega procesa. Tako agregati kot tudi postopki zelo vplivajo na karakteristike dima, odločilni pa so tudi pri zasnovi naprav, s katerimi želimo zaščititi posluževalce in zajeti dim ter ga odvesti od izvora in iz delovnega prostora.

Zato smo ob koncipiranju razvoja opredelili perspektivnost posameznih postopkov in agregatov tako s tehnološkega kot z ekološkega vidika. Pri tem smo nekatere tehnološke postopke opredelili kot neperspektivne, ki jih je potrebno opustiti. Perspektivne postopke in agregate, ki smo jih izbrali za razvijanje posameznih tehnologij in obratov, pa smo se odločili podrobneje raziskati tudi z ekološkega vidika. Po presoji še po tem kriteriju smo izbrali 4 osnovne tipe talilniških in livarskih agregatov.

Izbrane vrste peči smo po obsežnih preizkusih prilagodili našim posebnim potrebam in jih tipizirali, kar omogoča serijsko izdelavo samih peči in nudi vrsto prednosti pri eksploataciji. Pri razvoju tipiziranih zajemalnih peči smo zagotovili izvedbo in karakteristike peči, ki upošteva naše tehnološke zahteve, ne povzroča večjega poslabšanja delovnih pogojev na delovnem mestu livarja in omogoča namestitvev zajemalne nape tako, da osnovne funkcije peči niso ovirane.

Mnogi izvori dima so postopoma izginjali skladno z izvajanjem programa posodabljanja tehnologije, kar pa je pomenilo opustitev in nadomestitev zastarelih in neperspektivnih naprav. Z ukinitevjo teh naprav je problem dima odpadel, ker smo vse nadomestne naprave uredili primerno tudi z ekološkega vidika.

Program saniranja emisij dima smo lahko izvajali samo postopoma glede na investicijske sposobnosti DO.

Dejanski začetek tega prizadevanja je kompleksna raziskava dima na rotacijski plamenski

talilni peči in tipični indukcijski talilni peči leta 1966. Na teh dveh tipih peči nastanejo največje količine dima, peči in postopki pa so reprezentativni za talilniško in livarsko tehnologijo v naši DO. Z meritvami smo zajeli emisije med celotnimi tehnološkimi cikli in zbrane vzorce raziskali ter meritve izvednotili. Dobili smo študijo z naslednjimi podatki: sestava dimnih plinov, temperatura dima, hitrost in količina dimnih plinov, količina prahu, kemična in granulometrijska sestava prahu v času tipičnih zaokroženih tehnoloških ciklov. Podatke smo nato verificirali še s paralelnimi raziskavami in drugimi informacijami. S tem smo dobili osnovo za vse naslednje ukrepe.

2. Prah

Prah in druge nečistoče nastajajo pri mnogih delovnih operacijah. Da bi zaščitili osebje, zagemamo prah in ga odsesavamo. Odvajanje in izpuščanje zaprašenega zraka v ozračje, na primer nad streho delovnega prostora, kar je najenostavnejša rešitev, dandanes ni več zaželeno.

V naših proizvodnih obratih imamo mnogo delovnih mest, kot: brušenje z brusno ploščo ali trakom, rezanje s keramično rezalno ploščo, peskanje, poliranje in druge postopke mehanske obdelave, kjer nastaja prah. Količina, kemična sestava, granulometrijska sestava in fizikalna priroda so odvisne predvsem od delovnega postopka. Skladno s temi karakteristikami, ki pa so splošno poznane tudi v literaturi, izbiramo način filtriranja prahu.

3. Plini in pare

Plini in pare nastajajo v naši dejavnosti pri talilniških in rafinacijskih postopkih, pri luženju, jedkanju, galvanizaciji in posebnih postopkih obdelave kovin. Sestava in koncentracija škodljivih snovi je odločilna za obdelavo odsesane mešanice pred izpustom v ozračje. Za zmanjševanje emisij škodljivih par v okolje smo zgradili nekaj pralnih naprav.

4. Trdne odpadne snovi

Opređeljujemo jih predvsem po tem, kolikšna je njihova možnost ponovne uporabe, da bi čimveč koristnih snovi vračali v tehnološki tok. Naše osnovne surovine so barvne kovine: baker, cink, aluminij, kositer in svinec, ki so relativno drage in zato že z vrednostnega vidika ni mogoče dovoliti prekomernih izgub. Z ekološkega vidika pa pomenijo izgube težkih kovin onesnaževanje okolja.

Naša DO je po tradiciji usmerjena na predelavo sekundarnih surovin, saj znaša delež sekundarnih surovin okrog 60 % od celotne količine vložnega materiala. Osnovna tehnologija je zato prilagojena tem surovinam. Istočasno pa reciklira-

mo v lastni tehnološki tok praviloma vse odplake, ki nastajajo v lastni predelavi, razen tistih, kjer so kovine že kemično vezane.

Lastne odpadke in kupljene odpadne surovine razvrščamo po obliki v kosovne odpadke, ostružke in žlindre.

Tehnologija predelave lastnih in nabavljenih odpadnih surovin je prilagojena obliki in vrsti materiala. Cilj predelave so standardne zlitine bakra, aluminija in cinka. Tehnologija obsega pripravo surovin in talilniško predelavo. Tehnologija je z ekološkega vidika »umazana« z emisijami dima. Naša glavna prizadevanja so veljala zmanjševanju teh emisij.

PRINCIPI REŠEVANJA EKOLOŠKIH PROBLEMŲ

V preteklem 10-letnem obdobju smo opravili razne meritve, raziskave in zbrali številne informacije, razen tega pa zgradili in nabavili številne informacije, razen tega pa zgradili in nabavili številne naprave, ki ščitijo osebje in varujejo okolje. V osnovi so pri tem spoznali, da ni smiselno ločevati inovacij tehnologije od zahtev po zdravih delovnih pogojih in varstvu okolja. Le sočasno reševanje vseh teh vprašanj omogoča hitre, zanesljive in z vidika vlaganj racionalne izvedbe. Izkušnje nas tudi učijo, da je potrebno v pripravljalni fazi ugotoviti stvarno stanje z dovolj ekzaktnimi meritvami emisij. Pred izdelavo izvedbenih projektov je potrebno praviloma graditi prototipe in praktično preizkusiti bistvene detajle zajemalnega sistema pri sesalnih napravah. Prototipne naprave kaže izpopolnjevati, dokler ne dosežemo zadovoljivih efektov. Pri izboru čistilnih naprav smo se vedno odločali za postopke in naprave, katerih učinkovitost je bila v praksi že dokazana.

Pri posameznih praktičnih rešitvah so nas vodili naslednji principi:

1. Pri posodobitvi livarskih obratov smo se odločili **opustiti naprave**, kjer nastajajo velike količine dima, plinov in prahu. Večina teh naprav je bila slaba tudi s tehnološkega in ekonomskega vidika. Veliko skrb smo posvetili razvoju in tipiziranju talilnih in livnih peči. Razen tega pa smo povsem opustili nekatere proizvodne obrate. Opustili smo obrat za litje v pesek z vsemi spremljajočimi dejavnostmi. S tem smo odpravili delovna mesta z neprimernimi pogoji dela in številne izvore dima, prahu in trdnih odpadkov.

Namesto opuščene proizvodnje smo uvedli litje v kokile, centrifugalno in kontinuirno litje, torej manj »umazane« postopke. Razen ekoloških prednosti smo s tem zagotovili boljše kakovost in komercialno učinkovitost nadomestnih proizvodov.

Več manjših kotlarn smo opustili in namesto njih zgradili skupno kotlarno, kjer je zagotavlje-

no boljše zgorevanje goriva. Z dosledno ureditvijo centralnega ogrevanja prostorov so odpadle tudi ostale individualne ogrevalne peči.

2. Koncentriranje in ustrezno lociranje vseh izvorov dima, tako da je mogoče zbiranje v večje čistilne enote. V tem smislu smo opustili številne manjše proizvodne enote in namesto njih smo zgradili večje proizvodne obrate. To je temeljno izhodišče za posodobitev in racionaliziranje tehnologije nasploh. S tem principom zagotavljamo sočasno smiselno, s tehnološkim postopkom vsklajen pretok materiala.

3. Uporaba čistih goriv namesto goriv, ki vsebujejo žveplo. V naših pogojih omogoča uporaba čistih goriv tehnološke prednosti. Zato predvidevamo postopno nadomestitev kurilnega olja z »mešanim plinom« (propan + butan + zrak) in zemeljskim plinom. S tem se bodo škodljive emisije nadalje zmanjševale.

4. Gospodarno izkoriščanje toplote za ogrevanje prostorov. Pri brušenju, poliranju, rezanju s keramično rezilno ploščo in podobnih postopkih nastali prah odsesavamo od delovnih mest, ga vodimo v čistilno napravo in nato izpuščamo v ozračje. S tem odsesavamo velike količine zraka iz delovnih prostorov. Odsesani zrak nadomestimo z vpihovanjem svežega, vendar pozimi ustrezno segretega zraka. Za ekonomiziranje s toploto zato v filtrih očiščeni zrak pozimi praviloma vračamo v delovni prostor v celoti ali vsaj delno.

Pri projektiranju čistilnih naprav definiramo osnove za projekte ogrevanja in prezračevanja delovnih prostorov. Delovanje čistilnih naprav mora biti vedno usklajeno z delovanjem sistema za ogrevanje in prezračevanje. Zadovoljive efekte dosežemo lahko samo, če oba sistema krmilimo v medsebojni odvisnosti. Pri večjih sistemih je potrebno krmiljenje avtomatizirati. Ventilacijsko ogrevalni sistemi lahko ob smotrni eksploataciji prihranijo velike količine toplote.

5. Občutek prepiha nastane pri gibanju zraka, ko hitrost zraka preseže 0,3 do 0,5 m/sek. Večje hitrosti zraka v delovnih prostorih niso dovoljene iz zdravstvenega vidika.

V delovnih prostorih, kjer smo uredili ventilacijsko ogrevalno sisteme, ki skrbijo za učinkovito odvajanje dima in prahu ter dovajanje svežega in segretega zraka, se gibljejo velike količine zraka. Zrak izmenjujemo v odvisnosti od karakteristik ventilacijskega sistema in velikosti delovnega prostora v mejah od 5 do 40-krat na uro.

Pri tako pogosti izmenjavi zraka je potrebno urediti sistem kanalov za dovajanje svežega zraka tako, da sveži zrak nadomesti odvedenega, nečistega, pri tem pa mora ostati hitrost zraka v bivalni coni delovnega prostora v dovoljenih mejah, da nimamo občutka prepiha. Pri testiranju novo zgrajenih ventilacijsko ogrevalnih sistemov ugotavljamo tudi prepih v bivalni coni delovnih prostorov.

6. Preventivni ukrepi za zmanjšanje emisij v okolje lahko včasih nadomestijo drage zaščitne ukrepe za čiščenje emisij ali pa čistilne naprave poenostavijo. V naši DO smo uporabili številne preventivne ukrepe. Pomembnejši so naslednji:

— zmanjševanje gorljivih primesi v ostružkih za ponovno pretaljevanje; ostružke v ta namen centrifugiramo, s tem izločimo del primešanega olja; to ima dvojni učinek: manj dima pri predelavi teh ostružkov in ponovno izkoriščanje olja, ki smo ga dobili s centrifugiranjem,

— regeneriranje mazalnih in rezilnih olj in hidravličnih emulzij z ustreznimi čistilnimi postopki omogoča ponovno uporabo le-teh; to pri naša prihranke in zmanjšanje onesnaženja odplak,

— vključevanje posebnih pozgorevalnih naprav, kjer zgorejo še nezgorele sestavine dima (hlapi ogljikovodikov, katran, saje, CO),

— separiranje izolacije odpadnih kablov in izoliranih prevodnikov od kovinskih delov pred pretaljevanjem; s tem preprečimo nastanek plinov in par pri gorenju izolacije, istočasno pa je separiranje sestavnih delov kablov osnova za ponovno uporabo posameznih kovinskih sestavin: bakra, aluminija, svinca, železa.

7. Pomembno je tudi načelo, da ukrepi za preprečitev ene vrste emisij **ne smejo povzročiti druge**. Ponudniki čistilnih naprav namreč pogosto ponujajo rešitve, npr. za čiščenje dima po mokrih postopkih, pri čemer pa nastane nerešeno vprašanje čiščenja odplak.

V vsakem primeru pa se pojavi vprašanje, kako izkoriščati ali brez škode deponirati odpadke in ostanke, ki ostanejo po čistilnem procesu.

8. Hrup je reden spremljevalec čistilnih naprav. Hrup, ki prekoračuje dovoljeno intenzivnost, povzroča pri večjih čistilnih napravah dima in prahu ventilatorji. Hrup se prenaša po kanalih v delovni prostor in preko čistilne naprave, izpusta očiščenega zraka ali direktno tudi v okolje. Zato vgradimo v kanale elemente s posebno izolacijo, da zavarujemo delovne prostore. Za zunanje naprave moramo izbrati primerno lokacijo in predvideti zaščito, ki preprečuje prenašanje hrupa v okolico. Pri samem izboru čistilne naprave pa upoštevamo tudi hrupnost možnih variant.

Normativi za dovoljeno raven hrupa, ki jih vsebuje odlok po Uradnem listu SRS št. 3/77 so zelo ostri za nočni čas in za mešano industrijsko-stanovanjska področja. Zakon nas obvezuje, da izdelamo in uresničimo sanacijske programe. Kljub temu, da je potrebno program šele izdelati, je že sedaj jasno, da bo doseganje predpisanih normativov zelo težavno. Možne rešitve so odstranitve stanovanjskih zgradb v mešanih industrijsko-stanovanjskih območjih in opuščanje dela v nočnem času. Oboje posega v temelje pogojev za poslovanje naše DO.

Kompleks **stroškovnih odnosov** pri obratovanju in vzdrževanju čistilnih naprav je pomemben element pri izbiri postopka in naprave za preprečevanje emisij v okolje. Pri tem je razen samih stroškov potrebno presoditi obrobna vprašanja, ki zadevajo porabo in razpoložljivost energije, fluidov in drugih materialov. Pri stroškovni analizi postopkov in naprav za čiščenje emisije je potrebna kompleksna raziskava spremljajočih pojavov in njihova stroškovna intenzivnost.

Zagotavljanje ustavnih določil o primernih delovnih pogojih in preprečitev onesnaženja okolja odražajo veljavni predpisi. S tem so organizacije združenega dela nedvoumno vezane, da gradijo vse nove naprave skladno s predpisi. Razen tega obveznost obsega tudi saniranje vseh obstoječih naprav. To zahteva veliko znanja, praktičnih izkušenj ter zanesljive in preizkušene čistilne naprave. Predpisi zato postavljajo celoten kompleks izgradnje gospodarskih objektov na docela nove principe.

Po naših izkušnjah obstoječa struktura za razvojno raziskovalno dejavnost, prostorsko planiranje, projektiranje procesov, projektiranje ob-

jektov in graditev čistilnih naprav v delovnih organizacijah in zunaj njih še ni tako razvita, da bi lahko pripravili ustrezne projekte za ukrepe, ki jih sedaj uveljavljani predpisi zahtevajo v sorazmerno kratkem času. Prenagljeni, nezadostno pripravljeni projekti in nezadostno preizkušeni postopki in naprave za nove objekte in sanacijo obstoječih pa skrivajo v sebi velike nevarnosti za zgrešeno investiranje.

Za financiranje pripravljalne dejavnosti bi kazalo bolj angažirati republiške sklade za raziskovalno dejavnost. Prav tako je potrebno tehnične raziskovalne institucije, ki so usmerjene na druga področja, angažirati za raziskave in razvoj dejavnosti za varstvo okolja.

Izvajanje sanacij za čisto okolje zahteva znatna sredstva. Ocena predračunskih vrednosti je negotova, vse dokler niso izdelani izvedbeni projekti in določeni časovni plani graditve, ki omogočajo sočasno oceno podražitev v času graditve.

Na tej osnovi lahko zaključimo, da bodo prizadevanja za čistejša okolja povezana s številnimi problemi, ki jih v javnosti pogosto podcenjujemo.

ZUSAMMENFASSUNG

In den Betrieben der Giesserei »Mariborska livarna« sind viele Anlagen und Verfahren im Betrieb, welche Herkunft von Rauch, Staub, Gasen und Lärm sind. Diese belasten die Arbeitsplätze in den Betrieben und verschmutzen die Umwelt. Diese Erscheinungen sind vielfältig, entstehen aber vorwiegend bei folgenden Tätigkeiten: Schmelzen und Gießen der Kupferlegierungen, Vorbereitung der Sekundärrohstoffe, Putzen der Gusstücke, Schleifen und Polieren der metallischen Teile und anderem.

Die Emissionerscheinungen sind ausgemessen und analysiert worden. Die Emissionen sind in Abhängigkeit von den Anlagen und während der gesamten Arbeitszyklen festgestellt worden. Auf diese Weise sind die Grundlagen für die Sanierung bestimmt worden. Für die Sanierung selbst konnten nur begrenzt die fremden Erfahrungen und Vorbilder angewendet werden. Wegen der spezifischen Bedingungen sind für manche Anlagen für unsere Verhältnisse die geeignetsten Verfahrensaggregate und Anlagen für die Einschließung bzw. Sicherung vor Emissionen projektiert und entwickelt worden. Das Ziel war die Sicherung der Arbeiter an Arbeitsplätzen und Verhinderung der Emissionen in die Umgebung.

Es wurde gebaut:

— die Staubabsaugung an Arbeitsplätzen zum Schleifen und Polieren mit den Filteranlagen mit teilweiser Win-

dreierkulierung in die Schleifbetriebe mit vier Filtern zu je 20.000 m³/h.

— Ein Entstaubungssystem für Gase dreier Induktionsschmelzöfen für das Schmelzen von Messing mit einer Stundenleistung von 18.000 m³.

— Ein System für die Absaugung und Entstaubung der Gase von 15 Induktionsschmelz- und Schöpfinduktionsöfen der Kokillengießerei für Messing, mit der Anlage für die Zuleitung konditionierter Luft, mit einer Leistung von 90.000 m³ pro Stunde.

— Ein System für die Abseugung Kühlung und Entstaubung der Gase aus der Schmelzhütte für Kupferlegierungen mit einer Leistung von 150.000 m³ pro Stunde, mit den Anlagen für die Zuleitung der konditionierten Luft in den Betrieb.

— Absaugung und Entstaubung der Abluft und Lüftung von mehr Gussputzereien.

— Viele andere kleinere Sanierungen für die Verbesserung der Arbeitsbedingungen.

Die Messungen in den sanierten Produktionsbetrieben und beim Austritt der Abgase aus den Entstaubungsanlagen ergaben zufriedenstellende Effekte der eingebauten Anlagen.

SUMMARY

In Mariborska livarna numerous set-ups in various plants represent sources of smoke, dust flue gases due to technological processes which worsen working conditions and causes emission into environment. This is mainly true for melting and casting copper alloys, recovery of secondary raw materials, cleaning of castings, grinding and polishing metallic parts, etc.

The emission was measured and analyzed: emission of single set-ups during complete working cycles was determined. Thus the basis for improvements was stated.

Foreign patterns and experiences could be applied only partially. Due to specific conditions, the most suitable equipment for collecting and cleaning was sometimes designed and tested in our conditions. The final aim was to protect workers in the plant and to protect the environment. Therefore the following set-ups were constructed:

— gas collecting systems in plants for grinding, and polishing, filtering and partial recycling of air. Four filters were installed with 20,000 m³/h capacity each.

— gas collecting system and filtering flue gases from three melting induction furnaces for melting brass with the capacity 18,000 m³/h.

— gas collecting system and filtering flue gases from 15 melting and holding induction furnaces in the brass mould casting plant, simultaneously with the air conditioning system, capacity 90,000 m³/h.

— gas collecting system, cooling and filtering flue gases from the melting plant for copper alloys of capacity

150,000 m³/h together with the equipment for supplying conditioned air to the plant.

— collecting and filtering air and ventilation of plants for cleaning castings.

— numerous other improvements to achieve better working conditions.

After improvement, numerous measurements were made inside the plants and at the outlet of emission into atmosphere. Satisfactory results were obtained.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Антейная цветных металлов в Мариборе имеет в своих цехах целый ряд устройств и агрегатов, которые представляют собой источники дыма, пыли, газов и шума, а также бремя на рабочем месте и исходной пункт эмиссии в окружающую среду. Источники этих явлений весьма разнообразны и представляют собой результат следующих процессов: выплавка и разливание медных сплавов, приготовление вторичного сырья, также режимы очистки отливок, шлифование и полирование деталей и прочее.

Измерение эмиссий выполнялись в зависимости от агрегатов и в интервалах между полными рабочими циклами. Таким образом определены основания для санации. Для самой санации пользовались чужими образцами и опытами только частично. Вследствии специфичности условий проектированы и проверены на опыте агрегаты предназначены для процессов и установки для охвата, отн. для защиты от эмиссии, которые более всего отвечают условиям для домашнего цеха.

Сооружено:

— система для отсасывания пыли на рабочих местах цеха шлифования и полирования, также и для фильтрования и частичной рециркуляции воздуха при установке фильтровальной стан-

ции с 4 фильтрами мощности 20.000 м³/ч каждого фильтра;

— система для отсасывания и фильтрования дыма из трех индукционных плавильных печах для плавки меди мощности 18.000 м³/ч;

— система для охвата и фильтрования дыма из 15-ти плавильных печах и 5-ти стационарных тигельных индукционных печах в отделении кокшального литья меди с устройством для подачи кондиционированного воздуха мощности 90.000 м³/ч;

— система для охлаждения и фильтрования дыма из плавильного цеха сплавов меди мощности 150.000 м³/ч с устройством для подачи кондиционированного воздуха в плавильное отделение;

— устройства для отсасывания и фильтрования воздуха из отделений для обрубки и очистки отливок;

— многочисленные остальные небольшие санации для улучшения окружающей рабочей среды.

В санированных отделениях и при выходе эмиссий в атмосферу выполнены многочисленные измерения, которые показали удовлетворительные результаты действия установленных сооружений.

П. Бергер/Цельс