

РЕЦИКЛАЖА И ОДРЖИВИ РАЗВОЈ
UDK 669.15.054.8
Стручни рад

Технички факултет у Бору – Универзитет у Београду, В.Ј. 12, 19210 Бор, Србија
Катедра за минералне и рециклажне технологије
Тел. +381 30 424 555, 424 556, Фак. +381 30 421 078

ИЗВОРИ И ПРОГНОЗА НАСТАЈАЊА ОТПАДАКА ГВОЖЂА И ЧЕЛИКА
SOURCES AND ESTIMATION OF CREATION OF THE STEEL SCRAP

Мирослав Сокић^{1#}, Звонко Гулишија¹, Илија Илић²

¹Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина,
Франше д'Епера 86, Београд

²Технолошко-металуршки факултет, Карнегијева 4, 11120 Београд

ИЗВОД

У раду су приказани извори настајања отпадака гвожђа и челика и модел билансирања за прогнозу њиховог настајања у будућности. У склопу настајања обрађене су три велике групе челичних отпатка: властити или рецикулациони, отпадак при обради и амортизациони отпадак. Представљен је модел билансирања укупно насталог челичног отпатка који представља прост збир парцијалних биланса властитог отпатка, отпатка при обради и амортизационог отпатка.

Кључне речи: челични отпадак, извори настајања, модел билансирања

ABSTRACT

This paper discussed sources of creation of the steel scrap and balancing model for estimation their creation in the future. Considering the steel scrap formation, the three major groups are elaborated: obsolete home scrap or recirculating scrap, processing scrap and amortization (depreciation) or collecting scrap. The balancing models of the totally resulted steel scrap, which is a simple sum of partial balances of recirculating scrap, processing scrap and amortization scrap, are presented.

Key words: steel scrap, sources of creation, balancing models

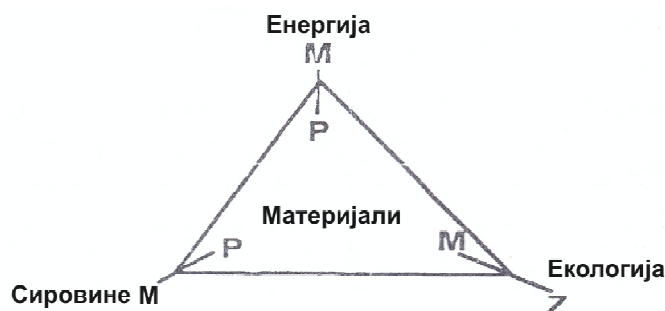
[#] Особа за контакт: *m.sokic@itnms.ac.rs*

УВОД

Значај коришћења секундарних сировина гвожђа и челика огледа се у економским ефектима првенствено кроз очување примарних ресурса, уштедама у енергији и спречавању загађења животне средине.

Узајамна повезаност између сировина, екологије и енергије илустрована је на слици 1. Познато је да добијање метала или

легура захтева одређени утрошак енергије, и да се при добијању метала одвијају хемијске реакције где настају продукти који загађују околину. На тај начин се при изради металних материјала формирају међусобно повезани утицаји: сировине, енергија и екологија.



Слика 1. Узајамна повезаност између сировина, екологије и енергије:
М-могућности, П-потребе, З-захтеви

У угловима сировина и енергија успоставља се равнотежа између потреба и могућности, а у углу екологија, потребно је остварити однос између захтева и могућности.

У том смислу потребно је постићи оптимални однос између ових параметара, да би се реализовали максимални захтеви у погледу искоришћења сировина, потрошње енергије и заштите животне средине.

Основни производи црне металургије су гвожђе и челик и још увек су незамењиви у многим гранама индустрије. Осим железне руде, најважнија сировина за производњу челика је челични отпадак (други назив је "старо гвожђе") који је саставни део шарже у свим савременим поступцима за производњу челика. За различите поступке удео челичног отпатка је различит и креће се 20-100 %. Тако је за производњу сировог челика у кон-верторима потребно обезбедити до 20 % старог железног улошка, 50 % за производњу у СМ пећима и 90% за

производњу у електропећима. За производњу челичног лива користи се 100% старо железно.

Потрошња челичног отпатка просечно се креће око 400-500 kg по тони сировог челика и није иста у свим деловима света. Од тога се 84 % користи за производњу челика и одливака, а 16 % за производњу гвожђа.

Прерадом челичног отпатка спречава се могућност стварања дивљих депонија на ободним деловима насеља и поред саобраћајница где се одбацују старо гвожђе, делови аутомобила, апарати из домаћинства итд.

Са економског аспекта разлози за прераду челичног отпатка леже у чињеници да су трошкови производње челика из отпадака до 4 пута мањи у поређењу са трошковима производње челика од железног из руде, а огледају се у следећем [1]:

- потрошња енергије при производњи челика из отпадака је око 4 пута мања у

- поређењу са потрошњом при производњи челика из руде,
- коришћење старог железа захтева мања инвестициона улагања јер се директно прерађује у челичанама, без топљења у високој пећи,
 - коришћењем челичних отпадака повећава се продуктивност рада, јер је мања количина утрошеног рада по јединици производа,
 - добро припремљено и класирано старо железо скрађује време улагања (шаржирања) и топљења у топионичким

агрегатима, чиме се повећава продуктивност агрегата и др.

Осим тога, количина и квалитет рудних лежишта железа у природи се смањује, а количина насталих челичних отпадака се из године у годину повећава. Резерве руда железа се процењују на око 95 милијарди тона, што је довољно за експлоатацију наредних 190 година без рециклирања. То је лако разумљиво ако имамо у виду чињеницу да је производња челика са око 30 милиона тона, колико је износила почетком двадесетог века повећана на 1200 милиона тона у 2009. години [2].

ИЗВОРИ НАСТАЈАЊА ОТПАДАКА ГВОЖЂА И ЧЕЛИКА

Отпадак који настаје у процесу производње и прераде гвожђа и челика или као шкарт у производњи назива се производни отпадак [3-7]. Производни отпадак који настаје у железарама у процесу производње гвожђа у високим пећима, при изради челика у челичани, у ливницама и ваљаоницама при изради полупроизвода или финалних железарских производа одмах се враћа у процес израде челика као сировина и назива се властити или рецикулациони челични отпадак. Отпадак који настаје при механичкој обради код коначних корисника назива се отпадак при обради.

Другу велику групу отпадака гвожђа и челика представља амортизациони отпадак, који се често назива и сабирни отпадак [8]. Производи израђени од гвожђа и челика имају свој ограничени употребни циклус након кога услед физичке истрошености или технолошке застарелости губе употребна својства и постају као амортизациони отпадак сировина за израду челика.

Основни извори настајања производног и амортизационог отпада гвожђа и челика (слика 2) су следећи [9]: 1- производња гвожђа и челика; 2-метални комплекс прераде гвожђа и челика; 3-амортизација готових производа израђеног од гвожђа и

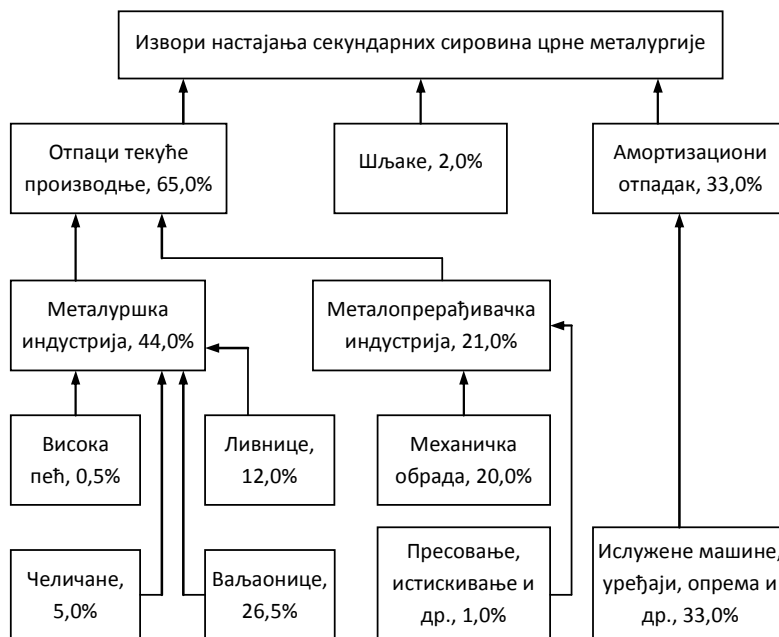
челика (амортизациони отпад); 4-обраде – прераде шљаке.

Сва железна супстанца која се једном издвоји из руде кружи кроз производно употребни циклус док се након више кружних враћања потпуно не истроши у виду неповратних губитака [10].

Количина производног отпатка гвожђа и челика расте са индустријским напретком, тј. са растом производње челика и порастом степена његове обраде. Ова врста челичних отпадака се не акумулира са временом већ се континуирано троши и прерађује непосредно након настанка у производњи и преради челика.

За разлику од њега, амортизациони челични отпад се не троши непосредно због тога што се разни челични предмети међусобно разликују по дужини радног века, па враћање у производни циклус код амортизационих челичних отпадака има кумулативни карактер.

Светска производња челика половину своје производње остварује коришћењем железних руда, а другу половину претапањем челичних отпадака. Отпаци настали у процесу производње чине 2/3 укупног челичног отпатка, док 1/3 отпада на амортизациони отпадак [11].



Слика 2. Технолошка шема образовања секундарних сировина црне металургије

Производни отпад

Производња у области црне металургије обухвата производњу гвожђа, челика, ваљаних производа, ливених производа гвожђа и челика и осталих производа од гвожђа и челика. При томе настаје производни отпад изазван, пре свега, несавршеношћу технологија израде. Производни отпад који настаје у железарама и одмах враћа у процес израде челика као сировина назива се властити или рецикулациони отпад, док се отпад који настаје при механичкој обради код коначних корисника назива отпад при обради [7]. Специфични показатељ настајања производног отпатка је количина отпада сведена на количину једне тоне производа.

Властити (рецикулациони) челични отпад

Властити (рецикулациони) челични отпад настаје у железарама у процесу производње гвожђа у високим пећима, при

изради челика у челичани, у ливницама и ваљаоницама при изради полупроизвода или финалних железарских производа.

При производњи једне тоне гвожђа образује се 4-7 kg металног отпатка при његовом испуштању, транспорту и изливању.

При производњи сировог челика настаје 35-40kg металног отпатка по тони челика и враћа се поново у процес. Његова количина има тенденцију смањења услед усавршавања процеса рада. При континуалном ливењу челика настаје 3-4 пута мање овог производног отпатка.

Одвајањем шљаке од метала пре ливења одређена количина челика најчешће у виду ситних гранула бива заробљена у њој и представља отпад који се може искористити. Код нас се он најчешће не користи и чини неповратан губитак. Количина метала који пређе у шљаку је 2 - 2,5 % од масе челика [12].

При сифонском ливењу челика у инготе настају отпацки од уливног система и њихова

количина је значајна, док је у случају конти лива њихово настајање елиминисано. Заостали очврсли метал у лонцу након ливења и метал који се проспе и исцури из лонца у случају процурења изливника, такође чини челични отпадак. Шкарт настаје услед грешака у раду и вођењу процеса и у највећем броју случајева узрокован је лункерима, недоливањем, шупљинама и сегрегацијама. Део одливног челика, због ових недостатака не може ићи даље у ваљаоничку прераду него се као отпадак враћа у процес.

Основну масу металног отпада у производњи гвожђа и челика даје ваљаоничка прерада. При загревању челика пред ваљање услед оксидације образује се оксидна покорица која отпада (коварина или цундер) и најчешће се враћа у процес агломерације. Она заједно са струготинама насталим при обради ваљаоничког производа представља производни отпад пластичне прераде. Ипак највећи део отпадака из ваљаоничке производње су одресци, неправилни геометријски делови и шкарт у производњи који натаје као резултат присуства пукотина, неметалних укључака и других дефеката у металу, затим услед нарушавања технолошког режима рада ваљаоничких станова итд. Количина насталих металних отпадака при ваљању по једној тони ваљаних производа износи око 280 kg.

Рецикулациони отпадак представља директан губитак који се испољава у повећаним производним трошковима. Он смањује производне капацитете и уопште је непожељан пратилац производње челика те су напори произвођача и истраживача усмерени ка његовом смањењу и елиминацији.

Услед различитог нивоа опремљености и технолошке културе, количина настајања ових отпадака креће се у границама од 110-330 kg/t произведеног челика [13].

Код ливница, код којих се израђују одливци сложенијег облика удео властитог

отпатка је у односу на железаре знатно већи. Он се креће, од 219 до чак 723 kg/t и расте од дебелозидних, масивнијих одливака једноставније облика ка танкозиднијим, мањим одливцима сложене конфигурације.

Отпадак при обради

При даљој обради производа од челика механичком обрадом поред готовог производа, настаје отпадак од обраде и неповратни губитак. Коефицијент искоришћења метала представља однос између количине метала у производу након и пре механичке обраде. За различите производе коефицијент искоришћења метала је веома различит и зависи од сложености производа, степена обраде, технолошког нивоа примењеног процеса механичке обраде и др.

Један део отпатка од обраде може се одмах користити у металопрерађивачкој индустрији, нпр. остаци лимова, профила и сл., за производњу мањих делова или у некој сродној фабрици. Други део се као метални уложак користи у ливницама гвожђа и челика при комплексним металопрерађивачким комбинатима. Овај део може да буде знатан и углавном се односи на најквалитетније категорије отпадака. За нашу земљу посебно је значајна ова категорија отпадака, која већ у фабричком кругу завршава свој сировински циклус, јер при великим металопрерађивачима постоје ливачки капацитети. Највећи део ових отпадака ипак одлази на тржиште, тако да након одређеног времена улази у процес репродукције као сировина за производњу сировог челика и одливака.

Потребе за производњом гвожђа и челика настају услед производње различитих производа у индустрији, пошто се гвожђе и челик појављују као основни конструкциони материјали. Однос потрошње појединих врста производа од гвожђа и челика у металопрерађивачкој и грађевинској индустрији приказан је у табели 1.

Табела 1. Потребне металоперађивачке индустрије и грађевинарства за производима од гвожђа и челика

Врста производа	Потребе	
	за металопераду (%)	за грађевинарство (%)
Ваљани производи	66,0	34,0
Челичне цеви	40,0	60,0
Цеви од сивог лива	4,5	95,5
Лив челични и сиви лив	100	
Старо релеи-ужад		100
Делови металног отпада	100	
Остало	75,0	25,0

Гвожђе и челик потребни за грађевинску индустрију (арматуре, цеви и др.) практично се не подвргавају обради и зато је количина производног отпада у грађевинарству релативно мала и износи 30-70 kg/t.

При металоперади гвожђа и челика (углавном машинска индустрија), настаје

Амортизациони челични отпадак

Након тога што производи израђени од челика у потпуности или делимично заврше свој радни век, они постају извор из кога се челик као секундарна сировина враћа у репродукциони циклус. Образовање амортизационог металног отпатка у знатној мери зависи од количине металног фонда једне земље, од интензивности употребе машина и опреме и сл.

Одговор на питања после колико времена и у ком степену једном употребљени производи од гвожђа и челика се враћају као сировине у поновну употребу нису једноставни, јер на век производа утиче велики број променљивих. Одређени производ може и у првим данима употребе бити оштећен и онеспособљен за даљи рад. С друге стране, може да заврши као експонат у неком музеју (стари аутомобили, оружје, летилице и др.). Употребни век производа зависи и од економске ситуације у свету, посматраном региону и земљи, животног стандарда, навика итд. Земље у развоју и сиромашније земље, изграђујући инфраструктуру и инвестиционе објекте

велика количина отпадака при обради у виду комада и струготине и у просеку износи око 180 kg на 1t метала. За разлику од властитих отпадака који су функција производње челика, отпаци при обради зависе од потрошње челика.

усмеравају потрошњу у добра са дугим употребним веком, док су развијене земље у ситуацији да усмере потрошњу у раст стандарда и добра са краћим роком употребе.

За организације које се баве сакупљањем и припремом, амортизациони челични отпадак је најважнија врста челичног отпатка. Он је у погледу билансирања најнеизвеснији део свеукупно насталог искористљивог отпатка, а на тржишту регулатор односа понуде и потражње па тиме и цене челичних отпадака у датом тренутку.

Средње време повратка и бесповратни губици

Време након кога метал заврши свој употребни циклус и као сировина поново врати у железару или ливницу називамо средње време повратка. Оно представља прости збир времена потребног да се од ваљаног производа или одливка као полуфабриката направи финални производ и

времена употребе готовог производа. Период трајања метала у облику готовог производа је много дужи и он одређује време повратка.

Постоје два основна разлога због којих се неки производ избацује из употребе. Први је што се услед физичке истрошености мора заменити део производа или цео производ. Други, што се у периоду коришћења производа, појави продуктивнији производ сличне намене. У том случају ће доћи до замене производа када је још физички исправан.

Кроз проучавање употребног века разних производа дошло се до закључка да средње време повратка зависи од следећих фактора:

- конкретне оперећености делова производа или целог производа у раду,
- услова рада производа од повољних до веома агресивних,
- брзине развоја технологије у области примене машине или производа,
- животног стандарда и скраћења времена коришћења роба широке потрошње,
- финансијских могућности организација за брже обнављање машинског парка,
- транспортних услова и изграђености путне мреже, јер се велики део железног фонда налази у саобраћајним средствима;
- климатских услова;
- обучености кадрова и др.

Средње време повратка се креће у дијапазону од 10-25 година [15]. Средње време повратка у СФРЈ у периоду 1985-1990. год. износило је око 15 година.

Код билансирања могућих количина амортизационих отпадака немогуће је заобићи анализу бесповратних губитака који се јављају у периоду употребе производа и касније у процесу њиховог сакупљања и враћања у сировински круг.

Највећи бесповратни губици метала настају на радним површинама делова машина услед трења и на деловима који долазе у контакт са агресивним срединама,

услед корозије. Кугле код млинова за дробљење, код којих су неповратни губици услед трења највећи, након употребе губе 20-30% од своје првобитне тежине. Просечни губици од трења износе 1,2 - 2,0 % од првобитне количине метала који улази у експлоатацију.

Још више метала током њихове употребе губи се услед корозије под дејством разних гасова, електролита, земље итд. Губитак метала услед корозије зависи од низа фактора као што су изложеност агресивним срединама, однос изложене површине и укупне запремине, оптерећености и сл. Равни производи, нпр. лимови, имају неповољан однос површине и запремине тако да су знатно више изложени пропадању.

Неповратни губици метала услед корозије износе око 0,5 % у односу на сопствену масу након једне године рада, што за средње време трајања производа 13-14 година, чини укупан неповратни губитак од 6 - 7 % од почетне масе [12].

Из ових података проистиче да се као неповратни губитак метала током његовог употребног века услед трења и корозије може узети:

$$(1,2 - 2) \% + (6 - 7) \% = (7,2 - 9) \%$$

Део производа на бази челика, након употребног века бива изгубљен и неупотребљив за даљу репродукцију. Ту спадају возила која је након саобраћајних несрећа тешко или немогуће извући из клисура и амбиса, производи који се употребљавају у неприступачним деловима земље, бетонски челик, цевоводи дубоко у земљи и др. Они су нове врсте губитака металне супстанце који се могу назвати губитком у сакупљању.

Део метала се губи током сакупљања и током процеса припреме услед резања, ломљења, отпадања ситних делова итд. Део метала који се врати у процес одређен је степеном повратка.

Железни фонд

Под појмом железни фонд подразумева се укупна количина железа садржана у свим видовима основних и обртних средстава и предметима личне потрошње. Одређивање железног фонда је користан економски задатак, јер је железни фонд, поред производње и потрошње по глави становника, основни показатељ свеукупног економског развоја једне земље.

Постоји неколико начина израчунавања фонда: једни су засновани на састављању биланса гвожђа и челика, а други на састављању салда челичних производа.

Обзиром да у фонд железа неке државе улазе све количине железних метала који се у датом моменту садрже у свим облицима основних и обртних средстава, за израчунавање његовог обима треба имати следеће податке о количинама:

- железа произведеног из железне руде,
- железне руде, агломерата или коварине коришћене за топљење челика,
- легирајућих додатака,
- количину неповратних губитака метала изазваних сагоревањем метала и додатака при рафинацији гвожђа у челик, у процесу обраде метала, услед непотпуног сабијања отпадака при обради, услед оксидације метала у производњи и преради, услед корозије и трења будућих амортизационих отпадака у време док се користе као челични производ, услед корозије аморти-

зационих отпадака у времену док се не сакупе и врате у производни циклус,

- салдо директне и индиректне спољне трговине црне метаургије укључујући готове производе индустрије челика и производе од челика индустрије прераде челика.

Железни фонд једне земље расте са порастом производње гвожђа и челика умањене за процесне неповратне губитке и гвожђе и челик добијене из отпадака.

Железни фонд је одређен једначином која се може користити и код одређивања бакарног фонда и принципијелно је иста за црне и обојене метале (једначина 1).

$$M_{f_n} = M_{f_o} + \sum_{i=1}^n \Delta M_{f_i} \quad (1)$$

где је:

- M_{f_n} - величина железног фонда у n -тој години
- M_{f_o} - железни фонд у години од које се рачуна прираст железног фонда
- i - број година за које се рачуна железни фонд, ($i=1,2,3,\dots,n$).

Земље које имају мали железни фонд, а брз пораст производње челика имаће знатно више учешће властитих отпадака од амортизационих. Насупрот овима, земље које имају велики железни фонд, а спори раст или стагнацију производње челика имају знатније учешће амортизационих отпадака.

ПРОГНОЗА НАСТАЈАЊА ЧЕЛИЧНОГ ОТПАТКА МОДЕЛОМ БИЛАНСИРАЊА

Примена модела билансирања за прогнозу настајања челичног отпатка заснована је на билансирању рецикулационог, отпатка при обради и амортизационог отпатка у претходном периоду и израчунавању коефицијената њиховог настајања, који служе као основа за

успешно прогнозирање њиховог настајања у будућности.

Количина насталог челичног отпатка представља суму рецикулационог, процесног и амортизационог отпатка насталог у једној години и може се изразити као:

$$S_n = S_n^a + S_n^b + S_n^m \quad (2)$$

где су S_n^a, S_n^b, S_n^m и S_n износи рециркуляционог, процесног, амортизационог и укупног отпатка насталог у години n .

Директна метода за процену количине рециркуляционог отпатка и отпатка при обради састоји се у одређивању укупних количина сабирањем количина насталог отпатка из свих технолошких извора по пореклу отпатка. На жалост расположиве статистике отпадака гвожђа и челика не обухватају податке о њиховом настанку, него само о потрошњи. Осим тога, у статистичким подацима, потрошња отпатка при обради је спојена са потрошњом амортизационог отпатка.

Процена настајања амортизационог отпатка у једној години коришћењем директне методе сабирања била би још сложенија. Због високо разгранате сакупљачке мреже ових отпадака и недостатка података о настанку амортизационог отпатка, скоро је немогућа процена директном методом. Постојећи статистички подаци се односе на потрошњу амортизационог и процесног отпатка и она се најчешће разликује од количине насталог отпатка. Само у случају када су количине насталог и потрошеног једнаке, примењује се једначина (2).

Недостатак у статистикама о настанку отпадака захтева другачији прилаз процени расположивости челичног отпатка. Блиска веза између настајања све три врсте отпадака и производње и потрошње челика омогућава другачији прилаз процени укупног отпатка који настаје. Овај прилаз се заснива на подацима о производњи и потрошњи челика и на нумеричким вредностима коефицијената који се тичу настанка отпадака.

Настанак рециркуляционог отпатка S_n^a у години n дат је следећом једначином [15]:

$$S_n^a = C_n \times \frac{K^a}{100} \quad (3)$$

где је:

- C_n привидна домаћа производња сировог челика у години n у тонама,
- K^a је коефицијент настанка рециркуляционог отпатка у процентима.

Привидна домаћа производња челика, представља домаћу производњу сировог челика C_n кориговано за баланс увоза и извоза сировог челика ΔC_n :

$$C_n = C_n \pm \Delta C_n \quad (4)$$

Настанак отпатка при обради S_n^b у години n је дат следећом формулом:

$$S_n^b = P_n \times \frac{K^b}{100} \quad (5)$$

где је:

- P_n потрошња готовог челика у години n у тонама,
- K^b је коефицијент настанка процентног отпатка.

Ако недостају годишњи подаци о стварној потрошњи готовог челика у статистикама о челику, тада се могу користити подаци о привидној потрошњи челика у еквивалентима готовог челика P_n^* .

У том случају P_n у формули добија облик P_n^* , што се нормално дефинише као привидна потрошња готовог челика следећом једначином:

$$P_n^* = C_n \times E \pm \Delta P \quad (6)$$

где је:

- E коефицијент за превођење сировог челика у готов челик,
- ΔP представља биланс извоза и увоза полуфабриката и готовог челика.

Одлучан корак ка тачности којом ће се процењивати годишња продукција рецикулационог и отпатка при обради је избор нумеричких вредности коефицијената K^a , K^b и E .

Настанак амортизационог отпатка у години n дат је следећом формулом:

$$S_n^m = P_{(n-T_{av})} \times \frac{U_{avp}}{100} \quad (7)$$

где је:

- T_{av} просечно средње време повратка у годинама.

U_{avp} се израчунава из U_{av} по формули:

$$U_{avp} = \frac{100 - \sum_1^5 1_i}{100} \times U_{av} \quad (8)$$

где је:

- U_{av} коефицијент просечног средњег степена ревалоризације у процентима,
- 1_i представља све бесповратне губитке у процентима.

Њихова просечна вредност је процењена на 26 %. Ако је средња вредност $U_{av} = 55 \%$

онда је прихватљива средња вредност $U_{avp} = 40 \%$.

Процена укупних извора отпадака начињена је по овој методологији користећи УН/ЕЦЕ базу података о челику. Извори рецикулационог, отпатка при обради и амортизационог отпатка у једначини (2) рачунају се помоћу једначина (3), (5) и (7) редом. Вредности коефицијената K^a и K^b , који се користе за израчунавање у различитим земљама дате су у табелама 2 и 3.

Стопа искоришћености челичног отпатка у односу на прорачунату укупну годишњу количину насталог отпатка може се одредити из односа укупне потрошње челичног отпатка и укупно насталог челичног отпатка. Стопа у свету варира од 84 % до 93 % и ушпшено гледајући релативно је висока.

Удео укупно насталог челичног отпатка у светској производњи сировог челика износи око 55 %. То значи да у производњи челика отпадак постаје важнији импут од примарне сировине.

Табела 2. Процењене вредности коефицијента настанка рецикулационог отпатка K^a

Земља	Година		
	1980	1990	2000
Аустрија	0,17	0,13	0,11
Белгија	0,21	0,17	0,15
Бугарска	0,23	0,20	0,18
Румунија	0,23	0,20	0,18
Југославија	0,23	0,17	-
СР Немачка	0,18	0,10	0,10

Табела 3. Процењене вредности коефицијента настанка процесног отпатка K^b и просечно средње време повратка амортизационог отпатка T_{av}

Земља	Година			
	1980	1990	2000	T_{av}
Аустрија	0,14	0,14	0,14	15
Белгија	0,14	0,14	0,14	15
СР Немачка	0,14	0,14	0,14	15
Бугарска	0,13	0,15	0,14	20
Румунија	0,13	0,15	0,14	20

У свим овим случајевима коришћена је средња вредност $U_{avr} = 40\%$.

У структури извора отпадака најважнији је амортизациони отпадак и очекује се темпо благог раста његовог генерисања у

будућности. Удео рециркулационог отпатка у укупном изворима челичног отпатка равномерно опада због побољшања у технологији производње челика.

ЗАКЉУЧАК

За даљи развој производње сировог челика поред железне руде велики значај има челични отпадак, који се примењује у свим савременим постројењима за производњу челика. Процент челичног отпатка у шаржи се мења од 20-100%, зависно од примењеног поступка (СМ, конверторски и електро).

Основни извори настајања отпадака гвожђа и челика су производња гвожђа и челика, метални комплекс прераде гвожђа и челика и амортизовани производи израђени од гвожђа и челика. Отпаци настали у процесу производње чине 2/3 укупног челичног отпатка, док 1/3 отпада на амортизациони отпадак. У последње време амортизациони челични отпадак све више добија на значају, јер се његова количина сваке године повећава, док се удео

рециркулационог отпатка у укупно насталом отпатку смањује због побољшања у технологији производње челика.

Билансирање укупно насталог челичног отпатка у некој земљи у посматраној години се састоји од простог збира парцијалних биланса властитог отпатка, отпатка при обради и амортизационог отпатка. Процене настајања појединих врста отпадака базирају на подацима о производњи и потрошњи челика и на нумеричким вредностима коефицијената који се тичу настанка отпадака.

Стопа искоришћености челичног отпатка представља однос укупне потрошње челичног отпатка и укупно насталог челичног отпатка и креће се од 84 % до 93 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kaplan R. S., Ness H., "Recycling of metals", Conservation & Recycling, 10, 1, 1987, 1-13.
2. Steel Statistical Yearbook 2009, International Iron and Steel Institute, Brussels, 2009.
3. Woodard & Curran Inc, "Wastes from Industries" (Case Studies), Industrial Waste Treatment Handbook (Second Edition), 2006, Pages 409-496.
4. Илић И., Чавић А., Гулишија З., Симовић Ђ., Недељковић Љ., Јефтић Ж., „Челични отпадак“, Мегатренд, Београд, 1998, стр. 163.
5. Симовић Ђ., „Математичко моделирање прогнозирања настајања отпадака од челика и могући развој поступака за израду челика и одливака са аспекта коришћења ових сировина у Југославији“, Докторска дисертација, ТМФ, Београд, 1985.
6. Илић И., Гулишија З., Сокић М., „Рециклажа металних секундарних сировина“, ИТНМС, Београд, 2010, 260.
7. Илић И., Гулишија З., Камберовић Ж., „Рециклажа метала из амортизованог и производног металног отпада“, I

- Симпозијум о рециклажним технологијама и одрживом развоју са међународним учешћем, Зборник радова, Соко Бања, 2006, 142-155.
8. Илић И., Јевтић Ж., Синадиновић Д., Радовановић Н., „Савремено стање рециклаже метала“, XXV Октобарско саветовање рудара и металурга, Бор, 1993, стр. 587-590.
 9. Волобуев В.Ф., Довгиј И.И., Анкудинов Н.В., „Заготовка и переработка вторичних метала“, Металлургија, Москва, 1980, 407.
 10. Илић И., Камберовић Ж., „Управљање металним отпадом у Србији“, пленарно предавање, VI Саветовање металурга Србије и Црне Горе са међународним учешћем, Аранђеловац, 2003.
 11. Илић И., Стопић С., „Рециклажа метала из амортизованог и производног отпада“, Техника – РГМ, 4-5, 2001, стр. 15-23.
 12. Зусман Л.Л., „Кругооборот метала в народном хозјајстве СССР“, Металургија, Москва, 1978.
 13. Scrap and the Steel Industry, IISI Publication, Brussels, 1983.
 14. A Handbook of World Steel Statistics, IISI Publication, Brussels, 1978.
 15. Čavić A., Nedeljković Lj., Simović Đ., "Methodology of Quantitative Estimate of Iron and Steel Scrap Arisings", Ironmaking and Steelmaking 18, 1, 1991, 59-67.