



**др Александра Боричић
Јелена Бијељић**

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ

- ПРАКТИКУМ -

Издавање ове публикације реализовано је у оквиру међународног пројекта: 561821-ERP-1-2015-EP-PKA2-CBHE-JP – "Waste management curricula development in partnership with public and private sector" који кроз програм Еразмус+ финансира Европска унија. Садржај ове публикације одражава само личне ставова аутора. Европска Комисија не може да буде одговорна за коришћење информација из ове публикације. This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Ниш, 2018.

Издавач



Аутори:

др Александра Боричић
Јелена Бијељић

Рецензенти:

др Стојанче Нусев, ред. проф.
Универзитет "Св. Климент Охридски", Битољ
Љиљана Костић Деспотовић
"Југо-Трех доо", Ниш

Припрема за штампу:

Горан Милосављевић
Јелена Бијељић

Штампа:

„Пунта“, Ниш

Тираж:

100 примерака

САДРЖАЈ

1. УВОД	1
2. САСТАВ ОТПАДА	5
3. УЗОРКОВАЊЕ ОТПАДА	9
3.1. Законске регулативе	12
3.2. Алат и опрема за узорковање	13
4. ГРАЂЕВИНСКИ ОТПАД	18
4.1. Одеђивање гранулометриског састава отпадног материјала	27
5. ОТПАДНА МАЗИВНА УЉА	30
5.1. Отпадна мазивна уља	32
5.2. Основне карактеристике мазивних уља	35
5.3. Класификација моторних уља	37
5.3.1. Машинско уље – црно уље	39
5.3.2. Хидраулично уље	40
5.3.3. Индустриско уље	40
5.4. Потенцијална места коришћења отпадних уља	41
5.5. Специфична маса (густина) материјала	43
6. ОТПАДНИ МУЉ	52
6.1. Начин испитивања отпадних муљева	54
7. БАКАР КАО РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛ	59
7.1. Електронски отпад	60
7.1.1. Опасне супстанце у електронском отпаду	60
7.2. Поступак рециклаже електричног и електронског отпада	61
7.3. Листа разреда електричне и електронске опреме	65
Вежба - Одређивање гранулометријског састава рециклабилних материјала	68
Вежба - Одређивање специфичне масе рециклабилних материјала	72
Вежба - Одређивање масеног удела рециклабилног материјала у отпаду	77
Вежба - Одређивање процентуалне заступљености воде и суве материје у рециклабилном материјалу	80
Вежба - Одређивање процента пепела у рециклабилном материјалу	83

ПРЕДГОВОР

Смањење отпада на извору намеће се као један од стратешких циљева савременог друштва. То подразумева одређене поступке, односно промене у производним и услужним процесима у циљу смањења количине отпада, његове запремине и штетних ефеката

Мере за смањивање генерисања отпада треба започети приликом производње и потрошње материјалних добара. Код производње материјалних добара првенствено се мисли на развој чистије производње, рециклаже, производње производа с мањим потенцијалом отпада, као и циркуларне економије.

Зато су данас рециклабилни материјали изузетно значајни и зато им се у новије време, све више и више поклања пажња и даје на значају.

Овај практикум намењен је студентима на студијским програмима из области заштите животне средине. Настао је као резултат пројекта WamPPP - ERASMUS+ 561821-EPP-1-2015-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP, под називом „Развој курикулума у области управљања отпадом у партнерству са приватним и јавним сектором“ који је имао за циљ унапређење стања у високом образовању у области управљања отпадом а истовремено имао за циљ и подизање свести друштва о значају целокупног процеса управљања отпадом.

Ова публикација, означена као практикум у оквиру предмета Рециклабилни материјали, студијског програма Управљање отпадом на струковним мастер студијама, обрађује неке од основних метода испитивања рециклабилних материјала.

Тежња ка итто већој примени нових материјала који се могу рециклирати јесте нови вид одговорног приступа одрживом развоју базираном на међусобној повезаности економских, друштвених и еколошких параметара и остваривање заједничке тежње за квалитетнијим животом базираном на привредном развоју, друштвеној одговорности и еколошкој одрживости.

Захваљујемо се свима који су дали допринос у изради овог практикума и изражавамо наду да ће његов садржај послужити као добра основа и подстицај за итто ширу примену ових материјала како у области пројектовања и развоја нових технологија и производа, тако и у свакодневном животу.

Ниш, јул 2018. год.

Аутори

1. УВОД

Отпад се дефинише као материјал, који је по својој функцији истрошен производ и који је у таквом стању да је његова тржишна вредност изгубљена у потпуности или је толико мала да не постоји економска исплативост за његово понуђивање слободном тржишту. Са друге стране, отпад је све оно што је човек одбацио, иако још увек постоји или не, нека вредност.

Поред огромних проблема са којима се данашњи свет сусреће, не би ли продужио коришћење обновљивих извора енергије, смањио ефекат стаклене баште, побољшао животну средину, човек се данас бори и са проблемом све већег нагомилавања отпада. Отпад представља све већу претњу у животној средини.

Због тога су данашње нове технологије упућене на решавање тих проблема. Рециклабилни материјали су постали део нашег свакодневног живота и све више добијају на значају, јер дефинитивно утичу на смањење депоновања отпада.

Рециклабилни материјали спадају у групу материјала добијених помоћу примена различитих технологија за прераду отпада. Уопштено, дефиниција би могла да гласи: **„Рециклабилни материјали чине делове отпада који се уз примену одговарајућих технологија могу припремити за поновну употребу“** или још једноставније:

**РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ СУ ДЕЛОВИ ОТПАДА
ПРИПРЕМЉЕНИ ЗА ПОНОВНУ УПОТРЕБУ.**

За одређивање „рециклабилности“ одређеног отпадног материјала, било да се он сврстава у опасан или неопасан отпад, неопходно је познавање његовог извора настајања, његових особина, предности коришћења, перспективе и правних оквира у домену рециклаже и даљег коришћења, концепта развоја материјала и употребе рециклабилних материјала у потрошњи енергената, састав сировине, као и класификацију, могућности примене, актуелне трендове у коришћењу и третману, као и перспективност трансформације материјала из отпада у рециклабилни материјал.

Отпад се дефинише Законом о Управљању отпадом, објављеном у: “Службени гласник РС”, број 36 од 15. маја 2009 год. , број 88 од 23. новембра 2010. год. и бројем 14 од 22. фебруара 2016. год. Према Члану 17 овог Закона, Под појмом „отпад“ је свака материја или предмет који држалац одбацује, намерава или је неопходно да одбаци. Појам „одлагање отпада“ дефинише се Чланом 16, и представља било коју операцију која није поновно коришћење отпада, чак и када та операција има за секундарну последицу настајање супстанце или енергије (Д листа - све операције за управљање отпадом). Чланом 21, дефинише се појам „Поновно искоришћење отпада“ као свака операција чији је главни резултат употреба отпада у корисне сврхе када отпад замењује друге материјале које би иначе требало употребити за ту сврху или отпад који се припрема како би испунио ту сврху, у постојању или шире у привредним делатностима (Р листа – поновно коришћење рециклабилног материјала које не обухвата гасовите материјале).

Важно је напоменути да се Закон о Управљању отпадом не односи на:

- Гасовите материје које се испуштају у атмосферу,
- Земљу, укључујући не ископану земљу и грађевине трајно повезане са земљом,
- Неконтаминирано земљиште и друге материјале из природе ископане током грађевинских активности,
- Радиоактивни отпад,
- Деактивирани експлозиве,
- Фекалије,
- Сламу и друге природне безопасне пољопривредне или шумске материјале, и
- Муљ из канализационих система или садржај септичких јама.

Одредбе овог Закона, у мери у којој је управљање отпадом уређено другим прописима, не примењује се на:

- Отпадне воде,
- Споредне производе животињског порекла,
- Лешеве животиња, и
- Отпад који настаје при истраживању, ископавању или складиштењу минералних сировина.

Сам процес рециклаже отпада зависи од економских и еколошких интереса за рециклажу. Наравно, за остваривање циља и тежњи па правилној и успешној рециклажи, неопходно је познавање састава отпада.

ПОЗНАВАЊЕ САСТАВА ОТПАДА ЈЕ ПРАВИЛАН ПУТ КА УСПЕШНОЈ РЕЦИКЛАЖИ.

Отпад се мора поделити, да би се изабрала права метода којом ће се третирати и припремити за рециклажу. Врста отпадних материјала се најпре разликује у погледу *физичког стања отпада*, односно подела се најпре може извршити на:

- 1) течности (хомогене, нехомогене, емулзије или суспензије),
- 2) вискозност (различити степени густине),
- 3) муљ (талог са течним делом који се може одвојити декантовањем), и
- 4) чврсти отпад (прах, чврсти комади/чврсти производи).

У погледу хемијског стања, односно према хемијским особинама, основна подела је на:

- 1) органски отпад (угљоводоници, алкохоли, кетони, органске киселине, полимерна једињења и др.) и
- 2) неоргански отпад (базе, соли, киселине, метали и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон о Управљању отпадом, “Службени гласник РС”, број 36 од 15. маја 2009. год.
2. Закон о Управљању отпадом, “Службени гласник РС” број 88 од 23. новембра 2010. год.
3. Закон о Управљању отпадом, „Службени гласник РС” број 14 од 22. фебруара 2016. год.
4. <http://www.carina.rs/lat/Zakoni/REDOVAN%20POSTUPAK%20LAT.pdf>.
5. Д. Кнежевић, Д. Нишић, Р. Томанец, Д. Ранђеловић, *Карактеризација и управљање индустријским отпадом*, Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Београду.

2. САСТАВ ОТПАДА

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

Састав отпада зависи пре свега од врсте отпада који може бити: комунални отпад или кућни отпад, комерцијални отпад и индустријски отпад. Отпад у зависности од опасних карактеристика које утичу на здравље људи и животну средину, може бити инертни, неопасан или опасан. У табели 1, дат је преглед различитих врста материјала и броја депонија на које се одлажу, а које је дала Агенција за заштиту животне средине у оквиру пројекта који је радила под покровитељством УСАИД.

Табела 1. *Врсте отпадних материјала и број депонија отпада*

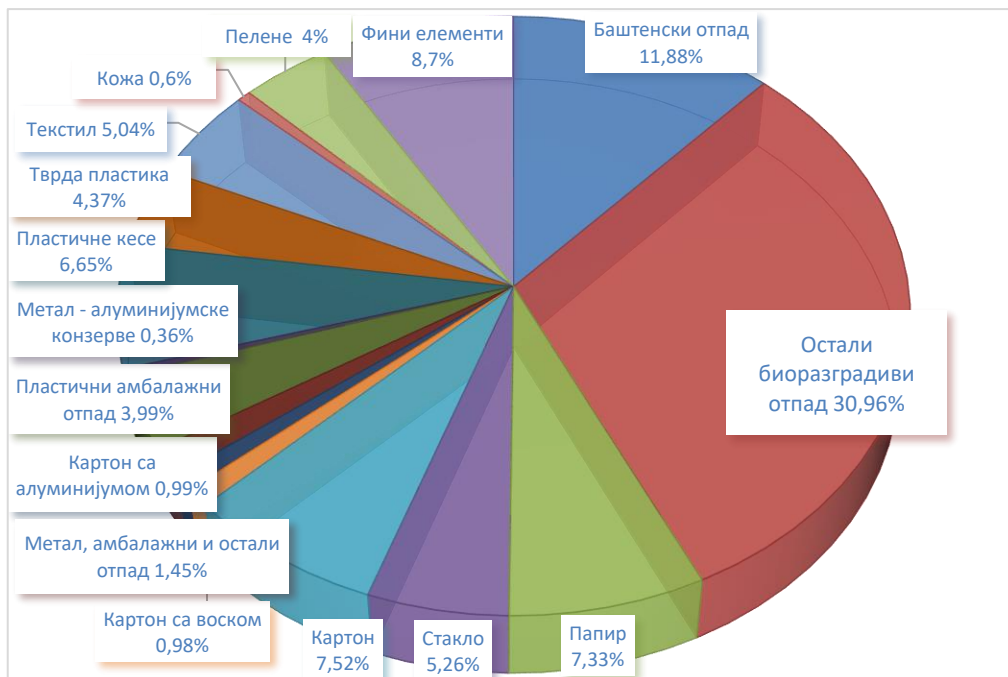
Врста отпадног материјала		Број депонија
Комунални (кућни) отпад		164
Метални отпад и делови кућних апарата		138
Хаварисана возила		82
Амбалажни отпад	Стакло	160
	Пластика	159
	Папир	158
	Картон	157
	лименке	156
Пољопривредни отпад		82
Грађевински отпад		134
Електронски отпад		52
Опасан отпад		60
Медицински отпад		84
Животињски отпад (угинуле животиње, отпад из кланица)		83
Отпадне гуме		117
Зелени отпад из башти и јавних површина		134
Шумарски отпад и отпад од прераде дрвета		48
Индустријски отпад и отпад из рударства		30
Муљеви, талози, пепео, шљака, јаловина и блато		95

Састав отпада најбоље је анализирати на примеру комуналног отпада због разноврсне структуре. Методологија за процену генерисаних количина и састава комуналног отпада базира се на искуству земаља чланица ЕУ и предложена је као званична метода под називом S.W.A.-Tool (Development of a Methodological Tool to enhance the Precision & Comparability of Solid Waste Analysis Data). Циљ развоја методе је повећање прецизности и лакшем упоређењу података комуналног отпада на нивоу Европе. На слици 1, приказан је морфолошки састав комуналног отпада за подручје Републике Србије. Из приложеног се може видети да је биоразградиви

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

отпад процентуално најзаступљенији, затим папир, картон, стакло и пластика. Сви ови материјали припадају групи материјала који се лако рециклирају и не захтевају примену скупих технологија. Оно што не смемо заборавити је да:

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ ИМАЈУ СВОЈУ ЦЕНУ.



Слика 1. Морфолошки састав отпада у Републици Србији.

Састав отпада разликује се према климатским условима, тако да количина отпада варира у зимским и летњим месецима. Такође, важна је развијеност општина и њихов стандард, што је и узрок варијација у погледу количина отпада посматрајући различите државе. Правилно одређивање састава отпада, за једну општину или регион или саму државу је важно, јер на основу добијених података састава, ствара увид о коначној исплативости и потенцијалним улагањима у рециклажне материјале и рециклажне технологије. Правилном анализом добијених података, општине, региони или државе имаће увид у економски исплатива решења за посматрану територију, која би требала да буду најбоља за животну средину и здравље становништва, а уједно да буду и економски исплатива и одржива. Квалитет изабраних решења доказује се перманентно циклусима квалитативним мерењима на посматраној територији.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пројекат „Утврђивање састава отпада и процене количине у циљу дефинисања стратегије управљања секундарним сировинама у склопу одрживог развоја Републике Србије (Факултет техничких наука из Новог Сада, Департман за инжењерство заштите животне средине, Нови Сад 2009).
2. Еко-билтен, 2007–2008. (Републички завод за статистику, Београд, 2010).
3. Еко-билтен, 2009. (Републички завод за статистику, Београд, 2010) Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2005. годину (Министарство науке и животне средине, Републике Србије, Београд 2006. године).
4. Извештај о стању животне средине у Републици Србији за 2010. годину (Министарство животне средине, рударства и просторног планирања Републике Србије, Београд 2011).
5. Интегрални катастар загађивача (Република Србија, Министарство животне средине и Агенција за заштиту животне средине, Београд 2007).
6. Саопштење ЗС60 – Индустриски отпад, 2008. (Републички завод за статистику Републике Србије, Београд, 2010).
7. Саопштење ЗС60 – Индустриски отпад, 2009. (Републички завод за статистику, Београд, 2011).
8. Саопштење ЗС60 – Индустриски отпад, 2010. (Републички завод за статистику, Београд, 2011).

3. УЗОРКОВАЊЕ ОТПАДА

Узорковање отпада један је од најбитнијих корака при поступању са отпадом. Наиме, ово је операција која може у крајњој мери највише утицати на коначне резултате који одређују економичност и еколошност третмана отпада као и формирање његове тржишне вредности. Важно је напоменути да постоје и отпадни материјали који се никако не смеју узорковати обичним процедурама, а то су:

- Радиоактивне материје,
- Врло отровне материје,
- Производи у гасовитом стању,
- Експлозивни отпади,
- Потенцијално опасне биолошке материје и сл.

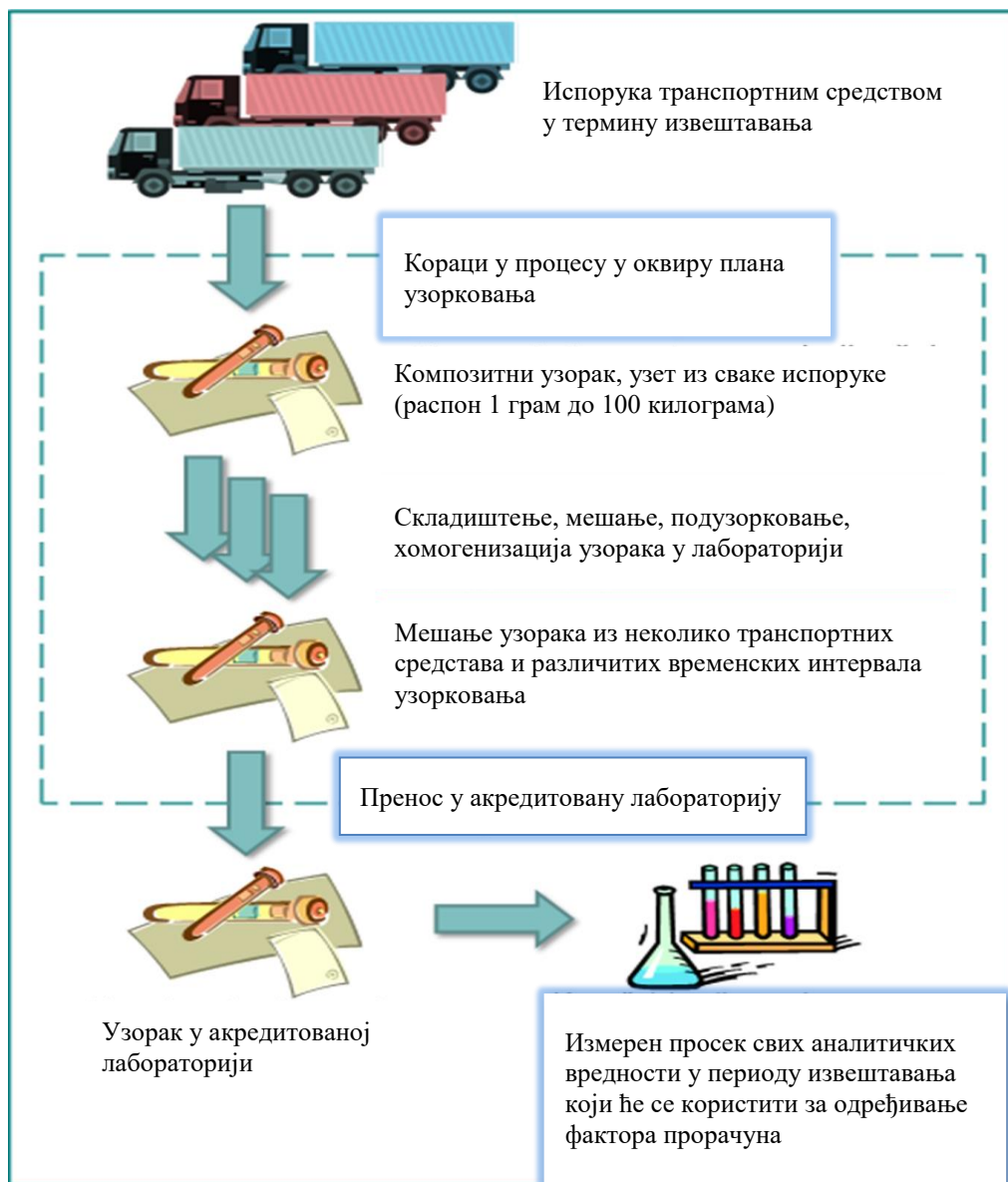
Да би се корак узорковања отпада спровео на одговарајући начин, неопходно је најпре дефинисати план узорковања отпада. У табели и слици 2 дати су примери планова узорковања отпада и отпадног уља.

Наиме, план узорковања отпада треба да садржи следеће кораке:

- 1) Проучавање начина настанка отпада (индустријски, комунални и др.),
- 2) Проучавање посебних токова отпада (посебно сакупљени отпад и селектован у електронски, амбалажни и др.),
- 3) Проучавање отпадних карактеристика отпада,
- 4) Проучавање законских оквира (техничких прописа, стандарда, закона и уредби о материјалу пре него што је он постао отпад),
- 5) Предвидети који се делови отпада могу сврстати у рециклабилне материјале, односно који његови делови могу бити предмет испитивања (садржај племенитих метала и сл.),
- 6) Проучити захтеве произвођача отпада, рециклера, лабораторије за испитивање,
- 7) Предвидети одговарајућу методу узорковања,
- 8) Предвидети одговарајући прибор за узорковање,
- 9) Одредити одговарајућу посуду за транспорт, чување и складиштење узорака,
- 10) Предузети одговарајуће мере заштите испитивача, коришћења заштитне опреме и коришћења апарата за испитивање радиоактивности,
- 11) Припремити форму записника о узорковању, осмислити најбољи начин за обележавања узорака,
- 12) Обезбедити документа за приступ локацији, детаљан опис могућности и потребне опреме за приступ, и
- 13) Формирати видео и фото записе узорака и узорковања.

Табела 2. Пример плана узорковања отпадних уља

Ставка сходно Члану 12 (2)	Могући садржај (примери)
Назив процедуре	План узорковања отпадног уља
Радно место или одсек задужен за спровођење процедуре	Руководилац одсека за отпад лабораторије на постројењу
Кратак опис процедуре	<p>1000 ml узорка узети из цистерне за складиштење на камиону.</p> <p>Одговорно лице се стара да надлежни руководилац смене или представник којег је именовано руководилац надгледа узорковање (недељне теренске провере).</p> <p>Узорци се сакупљају у затвореним бочицама на којима је јасно наведен датум и време, идентификација добављача уља, као и име лица које је вршило узорковање.</p> <p>Узорци се чувају у просторији лабораторије (на собној температури).</p> <p>Када је прикупљено 10 узорака, они се мешају и хомогенизују како би дали „композитни узорак“. Као резултат се добија отприлике 6 композитних узорака у сваком кварталу.</p> <p>Једанпут у кварталу композитни узорци се шаљу акредитованој лабораторији именованој у плану мониторинга.</p>
Локација евиденције и информације од значаја	Штампани примерак: Просторија за складиштење у лабораторији, полица 29/9 идентификациона фасцикла “ETS 01-SP”.
Назив коришћења компјутеризованог система, у колико се примењује	Не примењује се
Списак EN стандарда или других важећих стандарда	EN 14899



Слика 2. Пример плана узорковања отпада

3.1. Законске регулативе

При поступку узорковања није дозвољено коришћење стандарда за узорковање робе. Ови стандарди могу бити од користи само као помоћни стандарди. Наиме, потребно је користити стандарде који су специјализовани за узорковање, третман и складиштење специјализоване врсте отпада. За сам поступак испитивања и карактеризацију отпада развијена је серија техничких прописа који могу бити од изузетног значаја:

- *SRPS CEN/TR 15310-1* Карактеризација отпада - Узимање узорака отпада, Део 1: Смернице за избор и примену критеријума за узимање узорака под различитим условима
- *SRPS CEN/TR 15310-2* Карактеризација отпада - Узимање узорака отпада, Део 2: Смернице за технике узимања узорака
- *SRPS CEN/TR 15310-3* Карактеризација отпада - Узимање узорака отпада, Део 3: Смернице за поступке узимања подузорака на терену
- *SRPS CEN/TR 15310-4* Карактеризација отпада - Узимање узорака отпада, Део 4: Смернице за поступке паковања, складиштења, заштите, транспорта и испоруке узорака
- *SRPS CEN/TR 15310-5* Карактеризација отпада - Узимање узорака отпада, Део 5: Смернице за израду плана узимања узорака
- *EN 14899*: Карактеризација отпада - Узимање узорака отпадног материјала - Оквир за припрему и примену плана узимања узорака

3.2. Алат и опрема за узорковање

За правилан одабир алата и опреме потребне за руковање, неопходно је њихово познавање. Алати предвиђени за узорковање морају да буду обликовани и произведени тако да служе предвиђеној намени и да се њиховом применом очувају изворне особине узоркованог отпада. Алати за узорковање морају да испуњавају следеће опште захтеве:

- морају бити довољно чврсти за руковање,
- морају се лако чистити
- сви делови морају бити израђени од материјала отпорних на: утицај отпада који се узоркује (нпр. киселина или хемикалија), средства за чишћење (нпр. за избељивање или површински активне материје), и
- морају испуњивати и захтеве о заштити безбедности.

Пре употребе увек треба проверите да ли је опрема коју желимо да користимо чиста. Након употребе потребно је очистити алат за узорковање у складу с посебним упутствима.

За узорковање течности могу се употребити следећи алати: вакуум пумпе, посуде за урањање, пипете, лопатице, клипни шприцеви итд.

За узорковање чврстих материја у облику праха или гранула могу се употребити следећи алати: сонде, цевчице, сонде за узорковање на различитим дубинама, лопатице, бургије, алати за узорковање замрзнуте, ручне бушилице итд.

У сврху узорковања могу се употребити и други прикладни алати слични претходно наведеним ако се помоћу њих могу обавити описане операције и ако испуњују сигурносне захтеве. Други алати се могу употребити и за припрему збирног узорка од примарних узорака или за хомогенизацију, раздвајање, смањивање, четвртање итд. коначних узорака. У ту сврху могу се употребити разне пластичне или металне кутије, канистри, итд. са одговарајућим мешалицама. При спуштању узорковању течности из цистерни може се користити и додатни прибор у виду механичких каблова за спуштање и подизање и др. Разни вишенаменски

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

алати могу се такође користити за узорковање, на пример ножеви, секире од нерђајућег челика, маказе, клешта, четке за чишћење.

За узорковање отпада на бази угљоводоника органских растварача и других лако запаљивих течности алати за узорковање треба да буду специјално одобрени за такву употребу. Такви алати треба да буду израђени од материјала довољне електричне проводљивости како би се спречило стварање статичког електрицитета и не смеју да варниче у додиру с другим металним предметима. Постоји широки дијапазон опреме која се може наћи на слободном тржишту. Некој од метода узорковања потребно је приступити са великом пажњом уз примену специјализованог алата, за чије коришћење је потребно обавити специјализовану обуку. Неке од битних препорука су да је узорке алкалних течности потребно узорковати помоћу стакленог, пластичног или металног алата.

Узорци киселих и органских течности, као и чврстог отпада потребно је вршити помоћу стакленог или пластичног алата. Табеларни приказ препорученог алата за узорковање отпада у зависности од структуре отпада који је потребно узорковати приказан је у табели 3. На слици 3 приказани су неки од алата за узорковање отпада.

Табела 3. Табеларни приказ препорученог алата за руковање према структури узорака

Врста алата за узорковање	Течност	Вискозне течности	Прах	Узорковање једињења	Дубинско узорковање	Типични материјал за узорковање
Вакуумска пумпа	+			+		Течности, агресивне хемикалије
Уређај за урањање	+			+	+	Дубинске течности
Пипете	+			+		Течности, органске течности, растварачи, опасна једињења
Лоптица за узорковање	+			+		Течности узорковане са површине
Клипни шприц	+		+	+		Течности, пасте, агресивне хемикалије
Алат за узорковање из цевода	+					Узорковање текућих горива
Сонда за узорковање		+		+		Прах, грануле, непосредно узорковање врећа
Лопатица за узорковање		+		+		Прах, гранулати, површинско узорковање
Бургија за узорковање			+			Густи талог, паста, маст, восак, мазива и др.
Разделник			+			За дељење узорка



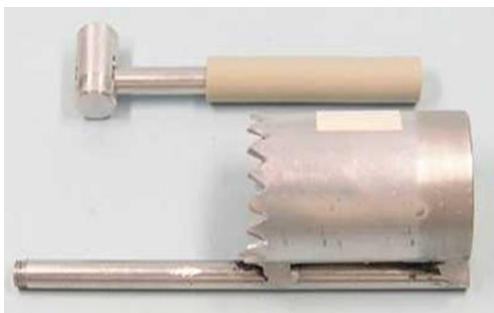
а)



б)



в)



г)



д)



ђ)



е)



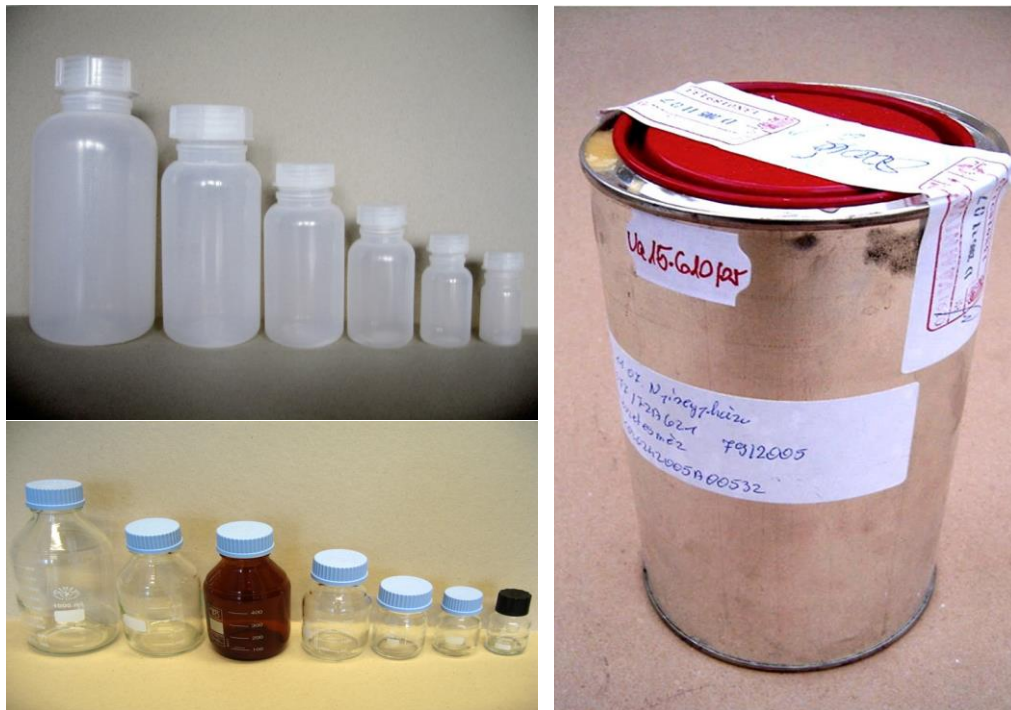
ж)

Слика 3. *Алат за узорковање отпада:*

а) вакуум пумпа, б) уређај за урањање, в) сонда за узорковање, г) лопатица за узорковање, д) клипни шприц, ђ) кашика, е) сонда за узорковање и ж) ручна бушилица

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

У зависности од врсте материјала који је потребно узорковати, као и потребу да се узорак чува до процеса испитивања, неопходно је изабрати посуду одговарајућег квалитета, отпорног на дејство узоркованог материјала. Најчешће су у примени пластичне и стаклене посуде, пластичне кесе са херметичким затварачем, али и алуминијумске посуде са поклопцем. Након узорковања материјала, потребно је извршити правилно обележавање, налепница или само обележити маркером. Неке од могућих посуда доступних на тржишту приказани су на слици 4.



Слика 4. Посуде за чување узорака

ЛИТЕРАТУРА

1. SRPS CEN/TR 15310-1, *Карактеризација отпада - Узимање узорака отпада, Део 1: Смернице за избор и примену критеријума за узимање узорака под различитим условима.*
2. SRPS CEN/TR 15310-2, *Карактеризација отпада - Узимање узорака отпада, Део 2: Смернице за технике узимања узорака.*
3. SRPS CEN/TR 15310-3, *Карактеризација отпада - Узимање узорака отпада, Део 3: Смернице за поступке узимања подузорка на терену.*
4. SRPS CEN/TR 15310-4, *Карактеризација отпада - Узимање узорака отпада, Део 4: Смернице за поступке паковања, складиштења, заштите, транспорта и испоруке узорака.*
5. SRPS CEN/TR 15310-5, *Карактеризација отпада — Узимање узорака отпада, Део 5: Смернице за израду плана узимања узорака.*
6. EN 14899, *Карактеризација отпада – Узимање узорака отпадног материјала – Оквир за припрему и примену плана узимања узорака.*
7. <http://www.iss.rs/images/upload/prezentacije/uzorkovanje%20otpada%20nis%20jun%202010.pdf>.
8. http://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/HR/SamplingProcedure/ChemicalsSolid_HR.htm.
9. <http://www.upravacarina.rs/cyr/Zakoni/cyr-SPISAK%20ROBA-odluke%20HS-objavljeno%20u%20SGRS-od%202012.pdf.pdf>.
10. Љ. Д. Костић, *Узорковање отпада - предавање за студенте*, Висока техничка школа Ниш.

4. ГРАЂЕВИНСКИ ОТПАД

Последице двадесетог века, нарочито на територији Балкана, имају за резултат огромне количине грађевинског отпада. Протеклих година није се превише водило рачуна о природним ресурсима, јер се сматрало да их има у изобиљу. Крајем двадесетог века коначно су уочени еколошки проблеми, настали као последица депоновања отпада.

Једно од одрживих решења за проблем грађевинског отпада и обустављање исцрпљивања налазишта природног агрегата прихваћен је поступак рециклирања отпадних материјала, разноликог порекла, и њихова употреба најчешће у виду потпуне или делимичне замене агрегата. Свакако, најпримењивији материјал је "стари" бетон који је због завршетка експлоатационог века конструкције, реконструкција или адаптација простора постао отпад. Да је "стари" бетон једина могућност замене агрегата у бетону могућа рециклираним бетоном, демантују и бројна научна истраживања која као могућност наводе и примену: стакла од катодних цеви дотрајалих монитора и телевизора (тзв. CRT glass eng.), стакла од отпадне амбалаже, опекарских производа и керамичких плочица, рижиних љуспица, глине, рударске јаловине и др. Бројним испитивањима закључено је да се коришћењем квалитетног и чистог рециклираног материјала, у виду делимичне или потпуне замене агрегата, могу добити бетони који имају задовољавајуће перформансе које се не битно не разликују од перформанси бетона са природним агрегатом.

Агрегат се може поделити у пет основних фракција различитих величина зрна и то::

- I фракција зрна величине 0-4 mm,
- II фракција зрна величине 4-8 mm,
- III фракција зрна величине 8-16 mm,
- IV фракција зрна величине 16-31,5 mm и
- V фракција зрна величине 31,5-63 mm.

Процентуално учешће појединих категоријама зрна агрегата, било да је он од природног или рециклираног материјала, у целокупној маси агрегата дефинише се као гранулометријски састав, који спада у техничку дисциплину која се назива Гранулометрија. Познавање гранулометријског састава у општем случају значи познавање крупноће зрна материјала који је заступљен у композитном материјалу.

Композитни материјали представљају међусобно чврсто спојене разнотипне материјале погодне за добијање новог материјала, кориснијег у виду композита него у виду простог материјала. Већина композитних материјала састоји се из једног главног материјала, често називаног матрица, и више додатних материјала значајно мање заступљеног у коначном саставу, али обавезног при справљању и побољшању битних карактеристика композита зависно од његове намене.

Композитни материјали захтевају унапред одређен гранулометријски састав као један од параметара који учествује у спречавању смањења коначних механичких карактеристика композитних материјала, код којих су механичке карактеристике од изузетног значаја. Познавање зрнастог састава материјала од изузетног је значаја како би пројектовани материјал имао практичну примену.

Одређивање гранулометријског састава један је од најбитнијих карактеристика при производњи грађевинских композитних материјала. Најчешће примењивији грађевински материјал је бетон. Бетон се састоји из цемента, агрегата и воде. Агрегат за справљање бетона је обавезно ситне и крупне фракције (за чије одређивање се примењује гранулометријски састав материјала) и цементне пасте која је мешавина цемента и воде.

Цемент је материјал који настаје као производ цементне индустрије и један је од најчешће примењених материјала у свету, али уједно и највећи загађивач животне средине. Цемент спада у групу минералних хидрауличних везива. У његов састав улазе глина, кречњак CaCO_3 , руде гвожђа, кварцни песак и др. Сама припрема цемента одвија се у ротационим пећима у којима материјал за справљање бетона пролази кроз фазе загревања и синтеровања до производње коначног портланд цементног клинкера.

Агрегат је најчешће природни материјал, речни, стенски дробљени или њихова мешавина. У зависности од претходно пројектованих механичких карактеристика бетона, количина агрегата представља око $\frac{3}{4}$ запремине бетонске мешавине. Сагледавањем цене коштања бетонске мешавине, агрегат учествује са око 50%. *Правилник који одређује квалитет агрегата је Правилник за бетон и армирани бетон (БАБ 87).*

Најпримењивија метода у овој техничкој дисциплини, која има за циљ одређивање састава зрнастог материјала је просејавање. Поред методе просејавања постоји и мање популарна метода названа метода седиментације (позната и као метода аерометрисуња).

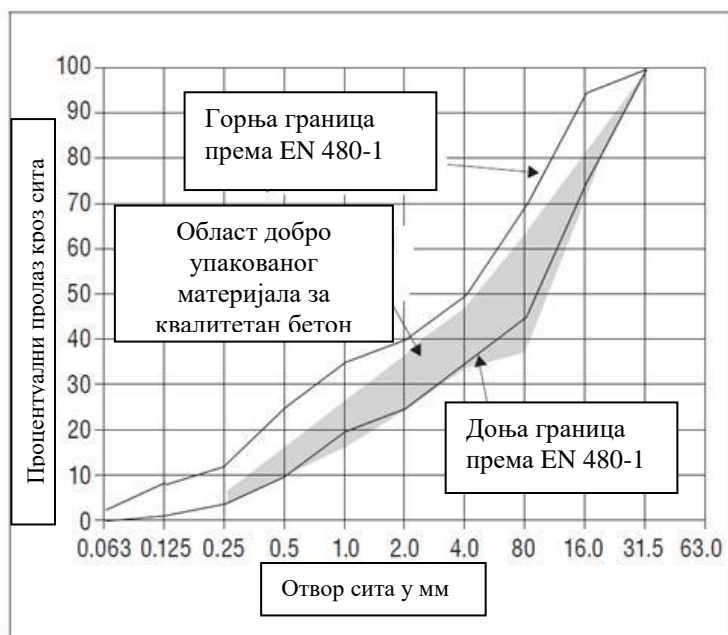


Слика 5. Гарнитура сита за просејавање узорака

Метода просејавања спроводи се помоћу сита са различитим величинама отвора. Агрегат, па и отпадни агрегат, који је могуће испитати применом методе просејавања је најмање 0.04 mm, што и представља доњу границу до које је могуће израдити сита. Према прописима за испитивање агрегата, лабораторијска сита израђују се од танких плетених нити, или од на одговарајући начин избрушених лимова, при чему су отвори на ситима квадратног облика. Пример гарнитуре сита

за просејавање приказан је на слици 5. Отвори сита могу бити израђени до највише 125 mm отвора. Постоји низ метода за дефинисање израза за срачунавање гранулометријског састава: према ЕМРА (метода Института за испитивање материјала и конструкција у Цириху), према Фулеру, према Болемејеву, према Форијеу, према Поповићу-у (методе једнакостраничног троугла) и др.

Наш стандард SRPS U.M1.057:1984 дефинише референтне гранулометријске криве. Стандард дефинише референтне гранулометријске криве које се налазе у области препоручених крива. Стандарди новијег датума базирају се на Европским стандардима (EN 206-1:2000). Агрегат добијен просејавањем мора бити у области између горње и доње границе, ближи доњој граници, како би просејавани агрегат имао већи садржај агрегата ситније гранулацији. Према наведеном стандарду, да би агрегат добијен просејавањем био погодан за употребу, агрегат мора бити у области између две наведене границе. Препоручене гранулометријске криве према стандарду EN 206-1:2000 приказане су на слици 6.



Слика 6. Гранулометријска крива према стандарду EN 206-1:2000

Сам поступак одређивање гранулометријског састава узорака састоји се из узорковања материјала са депоније на којој је извршено одлагање отпадног грађевинског материјала (на слици 7 приказана је једна привремена депонија мешовитог грађевинског отпада). У колико се врши узорковање грађевинског отпада који претходно није селектован, неопходно је спровести поступак раздвајања отпада и поступак одређивања гранулометријског састава спровести на истотипном материјалу. У опрему за узорковање материјала спадају металне лопатице, кашике и лопате. Узоркован отпад је затим неопходно упакovati у одговараће посуде и допремити у лабораторију.



Слика 7. Привремена депонија грађевинског отпада

Узорак је неопходно спремити у одговарајуће посуде и допремити у лабораторију. Грубо уситњавање отпадног материјала и детаљнији преглед, да ли је отпад истотипан, неопходно је извести у одговарајућој посуди, аван са тучком. Одговарајуће припремљен отпад је затим потребно одложити у одговарајућу пећ за сушење (слика 8) у трајању од 24 h, на 105 °C, или до константности масе узорка. Температуру сушења у пећници могуће је подесити на минимум 5°C односно максимално до 300°C. Састоји се од изолованих челичних врата сушнице са ручицом за отварања. Уређај поседује и вентилатор са могућим подешавањима за убацивање свежег ваздуха. Уређај поседује и ПИД микропроцесни контролер. Температуру је могуће подесити тако да се одржава константном у трајању од 1 мин до 99 дана. Уређај је класе 1 у складу са нормом DIN 12 880. Техничке карактеристике уређаја за сушење материјала приказане су у Табели 4.



Слика 8. Пећ за сушење материјала

Табела 4. Техничке карактеристике уређаја за сушење материјала марке *MEMMERT UN55*

Модел	UN
Запремина [L]	53 L
Температурни опсег [°C]	5-300 °C
Прецизност	±0,5 °C
Унутрашње димензије (ширина x дужина x висина)	400x330x400 mm
Спољашње димензије (ширина x дужина x висина)	585x514x787 mm
Маса	55 kg
Број полица	1
Снага	2000 W

Поступак одређивања гранулометријског састава отпада даље се спроводи мерењем узорка на техничкој ваги (слика 9). Узорак је неопходно претходно сипати у одговарајућу посуду у којој ће се вршити мерење. Вагу за мерење је прво потребно инсталирати за вредност посуде у којој се налази узорак. При даљим мерењима, неопходно је увек користити исту посуду, јер је вага инсталирана тако да у коначну масу не укључује масу посуде.



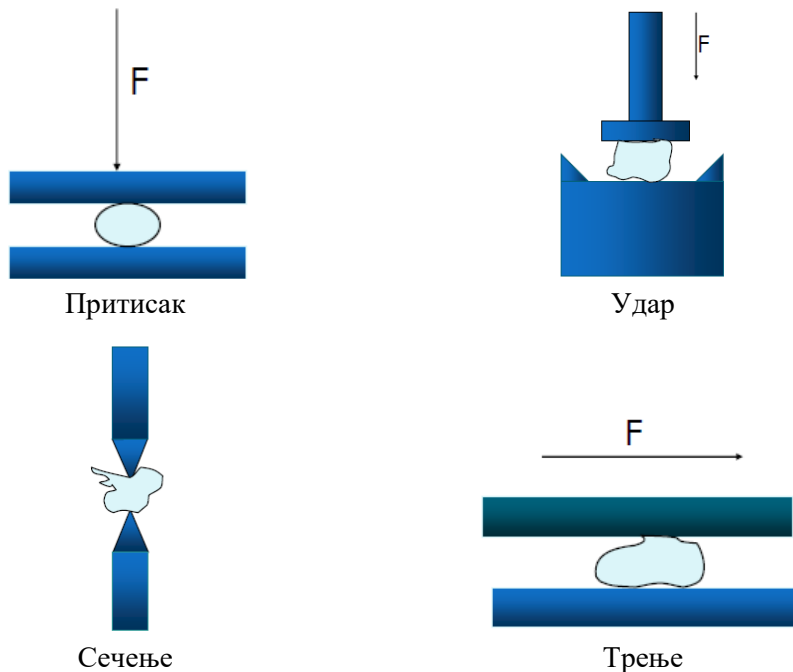
Слика 9. Техничка вага за мерење масе узорака

Техничка вага за мерење је максималног капацитета мерења 2100 g, са могућношћу читавања до 10 mg. Вага садржи ЛЕД дисплеј на којем је могуће вршити прецизна читавања масе узорака који се мери. Кућиште ваге је направљено од пластике, док је наслон на којем се врши постављање мерног предмета направљен од нерђајућег челика.

Уситњавање узорака врши се у одговарајућем млину предвиђеном за уситњавање. Зависно од врсте материјала који је потребно уситнити, његове количине, али и саме крајње финоће млина постоји низ метода за такве видове третмана. Машине и уређаји за уситњавање раде најчешће на један од начина

приказаних на слици 10. Млевење спада у технолошку операцију којом се врши уситњавање чврстих честица до жељене величине. Циљ уситњавања је повећање специфичне површине материјала. Уситњеност представља однос најкрупније честице пре уситњавања и најситније честице након поступка уситњавања. На основу степена уситњености разликују се:

- Груба уситњеност,
- Средња уситњеност и
- Фина уситњеност.



Слика 10. Неке од могућности рада система за уситњавање материјала

У општем случају млевења се могу поделити на проста и сложена. Једноставна подразумевају уситњавање до честица одређене величине, док сложена млевења подразумевају вишекратна млевења због посебне обраде различитих делова зрна да би се добиле одређене (посебне) фракције. Млинови се грубо могу поделити на:

- Млинове са каменом (жрвањ),
- Млинске ваљке,
- Чељусне дробилице,
- Конусне дробилице,
- Кугличне млинове,
- Дезинтеграторе,
- Дисембраторе,
- Струјне млинове и др.



Слика 11. Млин са порцуланским сетом за млевење и системском интеграцијом

У лабораторијске сврхе, за припрему узорака грађевинског отпада, чест је у примени млин са порцуланским сетом за млевење и системском интеграцијом. Ово је један од могућих уређаја за овакав третман отпада. Овакав млин приказан је на слици 11. За веће количине отпада, код којих је лабораторијским путем потребно извршити уситњавање узорака, без претходних предрадњи у виду ручног уситњавања, најчешће се користи куглични млин. Међутим, за лабораторијска просејавања грађевинског отпадног материјала, чест је у примени овакав млин мале запремине. Карактеристике поменутог млина за уситњавање приказане су у Табели 5.

Табела 5. Техничке карактеристике млина са порцуланским сетом за млевење и системском интеграцијом

Димензије посуде за уситњавање	Унутрашњи пречник - 130 mm, спољашњи пречник - 200 mm
Минимална маса узорка за уситњавање	10 ml
Максимална маса узорка за уситњавање	до 190 ml
Финоћа млина	10 - 20 μ m
Врста материјала који се уситњава	Влажан / сув
Број обртаја	50 Hz - ~70 rpm, 60 Hz - ~80 rpm
Снага и јачина уређаја	100-120/200-240 V/1~, 50/60 Hz, 300 W
Утицај рада уређаја на животну средину према стандарду DIN EN ISO 3746 (зависно од материја који се уситњава)	Приближно $L_{pAd} = 71$ dB
Маса уређаја	24 kg

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

Димензије (ширина x дужина x висина)	Спољашње димензије уређаја 31 x 46 x 41 cm
Принцип рада	трење
Уређај за уситњавање	Тврда посуда са шпатулом и конусом
Материјал који се уситњава	Агрегат, тврди порцелан, нерђајући и каљени челик, тврди метал и др.

Након поступка уситњавања узорка грађевинског, или друге врсте отпада, за потребе одређивања гранулометријског састава неопходно је извршити одређено просејавање уситњеног отпадног материјала. Одређивање заступљености појединих фракција могуће је одредити неком од наредних метода и то:

- Метода ареометрисања,
- Микроскопска метода и
- Метода просејавања.



Слика 12. Шејкер са сетом и прибором (тест сита 200 μm , 63 μm , 125 μm , 250 μm , 500 μm , 1 mm)

У пракси је најраспрострањенија метода просејавања вибро ситима – „шејкер“ (слика 12). Вибро сита (engl. vibrating screens, нем. Rüttelsieb) су машине које уз помоћ механичких вибрација врше раздвајање материјала по гранулацији. Број фракција на којима се врши раздвајање зависи од очекиване величине фракција, од чега зависи и број етажа на вибро сити. Одређивање састава материјала врши се искључиво у сувом стању, како би се избегли ефекти лепљења узорка за зидове и решетке сита, као и процес „синтеровања“ у којем долази до формирања куглица (укрупњавања) материјала који се третира просејавањем. Вибро сито састоји се из електричног погона који изазива механичке вибрације, просејних површина које раздвајају материјал на фракције, које истовремено служе

и као ослонац за просејани материјал и транспортни пут вибрација од погона до просејних површина. Најчешће се користе мреже од плетене челичне жице са правоугаоним или квадратним отворима, никако кружним. За просејавање абразивног материјала или материјала веће гранулације могу се користити просејне површине израђене од перфорираног лима, велике отпорности на хабање. Просејне површине често имају неограничени рок трајања, па се у сврху њихове израде користе и синтетички полимери који су отпорни материјали, који омогућавају апсорбовање удара материјала. Сита израђена од такве врсте материјала значајно утичу на апсорбовање нивоа буке и вибрације коју могу да генеришу вибро сита.

4.1. Одеђивање гранулометриског састава отпадног материјала

На самом почетку потребно је извршити избор сита тако да кроз сито са највећим отвором (сито на врху) прође 100% материјала. Сита постављена на машину за просејавање поставити тако да се отвори сита смањују одозго на доле, завршно са дном. агрегата који се просејава. Пре почетка испитивања просејавањем неопходно је извршити мерење материјала који је предвиђен за просејавање. Материјал је потребно усугути у сито са највећим отвором, поставити поклопац, затегнути каишеве и додатно затегнути навој. Покренути уређај за просејавање. Након истека предвиђеног времена просејавања и изазваног потресања мерењем на техничкој ваги утврдити масу агрегата осталог на сваком од сита, укључујући и дно.

Вредност A представља укупну масу сувог материјала који је обухваћен процесом просејавања. Јединица мере вредности A је у килограмима.

Вредности a_1, a_2, \dots, a_n представљају делимични остатак на ситима измерених на ситима отвора d_1, d_2, \dots, d_n . Јединица мере вредности a треба да је сагласна јединици мере укупне масе материјала. У колико су отвори сита изабрани тако да је на врху постављено сито са већим отвором од најкрупнијег зрна материјала, вредност a_n биће једнака нули.

На основу претходно добијених вредности a_1, a_2, \dots, a_n (делимични остатак) могуће је добити вредности кумулативног остатака Q_i . Дакле, вредност Q_i одређује се сабирањем делимичних остатака на ситима изнад сита d_i . Кумулативни остатак на сити i одређује се изразом (1):

$$Q_i = a_i + a_{i+1} + \dots + a_{n-1} + a_n = \sum_{k=i}^n a_k \quad (1)$$

Процентуални кумулативни остатак P_i представља процентуалну овог остатака у односу на укупну масу агрегата. Процентуални кумулативни остатак на било којем сити i , са отвором d_i одређује се изразом (2):

$$P_i = \frac{Q_i}{A} * 100 = \frac{100}{A} \sum_{k=i}^n a_k \quad (2)$$

Процент проласка материјала кроз сито d_n , сито веће од најкрупније фракције, износи 100%. Делимични остатак a_n биће једнак нули. Процент проласка материјала кроз остала сита може се одредити према изразу (3):

$$Y_i = 100 - P_i \quad (3)$$

Гранулометријска крива црта се у правоуглом координатном систему. На апсисну осу (хоризонтална оса) наносе се отвори сита, а на ординату (вертикална оса) наносе се процентуални проласци материјала кроз поједина сита. Апсисна оса најчешће се наноси у логоритамској размери, где ће за отворе сита 0.063, 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2,4, 8, 16, 31.5, 63, 125, 250 (мм) размак између сита d_i и d_{i+1} ови размаци увек бити једнаки. За спровођење овог поступка могуће је коришћење и међу сита, која на апсину осу морају бити нанесена у погодној логоритамској размери. Овим поступком је дефинисан гранулометријски састав материјала, односно међусобни однос појединих фракција.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мурављов В., „Грађевински материјали“, 2002. Грађевинска књига Београд, п-п 179-210.
2. Грдић З., „Технологија бетона“, 2011. Грађевинско-архитектонски факултет Ниш, п-п 1-36.
3. Радоњанин В., Малешев М., Маринковић С., „Могућности примене старог бетона као нове врсте агрегата у савременом грађевинарству“, 2010, Заштита материјала, п-п 178-188.
4. http://www.mehanika.rs/documents/vibro_sita_1.html .
5. Мурављов В., Живковић С., „Збирка решених испитних задатака“, 2001. Грађевинска књига Београд, п-п 179-210.
6. Правилник за бетон и армирани бетон (БАБ 87).
7. EN 206-1:2000

5. ОТПАДНА МАЗИВНА УЉА

Процес производње, употребе и одржавања моторних возила и машинских система мора нужно бити праћен коришћењем погонских средстава (горива и мазива). Сходно стандардима заштите животне средине и заштите корисника (кроз поља производње и примене), примењена погонска средства морају да их испуњавају.

Мазива су средства, која се у зависности од својег агрегатом састава деле на уља (средства течног агрегатом састава) и мазива („желатинасте“ структуре). Мазива се примењују да деловима система који су услед спољашњег оптерећења подложни физичким променама делова система у виду хабања и трења. Поред средстава за подмазивање, мазивима се често називају и производи сличног хемијског састава:

- Средства за пренос топлоте,
- Средства за пренос снаге,
- Изолациона и диелектрична уља,
- Расхладне течности и др.

Претеча данашњих моторних уља биле су животињске масти. Још у старом Египту, животињском машћу премазивани су делови вучних транспортних средстава како би се смањиле последице трења и трошења двеју површина у међусобном додиру.

Проблем подмазивања покретних делова касније је обухваћен Инжењерством подмазивања (*енгл. lubrication engineering*), данас веома распрострањеном научном дисциплином.

Развој масти за подмазивање система кренуо је у другој половини 19. века. Тада су коришћене масти добијене од минералних уља добијених згушњавањем калцијумским, калијумским и натријумским сапунима. Даље, прерада нафте условила је развој производње и примене минералних уља за подмазивање. Уља добијена оваквом производњом, оправданост своје примене нашла су у упоређењу своје примене са триглицеридним мастима и уљима, у односу на која су мање подложна кварењу и истеку рока употребе. Почетак 20. века обележавају уља са адитивима, како додатака основним минералним уљима. Резултат примене адитива (додаци за побољшање одређених карактеристика) су побољшане карактеристике. Друга половина 20. века у обележју је синтетичких уља и мазива, погодних за подмазивање система новије генерације.

Уочавањем проблема подмазивања уследио је развој научне дисциплине назване Триологија. С почетка се ова дисциплина базирала на емпиријске, искуствене, податке, док је данас она напредовала у високо развијену науку. „Триологија је наука и техника о површинама у додиру и релативном савијању и о пратећим активностима“. Главна подручја примене триологије су:

- Механичке конструкције (зупчаници, лежајеви, клизни елементи),
- Материјали (нови материјали, керамика, полимери, метали...),
- Обрада материјала (средства за хлађење и подмазивање...),
- Подмазивања (масти, уља и др.).

5.1. Отпадна мазивна уља

Отпадна мазивна уља један су од отпада који се често може видети, а још једна од битних чињеница је да је отпадно уље уз примену јефтених поступака могуће без великих губитака вратити у првобитну употребу. Мазива уља могу се сврстати у отпад у неколико случајева и то, при процесу производње када услед грешака у самом процесу они постану шкарт који због својих лоших физичко-хемијских карактеристика није могуће понудити тржишту, услед истека рока употребе, услед лошег паковања и атмосферских утицаја, након редовних и ванредних сервиса путничких и теретних аутомобила и производних система, услед загађења мазивог уља спољашњим материјама из система у којем је уље коришћено, услед резултата да мазиво уље има веома штетан утицај на животну средину и његово повлачење са тржишта и др.

Закон о управљању отпадом (“Службени гласник РС”, број 36/09 и 88/10) даје правне основе за управљање отпадом. Дефиниција отпадних уља уведена је у Закон о управљању отпадом (објављен у листу “Службени гласник РС”, број 36/09 и 88/10): “Сва минерална или синтетичка уља или мазива, која су неупотребљива за сврху за коју су првобитно била намењена, као што су хидраулична уља, моторна, турбанска уља или друга мазива, бродска уља, уља или течности за изолацију или пренос топлоте, остала минерална или синтетичка уља, као и уљани остаци из резервоара, мешавине уље- вода и емулзије сматрају се отпадним уљима“. Према члану 5, тачка 22 овог закона отпадна уља су дефинисана као посебан ток отпада.

Према члану 48, став 1 забрањено је:

- Испуштање или просипање отпадних уља у или на земљиште, површинске и подземне воде и у канализацију,
- Одлагање отпадних уља и неконтролисано испуштање остатака од прераде отпадних уља,
- Мешање отпадних уља током сакупљања и складиштења са РСВ и коришћеним РСВ или халогеним материјама и са материјама које нису отпадна уља, или мешање са опасним отпадом, и
- Свака врста прераде отпадних уља која загађује ваздух у концентрацијама изнад прописаних граничних вредности.

Лице које врши сакупљање, складиштење и третман отпадних уља мора да има дозволу, да води и чува евиденцију о отпадним уљима и о количини која је сакупљена, ускладиштена или третирана, као и о коначном одлагању остатака после третмана и податке о томе доставља Агенцији. У складу са чланом 59 Закона о Управљању отпадом (“Службени гласник РС”, број 36/09 и 88/10) за процес третмана отпадних уља неопходна је одговарајућа. Детаљне одредбе које се тичу управљања отпадним уљима су дате у Правилнику о условима, начину и поступку управљања отпадним уљима (“Сл. гласник РС”, бр). 71/2010). Обавеза плаћања накнаде за отпадна уља пласирана на тржиште Републике Србије је дефинисана Уредбом о производима који после употребе постају посебни токови отпада, обрасцу дневне евиденције о количини и врсти произведених и увезених производа

и годишњег извештаја, начину и роковима достављања годишњег извештаја, обвезницима плаћања накнаде, критеријумима за обрачун, висину и начин обрачунавања и плаћања накнаде ("Сл. гласник РС", бр. 54/2010). Уредба о висини и условима за доделу подстицајних средстава ("Сл. гласник РС", бр. 88/2009, 67/2010 и 101/2010) прописује исплату подстицајних средстава за поновну употребу, рециклажу и коришћење отпадних уља као секундарне сировине. Каталог и класификација отпада су регулисани Правилником о категоријама, начину испитивања и класификацији отпада ("Сл. гласник РС", бр. 56/10).

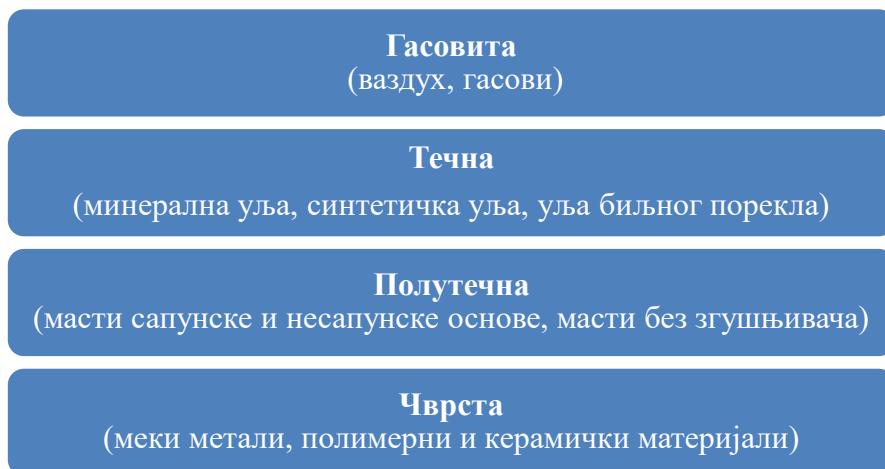
Политика фирми за производњу нових и управљање отпадним мазивим уљима у погледу заштите животне средине треба се базирати на следећим чињеницама:

- Укључивање политике и програма заштите животне средине у свим делатностима,
- Идентификовање аспеката заштите животне средине и стављање под контролу истих,
- Утврђивање и преиспитивање циљева заштите животне средине и осмишљавање програма за њихову реализацију,
- Пословање у складу са свим важећим законима и прописима,
- Тежити сталним унапређењима у области заштите животне средине и сталне превенције загађења,
- Систематско и планско смањење емисије штетних материја у околини, штедња ресурса и енергије, као и минимизирање употребе штетних материја и смањење количине рециклабилног и нерциклабилног отпада,
- Константно подизање свести запослених везано за значај заштите животне средине, стручно усавршавање, као и благовремено информисање о законским променама,
- Коришћење производа који имају минималан или немају уопште штетан утицај на животну средину, као и поштовање стандарда ИСО 14001 у свом пословању.

Пре самог поступка одређивања карактеристика отпадног моторног уља, неопходно је упознати се са основним карактеристикама нових уља како би се лакше могло одредити порекло, тип и карактеристике отпадног мазивног уља. Мазива се према функцији могу поделити у две основне групе и то на:

- Конструкциона мазива, и
- Технолошка мазива.

Према свом саставу и пореклу могу бити: минерална, биљног и животињског порекла, као и синтетичка мазива. Према агрегатном стању могу се поделити на: гасовита, течна, полутечна и чврста мазива. Општа подела мазива према агрегатном стању приказана је на слици 13.



Слика 13. Подела мазивних уља према агрегатном стању и саставу

Зависно од порекла и начина добијања мазивних уља, издвајају се две битне групе и то:

- Минерална уља, и
- Синтетичка уља.

Разлика између минералних и синтетичких је у саставу и процесу добијања уља. Минерална уља добијају се из нафтних деривата и састоје се из разних парафинских и нафтенских угљоводоника са мањим уделом аромата. Синтетичка уља добијају се уз помоћ процеса синтезе органских једињења често произведених из нафте. Синтетичка уља подлежу квалитетнијем процесу производње, њихова структура је претходно дефинисана, као и претходна захтевана својства. У погледу заступљености, минерална уља чине преко 85% свих уља за подмазивање и добијају се применом сложених производних процеса у виду вакуум дестилације и поступцима рафинације. Основна сировина у њиховој производњи су остаци дестилације нафте. У групу синтетичких уља сврставају се различите течности и уља која нису добијене из нафтних деривата, већ из органских једињења, уз примену поступака синтезе различитих једињења. Највећу групу синтетичких мазива чине полигликоли, који се производе као растворљиви и нераствориви у флуидима. У саставу мазива новије генерације, готово је неизбежно присуство адитива. Адитиви су додаци који се додају основном саставу у циљу повећања одређених особина мазива. Сходно ишчекиваном крајњем саставу додају се адитиви за повећање индекса вискозности, адитиви за снижавање температуре, адитиви као инхибитори оксидације, адитиви као инхибитори корозије, антихабајући адитиви, адитиви за високе притиске, емулгатори и др.

Неке од основних особина мазивних уља као услова рада у систему подмазивања су: вискозност, индекс вискозности, густина, тачка паљења, тачка замућења, тачка течења, емулзивност, деемулзивност, пенушање, и способност издвајања ваздуха.

5.2. Основне карактеристике мазивних уља

Вискозност уља представља најважније физичко својство мазивног уља и утиче на смањење трења и хабања. Оно представља величину унутрашњег трења између молекула мазива при његовом струјању услед дејства неке спољашње силе. Вискозност представља отпор течности при протицању, односно унутрашње трење између молекула у флуиду (слика 14). У општем случају вискозност зависи од температуре и притиска. Поделу је могуће извршити на динамичку, кинематску и релативну. У зависности од врсте вискозности коју је потребно одредити разликују се уређаји и спровођење поступака одређивања. Основни уређај за одређивање вискозности је вискозиметар, док се за одређивање релативне вискозности користи се Енглеров вискозиметар (слика 15 а), одређивање динамичке и кинематске вискозности врши се Фогел-Осаговим вискозиметаром (слика 15 б) (енгл. Vodel-Ossag).



Слика 14. Молекулска структура а) вода, б) мазивна уља

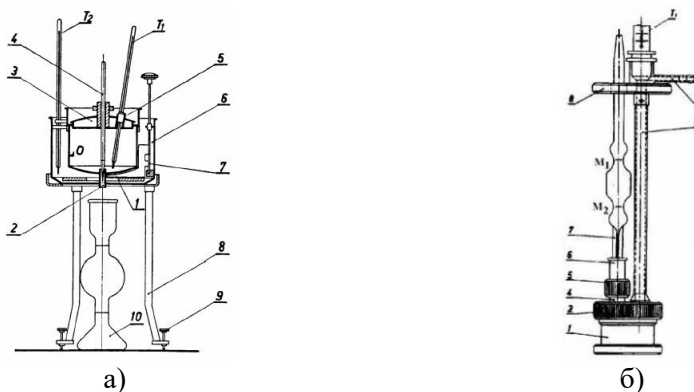
У општем случају, све методе за одређивање вискозности могу се поделити у четири групе и то:

- Методе које се заснивају на мерењу времена протицања течности кроз капилару или отвор кратке цеви,
- Методе које се заснивају на мерењу времена продирања тела стандардних димензија и масе кроз испитивану течност,
- Методе које се заснивају на мерењу обртног момента диска или цилиндра у испитиваној течности при сталној брзини, и
- Методе које се заснивају на мерењу пригушења осцилација тела у испитиваној течности.

Избор вискозитета уља зависи од конструктивног извођења мотора, величине радних зазора (места споја два елемента система), нивоа околине температуре, термичког стања, специфичних притисака између клизних површина и др. Ниво вискозитета могуће је изразити различитим класификацијама, добијених испитивањем по специјалним стандардима (SAE 5, SAE 10 и др. детаљније описано у табели 6 овог поглавља).

Вискозност према Енглеру (слика 15 а) одређује се као однос времена потребног да истече испитивана течност температуре 20°C у количини од 200 ml и времена потребног да истече дестилована вода (константа калориметра времена истицања 50 – 52 секунде) температуре 20°C у количини од 200 ml. Време истицања потребно је измерити прецизно, штоперицом. За одређивање тачне вредности вискозности, поступак је неопходно поновити три пута, и као коначну

вредност усвојити вредност добијену као аритметичка средина претходно измереног времена истицања узорка истих карактеристика.



Слика 15. а) Енглеров вискозиметар: 1) цилиндрична посуда, 2) калибрисана, благо заобљена цев за испустање течности, 3) поклопац, 4) отвор за дрвени штапић, 5) отвор за термометар (Т1), 6) друга цилиндрична посуда, 7) мешалица и термометар (Т2) за мерење температуре купатила, 8) трножац, 9) вијци за подешавање хоризонталног положаја апарата, 10) Енглера мерна посуда за хватање узорка; **б) Фогел Осагов вискозиметар:** 1) посуда, 2) преливна посудуца за уље, 3) преклопни херметички поклопац, 4) наставак за спајање капиларе, 5) преклопна навртка, 6) наглавак са навојем, 7) капилара, 8) држач за фиксирање апарата, 9) прикључак за довод ваздуха под притиском, 10) додатна цев са термометром Т1, 11) кукица за подешавање доњег нивоа течности.

Вискозност према Фогел – Осагу (слика 15 б) одређује се на мерењу времена ламиларног протицања уља кроз капиларну цев при претходно задатој температури. Проширење на капилари одређује запремину течности која протиче између уређајем дефинисаних тачака М1 и М2. Кинематска и динамичка вискозност добијају се као производ времена протицања узорка - t у секундама и фактора капиларе – k (дефинисаног од стране произвођача).

Зависно од радне температуре мазивног уља мења се и вискозност. Колико је температура већа, вискозност је мања. Супротно томе, мазивно уље услед веће радне температуре добија већи вискозитет.

Вискозитетна група једна је од најбитнијих информација која нам је потребна, али није и довољна, наиме битно је знати имати и информације о радним карактеристикама мазивног уља, односно о његовом квалитету. Наиме, више уља истих намена и исте вискозне групе могу бити веома различита по квалитету, и обратно, више уља истог квалитетног нивоа могу бити различитих вискозитетних градација.

Индекс вискозности преставаља промену вискозитета мазивног уља при његовој температурној промени. За уља која се примењују у ауто и машинским системима, пожељно је да промена у саставу уља услед промене температуре буде што мања, односно да индекс вискозности буде што већи. У општем случају, уља са већим индексом вискозитета погоднија су за шири опсег коришћења, тј. коришћење у већем опсегу спољашњих температурних промена.

5.3. Класификација моторних уља

Класификација мазивних уља за моторна возила извршена је од стране Америчког петролејског института 1951. године. Преглед наведене класификације приказана је у табели 6 за уља бензинских мотора и табели 7 за уља дизел мотора.

Поделу уља за motore новије производње најпре се деле на ISO и SAE уља. У уља ISO класификације спадају течна и индустријска уља и мазива. У уља класификације SAE сврставају се синтетичка моторна уља и уља за диференцијале и мењаче транспортних средстава (табела 8). У општем случају SAE (енгл. Society of Automotive Engineers) уља могу бити једнонаменска и вишенаменска. Подела уља у зависности од радне температуре и вискозитета приказана је на слици 16.

Табела 6. Класификација мазивних уља бензијских мотора према Америчком петролејском институту према класификацији из 1997. године.

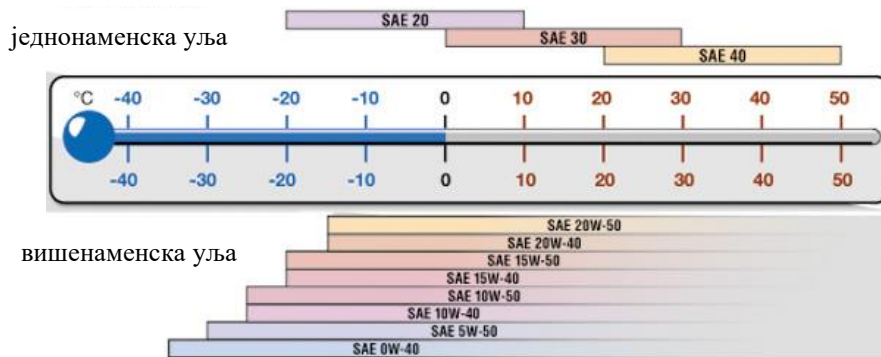
S	Уља за бензинске motore
SA	Уља без адитива – тзв. „чисто“ минерално уље
SB	Уља за бензинске motore који раде у условима блажих оптерећења
SC	Уља са садржајем адитива против хабања, корозије и оксидације. Уља за motore произведене до 1967. год.
SD	Уља за motore произведене од 1968-1971. год. – мотори који раде у тежим условима
SE	Уља за motore произведене након 1972. год. Садрже адитиве у већем проценту у односу на SD уља.
SF	Уља за motore произведене од 1980. год.
SG	Уља за motore произведене након 1989. год. Уља за моторна возила са катализаторима
SH	Уља за motore произведене након 1993. године. Моторно уље за бензинске и дизел motore путничких и теретних возила
SJ	Уља за motore произведене након 1997. године.

Табела 7. Класификација мазивних уља према Америчком петролејском институту према класификацији из 1997. године

C	Уља за дизел motore
CA	Уља за дизел motore који раде у условима блажег оптерећења. Дизел мотори производње 1940-1949. год.
CB	Уља за дизел motore који раде у умереним условима оптерећења. Дизел мотори са нормалним пуњењем, производње почев од 1949. год.
CC	Уља за дизел motore без предпуњења који раде у умереним и тежим условима оптерећења. За водила производње након 1964. год

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

CD	Уља за дизел моторе са нормалним пуњењем и турбо предпуњењем та теже услове рада. Дизел мотори произведени након 1975. год.
CD-II	Уља за двотактне дизел моторе
CE	SHPD уља (Super high performance diesel oil – високо квалитетно уље за дизел моторе – ”Longdrain”)
CF-2	Превазилази CD-II
CFCF-4	Превазилази захтеве CE спецификације. Нарочито погодна уља за тешке камионе са приколицом који возе без прекида аутопутем на дужим релацијама
CG-4	Минимална емисија издувних гасова. Дизел мотори произведени након 1995. године.



Слика 16. Подела уља у зависности од радне температуре и вискозитета

Табела 8. Класификација синтетичких SAE моторних уља

Ознака вискозитета	°C	Вискозитет на 100 °C	Тачка паљења °C	Специфична маса на 15 °C	Употреба
SAE 40	17 ÷ 42	15,2	230	0,897	Уља за бензинске и дизел моторе (старији возни парови)
SAE 30	-2 ÷ 32		220	0,895	За бензинске и дизел моторе са и без турбо пуњача (старији возни паркови)
SAE 20W-10	-13 ÷ 13				
SAE 10W	-22 ÷ -2				
SAE 20W-60		23,2	242	0,895	Висококвалитетно минерално уље за бензинске и дизел моторе (за старије возне паркове)
SAE 20W-50	-12 ÷ 32	18,2	230	0,880	Мултиградно минерално уље за подмазивање бензинских и дизел мотора са и без турбо пуњача.
SAE 20W-40	-12 ÷ 32				
SAE 15W-50	-18 ÷ 32				

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

SAE 15W-40		14,4	225	0,880	Висококвалитетно минерално уље за путничка возила са бензинским и дизел моторима.
SAE 15W -40 sS		14,4	225	0,880	Висококвалитетно уље за бензинске и дизел моторе путничких возила са и без турбо пуњача.
SAE 15W-40		14,4	225	0,880	Уља за смањење хабања, корозије и оксидације. Могућност коришћења код бензинских и дизел мотора.
SAE 15W- 40	-18 - 32	14,5	220	0,880	Висококвалитетно уже за бензинске и дизел моторе са високим оптерећењем (за мешовите возне паркове)
SAE 10W-40	-22 ÷ 18	14,3	225	0,870	Полусинтетичко уље за бензинске и дизел моторе путничких аутомобила новије генерације.
SAE 10W-30	-22 ÷ 18				
SAE 5W-40		13,9	225	0,87	Синтетичко висококвалитетно мултиградно моторно уље са адитивима за бензинске и дизел моторе.
SAE 5W-30	-33 ÷ -8	11,9	227	0,87	Синтетичко мултиградно уље за бензинске и дизел моторе путничких аутомобила и лаких теретних возила
SAE 5W-20	-33 ÷ -8				

5.3.1. Машинско уље – црно уље

Употреба машинских уља може се примењивати при методама са абразијом метала (сечење, млевење, бушење, полирање итд...) и методе без абразије (ваљање, дубоко извлачење). Поред базног уља, као машинско уље се користи и биогено уље. За методе са абразијом метала уље се користи као мазиво и као средство за хлађење. Користи се најчешће базна уља, као што су минерална уља, хидрогенизована уља, полиалфаолефини, метил и бутил естри масних киселина, која могу бити са и без додатка адитива, односно са или без додатака воде. Чести адитиви су антипенушавци у вису алкохола, силиконског уља, соли метала и масних киселина), адитиви за висок притисак, инхибитори корозије (амино једињење, сулфонати, бензотриазоли), емулгатори (тензиди), и биоциди. За повећање адхезије користе се полимери. Адитиви који се додају машинским уљима могу садржати азот, сумпор, фосфор, бор, цинк, калцијум, силицијум и друге елементе.

Машинско уље без воде, садржи 85% до 90% базном уљу (минерално или синтетичко уље, естри масних киселина) и 5% до 15% адитива за високи притисак.

Течности који се мешају са водом садрже око 60% базног уља, 10% до 20% емулгатора, највише 5% биоцида и док остатак чине адитиви. Мазиво се може пречистити тако да се уклоне метални опилци. Након тога може се поново користити. Овај процес карактерише значајан губитак масе уља, па је чест случај додавања адитива при пречишћавању. Уље које се користи при процесу ваљања,

најчешће се припрема за тачно одређену машину, па се сходно томе бирају и одговарајући адитиви, међутим базно уље може бити различито.

Губитак уља је обично тешко израчунати, обично је високо, чак и преко 50%. Отпадна машинска уља се класификују у класу 12 01 у *Каталога отпада*. Уље које се може сакупља из процеса ваљања челика класификује се као мешовити отпад са бројем 10 02 11* (зауљени отпади из третмана расхладне воде).

5.3.2. Хидраулично уље

Хидраулична уља користе се за хидростатични пренос снаге у хидрауличним системима. Разна хемијска једињења користе се као њихова база, неретко су то и минерална, која такође служе за подмазивање система и спречавање корозије. Хидраулична уља са основом од минералног уље садрже парафине са краћим ланцима. Њима се као додатак додају адитиви антипенушавци, инхибитори оксидације и детерџенти (емулгатори). Губитак хидрауличног уља током коришћења зависи од одржавања и тешко га је израчунати.

5.3.3. Индустриско уље

Сва индустриска уља су обухваћена стандардом *ISO 6743/0*. Индустриска уља сврставају се у класу L - класу мазива, индустриских уља и сродних производа. Класа ових уља стандардом је подељена у 18 група производа разврстаних према месту примене. У табели 9 приказана је класификација индустриских уља

Табела 9. Класификација индустриских уља.

Класификација према стандарду ISO 6743/0	Област примене индустриског уља	ISO 6743 део 99
A	Уље за проточно подмазивање	део 1
B	Уље за калупе (за боље одвајање из калупа)	-
C	Уље за зубчанике преноснике	део 6
D	Уље за компресоре	део 3
E	Уље за моторе са унутрашњим сагоревањем	део 15
F	Уље за циркуларне системе	део 2
G	Уља за клизне стазе	део 13
H	Уља за хидрауличне системе	део 4
M	Уља и течности за обраду метала	део 7
N	Уља за трансформаторе	IEC 61039
P	Уља за пнеуматичне алате	део 11
Q	Уља за пренос топлоте	део 12
R	Уља и средства за заштиту од корозије	део 8
T	Уља за турбине	део 5
U	Уља за термичку обраду метала	део 14
X	Мазивне масти и слични производи	део 9
Y	Уља за остале области примене	део 10
Z	Уља за парне машине	

5.4. Потенцијална места коришћења отпадних уља

У Табели 10 дат је кратак садржај, могућих загађујућих материја, потрошње и потенцијалног поновног искоришћења отпадног уља. Отпадно уље може бити веома различитог квалитета, од готово чистог (примесе у врло малом проценту) до отпада који садржи само мали проценат уља.

Табела 10. Потенцијално поновно искоришћење отпадног уља

Тип отпада	Адитиви/загађујуће материје	Потрошња током рада	Потенцијално коришћење	Напомена
Моторно уље	Синтетичко уље, антиоксиданси, емулгатори	средња	високо	Избегавати мешање са другим течностима при сакупљању
Уља за мењач	Сумпорна и фосфорна једињења	врло ниска	високо	Избегавати мешање са другим течностима при сакупљању
Мазива	Инхибитори оксидације, сапуни метала	високо	Врло ниско	Поновно искоришћење залиха (у гомили)
Хидраулично уље	Антипенушавци, емулгатори, инхибитори корозије	Ниска до средња	средње	Одвојено сакупљање од других хидрауличних флуида, може се појавити РСВ
Машинско уље	Антипенушавци, емулгатори, инхибитори корозије, биоциди	висока	Врло ниско	Може бити одвојено од опилјака и нечистоћа, неопходан физичко хемијски третман
Парафинско уље	нема	Висока у највећем броју примера	Врло ниско	Поновно искоришћење залиха
Трансформаторско уље	Халогена једињења РСВ	Врло ниско	Високо	Неопходна је анализа

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

Уље за цилиндре	Инхибитори корозије	Висока	Ниско	Поновно искоришћење залиха
Компресорско уље	Антипенушавци, емулгатори	Ниска	високо	Могућа контаминација
Термичко уље	Нема	Ниска	Високо	Одговарајућа анализа минералног уља је обавезна
Уље за очвршћавање	Антиоксиданси	ниска	Високо	
Уљни муљеви након чишћења тенкова	Оксиди метала/муљ	-	Потенцијал за стандардно гориво	Неопходна анализа
Отпадни филтери од уља	Метал/папир	-	Потенцијал за стандардно гориво	Поновно искоришћење метала
Садржај из уље/вода сепаратора	Чврсте материје, вода, запаљиве течности	-	Потенцијал за стандардно гориво	Физичко хемијски третман за чврсте остатке, биолошки третман оре операције
Базирано на могућем нивоу сакупљања и квалитету отпадног уља				

Следећи токови отпада су наведени у циљу идентификације могућности да се рециклирају отпадна уља:

- **Отпадно трансформацијско уље и уље за пренос топлоте** - јасно дефинисан ток отпада, квалитетан за процес рециклаже уколико је сакупљено одвојено. Обзиром да се халогенована и нехалогнована отпадна уља не смеју мешати, мора се знати порекло (брзи тест или анализа). Најчешћа примеса у трансформаторским уљима је вода (РСВ се такође може јавити; препоручује се брзи тест на РСВ или хлор). Нечистоће које се најчешће јављају у отпадним уљима за пренос топлоте су производи деградације и оксидације,
- **Отпадна хидраулична уља** - јасно дефинисан ток отпада квалитетан за процес рециклаже уколико је сакупљено одвојено. Обзиром да се најразличитији флуиди користе у хидрауличким системима, препоручују се анализе пре сакупљања како би се избегло мешање (индексни број отпада може бити недовољан да би се одредио квалитет). Као нечистоћа се јављају метални опилци.
- **Отпадна моторна уља и мазива** - високо квалитетан отпад за процес рециклаже уколико је сакупљен одвојено, без мешања са другим течним отпадима (растварачима, бензином, кочионим уљима, итд.),

- **Отпадни муљ који садржи уље након чишћења тенкова** - отпадни муљ је комплексан ток отпада који садржи метале, воду и уље. Поред уља може садржати друге опасне материје, на пример једињења олова (антидетонаторе). Издвојено уље се може користи у енергетске сврхе.
- **Садржај и сепаратора уље/вода** - може садржати мале количине уља и неорганског материјала (песак, на пример). Поновно искоришћење уља је често неизводљиво. Међутим, уљни концентрати који су продукт физичко хемијског третмана могу се користи у енергетске сврхе. Такође зауљени отпад који настаје при хлађењу водом у процесу ваљања метала може се сврстати у овај ток отпада.

5.5. Специфична маса (густина) материјала

Један од најбитнијих физичких параметара материјала, у овом случају мазивних уља је специфична маса или густина. Густина материјала представља масу материјала без пора и шупљина у јединици запремине. Разлика између специфичне и запреминске масе је у погледу садржаја пора и шупљина (слика 17) у јединици запремине, када дефинишемо запреминску масу. Специфична маса материјала у течном агрегатном стању одређује се помоћу пикнометра са стакленим затварачем при температури узорака загрејаним на 20 °С. Пикнометар може бити израђен од стакла или метала, са термометром или без њега (слика 18) и као такав представља уређај за мерење, претходно калибрисане запремине, са стакленим углађеним затварачем са капиларом. Шематски приказ пикнометара са каналом приказан је на слици 19. Поступак одређивања густине заснива се на пуњењу пикнометра течношћу, затварање пикнометра стакленим затварачем, вишак течности изађе кроз капилару, и тада пикнометар садржи тачно одређену запремину течности.



Слика 17. Материјал са садржајем пора и шупљина

Пре самог поступка одређивања запремине течности коју је потребно испитати, врши се одређивање масе пикнометра напуњеног дестилованом водом при чему се поступак спроводи на исти начин.



Слика 18. Различити типови пикнометра

За поступак одређивања специфичне масе од лабораторијске опреме потребно је припремити мензурну и левак (слика 20), пикнометар за углађеним затварачем са капиларом и техничку вагу за мерење. Детаљан опис начина коришћења техничке ваге изложен је у Поглављу 4 (слика 9), овог Практикума. Поступак мерења се састоји из неколико корака. На почетку је потребно одредити масу опраног и осушеног пикнометра заједно са затварачем. Измерена вредност представља прво мерење. Затим се пикнометар до руба грлића напуни дестилованом водом и затвори затварачем. Вишак дестиловане воде кроз капилару изађе из пикнометра. Споља добро пажљиво осушен и обрисан пикнометар мери се на ваги. Поступак испитивања наставља се пражњењем пикнометра, и спровођењем поступка унутрашњег и спољашњег сушења мерног инструмента.



Слика 19: Пикнометар са капиларом *m*

Даље се пикнометар пуни, овога пута течношћу чију је специфичну масу потребно одредити. Проблеми који се могу јавити при овим испитивањима најчешће су повезани са недовољном могућношћу да неадекватним прањем зидова пикнометра, нарочито након спровођења поступака испитивање мазивних уља, као и недовољно осушених зидова пикнометра (заостале капљице услед претходних испитивања).



Слика 20. Помоћна опрема за спровођење поступка одређивање специфичне масе узорка течности

За спровођење поступка испитивања неопходно је измерити и забележити следеће вредности:

- m_1 - маса празног пикнометра
- m_2 - маса пикнометра са водом
- m_3 - маса пикнометра са испитиваном течношћу
- ρ_0 – густина воде

Где је m маса испитиване супстанце, а m_2 маса воде једнаке запремине.

Познавање вредности специфичним маса (густина) важан је податак при раду са отпадним материјалима јер може да укаже на врсту супстаце као и да укаже на понашање супстанце приликом транспорта.

Запремина пикнометра може се одредити према изразу (4):

$$V = \frac{m_2 - m_1}{\rho_0} \quad (4)$$

Густина испитивање течности ће затим бити једнака односу масе у јединици запремине, односно може се одредити у свему према изразу (5):

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_3 - m_1}{\frac{m_2 - m_1}{\rho_0}} = \rho_0 \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \quad (5)$$

Где су:

- ρ - специфична маса (густина)
- m - маса супстанце
- V - запремина

На основу наведене једначине специфична маса (густина) се у Међународном систему јединица (СИ) изражава у килограмима по кубном метру (kg / m^3). Пошто је специфична маса функција температуре, потребно је увек назначити температуру на којој је специфична маса одређена, при чему се температура изражава у степенима целзијуса. Притисак на коме је специфична маса одређена за чврсте и течне супстанце се не наводи, уколико знатно не одступа од нормалног атмосферског притиска. За гасове, међутим, податак о притиску се обавезно наводи. Специфична маса неке течне супстанце најчешће се одређује на основу односа маса једнаких запремина испитиване и референтне супстанце, најчешће воде. Овај однос дефинише релативну густину d .

Грешке настале при мерењу не зависе од густине воде, јер је она таблична вредност, тј. густина при температури од $20\text{ }^\circ\text{C}$ износи $\rho_0 = 1000\text{ kg/m}^3$, већ искључиво од грешака при мерењу услед нетачности мерног прибора или грешака при самом спровођењу поступка испитивања. Максимална релативна грешка може се прорачунати према изразу (6):

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \left| \frac{\Delta(m_3 - m_1)}{m_3 - m_1} \right| + \left| \frac{\Delta(m_2 - m_1)}{m_2 - m_1} \right| \quad (6)$$

како је поступак мерења мерних вредности спроведен на исти начин, уз помоћ истог мерног прибора, апсолутне грешке ће бити једнаке, а максимална релативна грешка може се одредити према изразу (7):

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \left| \frac{2\Delta m}{m_3 - m_1} \right| + \left| \frac{2\Delta m}{m_2 - m_1} \right| \quad (7)$$

Одређивање специфичне масе чврстих тела могуће је спровести на сличан начин. Наравно треба направити разлику у самој структури материјала, тј. да ли је у свом изворном облику или је спрашен, тако да му је структура зрнаста помоћу уређаја за уситњавање (детаљно изложено у Поглављу 4, Слика 11, овог Практикума) или помоћу авана са тучком (Слика 22).



Слика 22. Аван са тучком за спрашивање материјала.

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

Неопходно је знати да се материјал чију специфичну масу желимо да одредимо не сме растварати у води, односно течности у коју га потапамо. Поступак мерења сличан је као са течностима, најпре је потребно одредити масу спрашеног материјала. Затим, пикнометар се напуни дестилованом водом и измери се његова маса заједно са спрашеним материјалом који се налази на посуди поред пикнометра. Пикнометар се затим испразни, помоћу левка се пажљиво убаци спрашено тело у пикнометар, изврши се поновно наливање пикнометра дестилованом водом и измери се његова маса. Уопштено, потребно је очитати наредне вредности:

За спровођење поступка испитивања неопходно је измерити и забележити следеће вредности:

- m_1 - маса спрашеног тела
- m_2 - маса пикнометра са водом и телом поред њега
- m_3 - маса пикнометра са водом и телом у њему
- ρ_0 – густина воде.

Срачунавање специфичне масе врши се према изразу (8):

$$\rho = \frac{m_1}{m_2 - m_3} \quad (8)$$

Грешка при мерењу може се одредити према изразу (9):

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \left| \frac{\Delta m_1}{m_1} \right| + \left| \frac{\Delta(m_2 - m_3)}{m_2 - m_3} \right| = \frac{\Delta m}{m_1} + \frac{2\Delta m}{m_2 - m_3} \quad (9)$$

Вредности густине неких битнијих материја дати су у табели 11. При самом процесу складиштења, најчешће ће долазити до продукције отпадне амбалаже, просутог мазива и уља и мазива из сепаратора. „Правилник о категоријама отпада“ сврстава отпад у двадесет група и то према особинама и делатностима из којих потиче. Групе отпада као и појединачни називи дефинисани су шестоцифреним бројевима (табела 12), у којима:

- Прве две цифре дефинишу делатности из којих потиче отпад,
- Друге две цифре означавају процес у којем је отпад настао,
- Последње две цифре означавају део процеса (потпроцес) из којег отпад потиче, и
- Означен је као опасан отпад.

Табела 11. Табеларно представљање вредност густине неких битнијих материја

Чврста тела	Специфична маса (kg/m ³)	Течности и гасови	Специфична маса (kg/m ³)
Бакар	8900	Вода	1000
Гвожђе	7800	Машинско уље	900
Алуминијум	2700	Нафта	800
Стакло	2500	Алкохол	790
Бетон	2200	Ваздух	1,29
Дрво	800	Угљен-диоксид	1,98

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

Отпад који се не налази у табели 12, сматра се и даље изузетно опасним отпадом докле год се не установи ниво опасности. Опасан отпад се не сме мешати са другим опасним отпадом, било у процесу сакупљања, дистрибуције или складиштења, осим услед посебне сагласности надлежног органа за заштиту животне средине. Тренутни систем управљања овом врстом опасног отпада у Србији подразумева сакупљање отпада у локалним производним центрима, сервисима и др., предавање отпада предузећима која су надлежна за збрињавање опасног отпада, и коначно привремено складиштење на локацији предвиђеној Планом управљања отпада. Поступак управљања отпадним уљима огледа се најпре у правилном складиштењу истог, било то на месту сакупљања или трансфер станици. Сам поступак који је потребно спровести пре спровођења било каквог поступка рециклирања отпадних уља састоји се из наредних корака:

- Утврђивање порекла уља,
- Утврђивање стања уља и посуде у којој се налази (да ли је посуда за складиштење чиста или није, да ли има додатног садржаја воде и нечистоћа),
- Утврдити изглед и боју течности,
- Извршити одређивање специфичне масе,
- У колико порекло уља није познато потребно је одредити садржај хлора у акредитованој лабораторији), и
- Након утврђивања претходних корака може се приступити поступцима складиштења и транспорта отпадног уља.

Табела 12. Групе отпада са индексним бројевима:

	13	Отпади од уља и остатака течних горива
	13 01	Отпадна хидраулична уља
1.	13 01 01	Хидраулична уља која садрже ПЦБ
2.	13 01 13*	Остала хидраулична уља
	13 02	Отпадна моторна уља, уља за мењаче и подмазивање
3.	13 02 06*	Синтетичка моторна уља
4.	13 02 08*	Остала моторна уља за мењаче и подмазивање
	13 05	Садржај сепаратора уље/вода
5.	13 05 06*	Уља из сепаратора уље/вода
	15	Отпад од амбалаже, апсорбенти, крпе за брисање, материјали за филтрирање и заштитна одећа, ако није другачије специфицирано
	15 01	Амбалажа (укључујући посебно сакупљање амбалаже у комуналном отпаду)
6.	15 01 01	Папирна и картонска амбалажа
7.	15 01 02	Пластична амбалажа
8.	15 01 04	Метална амбалажа

За отпадна уља која имају порекло из индустрије, неопходно је све поступке испитивања препустити акредитованој лабораторији, јер се у саставу ових уља могу наћи разни адитиви и једињења непознатог састава.

Посуде за складиштење морају бити од јаког материјала, таквог да њихов облик и материјал израде неће битно утицати на њихову стабилност при сакупљању и складиштењу на трансфер станицама. Посуде у којима се налазе мазивна уља морају бити јасно претходно обележене, тј. да тачно дефинишу која група течности се налази у паковању, колико је она запаљива, или у колико је у питању течности која је повучена са тржишта услед грешке у производњи, истека рока или физичко-хемијских промена мора на видном месту бити означена битним подацима о називу и седишту произвођача, називу и седишту увозника, комерцијалним називом производа, ознаке, класификације, ниво квалитета, стандард према којем је производ произведен и др. Такође, нужно је да посуда има ознаку „Запаљиво не прилази са ватром“ и друге битне ознаке упозорења. Објекат на којем се врши складиштење посуда са отпадним мазивним уљима мора да буде опремљено ватроотпорним зидовима, подовима и међуспратном конструкцијом, са минималном ватроотпорношћу 30 минута, да су врата приступног и евакуационог улаза постављена тако да се обавезно отварају ка споља и да се обавезна природна вентилација. У колико се на истој грађевинској парцели налази и постројење за производњу и постројење за сакупљање отпадних уља, објекат треба да је опремљен каналом са нагибом од минимално 0,5%, што би омогућило одвод просутих течности до технолошке канализације где би се вршило прикупљање и сепарација уља и масти. Херметички затворене посуде са мазивим уљима могу се слагати једна на другу докле год то не угрожава њихову стабилност и чврстоћу. Херметички затворене посуде са мазивим уљима различитих карактеристика, нужно морају стајати на одстојању од минимално 50цм. Загревање хангара за складиштење сме се вршити само топлотом водом. Зависно од стања отпада, у колико он упакован у изворном паковању, неопходно је најпре извршити издвајање опасних компонента, као што су отпадна уља, замашћене крпе, антифриз и др., обезбедити посуде за раздвојено сакупљање, више наменске контејнере отпорне на киселине и механичка оштећења. У зависности од карактеристика отпада неопходно је изабрати одговарајућу опрему која ће обезбедити правилно руковање истих. Складиштење чврстих отпадних компоненти (отпадни уљани и ваздушни филтери и сл.) неопходно је извршити у пластичним или гумираним контејнерима отпорним на киселине, замашћене крпе неопходно је ускладиштити у металне цилиндричне контејнере са поклопцима, корозивне киселине неопходно је чувати у контејнерима израђеним од стаклених влакана, отпадна уља је неопходно ускладиштити у металну бурад или цистерне веће запремине, као и муљ и зауљена вода. Пре самог процеса сакупљања и испитивања отпадног уља, било би добро сакупити што је више могуће информација о пореклу уља. Најпре, да ли она потичу из ауто сервиса, производне индустрије или из неког трећег извора. Тај податак на помаже већ у одређивању првог корака селекције уља на аутомобилска или индустријска. Боја и мирис су следећи битан фактор који нам визуелно може помоћи у одређивању порекла настанка отпадног уља. Испитивања у виду одређивања густине, рН вредности, вискозности (у колико отпадно уље није

превише упрљано прашином и прљавштином из система) и густина нам могу готово у потпуности помоћи у одређивању типа уља. У току периода експлоатације, уља мењају физичко-хемијске карактеристике услед продора воде, горива, прашине, металних поновац и др. (процес контаминације уља), односно настајање киселина, смола, промене вискозности (процес деградације уља). Располагање овим подацима можемо правилно извршити обележавање посуда за складиштење, односно изабрати одговарајућу посуду за складиштење као и правилан начин рециклаже. Отпадна минерална уља се могу обнављати, у смислу враћања у поновну употребу, или сагоревати, у смислу стварања топлотне енергије. Рециклирање уља обухвата два битна поступка. Поступак рерафинације је сличан производњи уља из сирове нафте, док је регенерација процес пречишћавања и обнављања отпадних уља. Процес регенерације обухвата примену система за физичко третирање уља (пречишћавање контаминираних уља) и системе за физичко-хемијско третирање (пречишћавање контаминираних и хемијски измењених оксидираних уља). Елиминација отпадних уља сагоревањем данас се ретко користи, јер су установљени велики проблеми загађења ваздуха применом ове методе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шилић Ђ., Стојковић В., Микулић Д., „Горива и мазива“.
2. Грилец К., Ивушић В., „Трибологија“ ауторизована предавања, ФСБ-Загреб 2011.
3. <http://www.maziva.org>
4. Петровић Т., „Мотори са унутрашњим сагоревањем“.
5. Машински факултет Крагујевац, предавања за студенте
6. <http://www.motorevija.com.hr/img/Dane%20novo/Dane%20clanci/ulje4.jpg>
7. <https://www.motorna-vozila.com/viskozitet-motornog-ulja/>.
8. <https://spravljanjebetona.files.wordpress.com/2013/12/strukturasiaporeksa.jpg?w=614>.
9. Одређивање специфичне тежине и густине чврстих и течних тела.
10. <http://www.frederiksen.rs/wp-content/uploads/2017/02/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%86%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8-%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD-%D1%81%D0%BE-%D1%82%D0%BE%D0%BB%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA-2.png>.
11. <http://www.cqm.rs/2012/cd1/pdf/39/17.pdf>.
12. Никшић П., Миловић Ђ., Иванковић Р., „Управљање уљима и мазивима у складу са захтевима стандарда ISO 14001 у ЗП Рудник о термоелектрана Гацко“
13. Правилник о техничким и другим захтевима за мазива, индустријска уља и сродне производе, "Сл. лист СЦГ", бр. 62/2004 и 50/2005
14. https://www.google.rs/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjZ2Y21iL3YAhXEJVAKHVNDAncQFggpMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.rgf.bg.ac.rs%2Fpredmet%2FRO%2FIII%2520semestar%2FTEhnologija%2520materijala%2FPredavanja%2FPredavanjeVIII.ppt&usg=AOvVaw1zd-xspnVaDreexmtx_vfs.
15. „Управљање отпадним уљима“, Приручник Twining project

6. ОТПАДНИ МУЉ

Још од давнина човек је имао потребу за обрадом метала. Нека од истраживања доказују да је људска цивилизација организовано прерађивала метале последњих шест хиљада година. Неке од процена су да је до данас готово 17 милиона тона свих метала разним поступцима обраде од необрађене сировине постало користан производ. Највећи раст прераде метала одиграо се у последњих 50 година, кад је готово 2/3 укупне прерађене количине метала нашло своју употребну вредност. Нека од предвиђања су да залихе обојених метала у погледу залиха попут Zn, Sn, Cu и др. неће бити доступне тржишту након истека периода од наредних 50 година. Овакве чињенице истичу у први план важност рециклаже. Производња бабра базира се на ископу руде, припрему рудног капацитета, који се у коначном у оквиру металуршких процеса бакар прерађује до чистог метала. Процес прераде састоји се из неколико фаза. Прва фаза подразумева загревање бакарног концентрата, при чему оксидише велики проценат сумпора, који се у виду гаса SO₂ отпрема у фабрику сумпорне киселине (при чему се гас не сме испустати у атмосферу). Друга фаза је фаза топљења, где се продукт бабра настао у првој фази меша са кварцом који потпомаже везивање и оксидацију гвожђа. Добијени бакар садржи до 65 % Cu (најчешће 45%). Трећа фаза одвија се кроз конвертовање, када се у растопљену масу удувава ваздух, при чему настаје оксид гвожђа који прелази у шљаку, а потом и делимично у бакар оксид који је остао растворен у отопљеном бабру. При овом процесу долази до ослобађања велике количине SO₂. Затим долази до оксидације атмосфера у конвертору, па се оксиди бабра редукују до бабра, односно блистер бабра. Примесе блистер бабра могу бити корисни метали у виду Au, Pt, Pd, Ir, Ag, Se, али и штетни у виду Bi, Fe, Pb, Te, Zn односно As и Sb. Четврта фаза карактерише рафинацију блистер бабра уклањањем штетних примеса, лије се у аноде са 99-99,5% бабра (остатак до 100 % чине племенити метали). Пету фазу карактеришу бакарне аноде које се излажу електролитичкој рафинацији. У овом процесу се у електролитичким ћелијама са анода раствара у бакар-сулфатном раствору при чему долази до ослобађања примеса, док се чист бакар таложи у анодама. Примесе падају на дно као анодни муљ који садржи племените метале. Овако истопљени бакар се претапа у финални производ минималне чистоће 99,995%. Племенити метали у виду Pt, Au, Pd, Ir, Ag, и др. из анодног муља могу се посебним технологијама издвојити, што може унапредити укупну рентабилност производње. И ако су претходне операције при производњи непрекидно усавршавале, и даље овај вид производње карактеришу велики губици енергије, велика потрошња природних ресурса и воде, али и у коначном велика загађења животне и радне средине.

Отпадни муљ настаје у процесу електролитичке рафинације чиме настају полудисперзне честице различите величине и састава. Саме честице настају услед хемијских и електрохемијских процесе у делу аноде, у целокупној маси електролита. Поред основних (почетних продуката) из састава аноде, на које процес растварања готово да нема утицаја, настају и секундарни продукти који настају услед растварања анода или услед деловања различитих хемијских реакција између материја и елемената. Муљ који се ствара делом остаје на

површини аноде, делом се сакупља на дну ћелије, а делом у одређеној количини остаје да плива у електролиту.

Количина муља у спровођењу поступка производње бакра, али и других могућих поступака у виду топлог цинковања и сл., зависе да ли се сам процес производње спроводи континуално или дисконтинуално, самог капацитета произвођачке индустрије, начина рада и праћења технолошког процеса. Управљање, како другим, тако и осталим врстама отпада подразумева праћење од момента настајања до момента збрињавања отпада, што и представља један од основних процеса праћења отпада. Сагледавање овог проблема доводи позитивних ефеката, а то су економски и контрола технолошког поступка.

Карактеризација муљева је поступак испитивања што подразумева спровођење физичко-хемијских и хемијских испитивања, али неретко и испитивање биолошких особина. Спровођењем ових поступака муљ се може сврстати у групу отпада који је опасан односно у групу неопасног отпада.

Према *правилнику о условима и начину разврставања, паковања и чувања секундарних сировина (Сл. Лист РС бр. 55/2001)* муљеви из производње, тачније физичке или хемијске обраде, према каталогу отпада могу се сврстати под индексом 12. Муљеви настали приликом термичке обраде цинка или других метала могу се према истом каталогу сврстати под индексом 11 (у групу хемијског третмана метала). Индексни број 19 подразумева отпаде из објекта. За обраду отпада и погона за третман отпадних вода карактеристичан је индексни број 19 02 05.

Правилник о начину поступања са отпацима који имају својства опасних материја Сл. Гласник РС 12/1995 дефинише начин поступања са појединим отпадима који се карактеришу као отпади који садрже опасне материје. Правилником се такође дефинише начин вођења евиденције о врстама и количинама опасних материја при производњи, начину употребе, промету, превозу, складиштењу и коначном одлагању.

6.1. Начин испитивања отпадних муљева

Испитивање отпадних материјала неопходно је вршити континуално. Узорци муља, зависно од места настанка могу бити у различитим облицима. Неки од њих, могу бити у форми житке масе или у виду погача насталих након филтрирања. Након утврђивања стања муља потребно је одредити суви остатак и садржај воде. За одређивање ових параметара потребно је користити стандард SRPS EN 12880: 2007 који дефинише карактеризацију муља, односно одређивање сувог остатка и садржаја воде. Овим стандардом описан је поступак одређивања сувог остатка и садржаја воде отпада у виду течног или чврстог агрегатног састава, али и материјала у виду пасте. Суви остатак подразумева удео суве масе у муљу, добијене након процеса сушења. Удео ове масе најчешће се изражава у процентима.

Садржај воде је садржај слободне воде у укупном отпаду муља. Узорке је најпре неопходно сушити у сушници на температури од 105 ± 5 °C до константне масе. Детаљније о начину коришћења пећи за сушење, и функцијама погледати

Поглавље 4 (Слика 8) овог Практикума. За одређивање сувог остатка и садржаја воде узима се разлика маса пре и након процеса сушења. Код муљева који имају већи садржај воде неопходно је процес испаравања спровести у воденом купатилу, ради спречавања губљења суве супстанце услед сушења. Муљ са високим садржајем чврсте материје, више од 30 %, неретко долази до задржавања воде и након сушења.

Код муљева са високим садржајем чврсте материје, потребно је испитати и анализу губитка суве материје при процесу жарења. Метода за испитивање жарењем детаљно је описана у стандарду SRPS EN 12879: 2007 Карактеризација муља - одређивање губитка жарењем суве масе. За спровођење поступка жарења неопходно је користити пећ за жарење. Пећ за жарење приказан је на слици 23. За испитивање је неопходно користити посуде отпорне на температуру од 505 °C, у складу према стандарду. Стандард утврђује методу за одређивање губитка жарењем на 550 °C суве масе муља и муљевитих производа после одређивања сувог остатка.



Слика 23. Пећ за жарење

Пећ за жарење опремљена је вратима са затварачем. Пећ за жарење изолована је изолативним влакнима. Максимална температура пећи може бити 1200 °C. Загревање пећнице врши се помоћу грејача. Пећ се састоји и од подесивог улаза ваздуха, уграђеног на вратима, као и од издувне гране на задњем делу пећи. Узорке је потребно ставити у одговарајуће посуде израђене од керамике (тиглове). Посуда од стакла у вигу тиглова приказана је на слици 24. У складу са стандардом, посуде је потребно претходно загрејати до високе температуре. Поступак хлађења посуде, и поседе са узорцима након процеса жарења неопходно је поставити у ексикатор, који на дно има постављену посуду са силика гелом, зеолитом или другог материја који има способност доброг апсорбовања воде. Посуда ексикатора приказана је на слици 25.



Слика 24. Керамичка посуда за узорке – тиглови

Израчунавање садржаја воде и губитка жарењем суве масе испитиваног муља врши се према изразу (10):

$$W_w = \frac{m_b - m_c}{m_b - m_a} 100 \quad (10)$$

где су:

- W_w – садржај воде у узорку, у процентима или грамира
- m_a – маса празне посуде за упаравање (g)
- m_b – маса посуде за упаравање са узорком муља (g)
- m_c – маса посуде за упаравање са сувом материјом (g).

Губитак жарењем суве масе муља може се срачунати према изразу (11):

$$W_v = \frac{m_b - m_c}{m_b - m_a} 100 \quad (11)$$

где су:

- W_v – садржај воде у узорку, у процентима или грамира
- m_a – маса празне посуде за упаравање (g)
- m_b – маса посуде за упаравање са узорком муља (g)
- m_c – маса посуде са ожареном масом узорка (g).



Слика 25. Посуда ексикатора

ЛИТЕРАТУРА

1. Марковић Р., „Третман отпадних раствора из процеса електролитичке рафинације бакра коришћењем бакарних анода нестандардног хемијског састава“, докторска дисертација.
2. Петровић Б., Савић М., Гардић В., Радојевић З., „Карактеризација муљева од неутралитације отпадних раствора и испирних вода из поступка топлог цинковања“.
3. SRPS EN 12879: 2007 Карактеризација муља – одређивање губитка жарењем суве масе.
4. SRPS EN 12880: 2007 Карактеризација муља – одређивање сувог остатка и садржаја воде.
5. BS EN 12457-1-4: 2002 *Characterisation of waste Leaching-Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges.*
6. *Council directive 1999/31 on the landfill of waste.*
7. Правилник о условима и начину завршавања, паковања и лубања секундарних сировина,, Сл. Лист РС број 55/2001.
8. Правилник о начину поступања са отпацима који имају својства опасних материја, Сл. Гласник РС број.
9. http://www.vtssa.edu.rs/Tehnoloski%20proces%20i%20zivotna%20sredina/TPZS_4.pdf.

7. БАКАР КАО РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛ

Производи од бакра распрострањени су свугде у околини. У колико се користе на прописан начин, могу послужити и генерацијама које долазе. Један од битнијих примера су водоводни системи израђени од бакарних цеви који добро подносе циклусе потпуног замрзавања и одмрзавања, без промене својих својстава - без већег оштећења.

Могућност рециклирања и поновна употребе бакра без икакве промене његових својстава (са минималним губицима приликом поступка рециклирања 0,01 %) је једно од његових битнијих карактеристика. На основу података Европског Института за бакар, и тренутним доступним подацима, од укупно 15 000 000 тона бакра колико се годишње утроши у Свету - читавих 40 % (односно 6 000 000 тона) долази из рециклирања отпадног бакра различите форме и облика). Поступак рециклирања је, уједно, и вид уштеде. Са становишта потрошње енергије и ангажовања материјалних ресурса, рециклирање (у односу на комплетан поступак производње од руде до метала) представља најјефтинији начин доласка до ове сировине. Око 80 % бакра, икада произведеног, још увек је у употреби.

Бакар као рециклабилни материјал је саставни део готово свих електричних компоненти. Због тога је рециклажа електронског отпада јако важна, јер поред осталих материјала који се одвајају за рециклирање, бакар је један од водећих.

7.1. Електронски отпад

Електронски отпад састоји се од широког и растућег спектра електронских апарата и опреме. У ову групу отпада пореклом из домаћинства ту спадају фрижидери, клима уређаји, мобилни телефони, телевизори, рачунари и слично. Електронски отпад је постао проблем великих размера због две битне чињенице:

- 1) Електронски отпад је опасан јер садржи преко хиљаду различитих супстанци, од којих су многе отровне и стварају озбиљно загађење приликом одлагања,
- 2) Електронски отпад се ствара у великим количинама због брзог развоја нових и застаревања производа.

7.1.1. Опасне супстанце у електронском отпаду

Када се говори о штетном утицају отпадног рачунара, пре свега се мисли на токсичне супстанце које се налазе у њему. У групу опасних супстанци спадају:

- Олово - узрокује оштећење централног и периферног нервног система, кардио-васкуларног система, бубрега и репродуктивних органа. Налази се у мониторима (1,5 - 4,0 kg по монитору) и матичним плочама,
- Кадмијум - узрокује неповратне последице на људско тело, јер се таложи на бубрезима. Може се наћи у разним чиповима, а такође је и стабилизатор за пластику,
- Жива - може узроковати оштећења разних органа укључујући мозак и бубреге. Најопасније је загађење воде живом која се лако таложи у живим организмима кроз ланац исхране, најчешће преко рибе. Процењује се да се 22 % светске потрошње живе користи у електронској опреми. Користи

се у термостатима, сензорима, релејима, мобилним уређајима, батеријама и LCD екранима,

- Хексовалентни хром - користи се у заштити од корозије и као украс или учвршћивач кућишта. Лако се апсорбује у ћелијама и може узроковати оштећења ДНК,
- Пластика укључујући PVC - у просечном рачунару сачињава око 7 кг. Највише коришћени облик пластике је PVC (поли-винил-хлорид). Приликом горења може стварати угљен-диоксид,
- Бромирани инхибитори горења (BFR) - користе се у пластичним кућиштима ради спречавања запаљивости,
- Баријум - је мекани сребрно-бели метал који се користи у CRT мониторима да би заштитио кориснике од зрачења. Студије су показале да кратка изложеност баријуму узрокује отицање мозга, слабљење мишића, оштећење срца, јетре и слезине,
- Берилијум - је врло лагани метал, тврд и немагнетичан. Због ових својстава користи се у матичним плочама. Недавно је класификован као канцероген јер узрокује рак плућа,
- Тонери - главни састојак црног тонера је пигмент. Удисање је примарни начин излагања што може довести до иритације дисајних путева. Класификован је као канцероген,
- Фосфор - се користи као премаз на CRT мониторима ради резолуције слике. Отрован је, па након доласка у додир са њим требало би потражити лекарску помоћ.

Брз развој технологије допринео је да потрошачи ретко кад односе неисправне апарате на поправку, већ их једноставно замењују новим, јер је то једноставније и врло често јефтиније. Просечни животни век рачунара се смањило са шест година на само две. Већина корисника мобилних телефона купује нове апарате сваке две године. При томе велики број старих апарата заврши као отпад, а чак 90 % масе материјала може се искористити и поново употребити. Такође, батерије које представљају 15 - 30 % масе телефона могу значајно нашкодити животној средини. Последице су двоструке: бацање мобилног телефона значи и бацање вредних метала (паладијума и злата), а овакав отпад загађује околину, јер се ослобађају поменуте токсичне материје.

7.2. Поступак рециклаже електричног и електронског отпада

Поступак рециклаже започиње у центрима за сакупљање, где се отпад прима, селектује у разреде, пакује и привремено складишти. Након допремања у погон за рециклажу, прво се обавља преглед пристиглог отпада (има ли оштећења која могу негативно да утичу на животну средину – на пример оштећења на расхладним уређајима, при чему може доћи до неконтролисане емисије фреона у атмосферу и сл.). Такође се код преузетих уређаја проверава могућност поновног коришћења. На тај се начин један део уређаја обнавља (регенерише) и враћа у употребу. Следећа фаза је расклапање отпадне електричне опреме на компоненте.

Расклапање је део посла који је најмање аутоматизован и ни једна машина није у томе добра као човек. Наравно, овај процес није штетан по здравље радника. Затим, овако раскопљени делови иду на тракасти транспортер где се врши сортирање. Сортирањем се рециклабилне компоненте одвајају од нероциклабилних. Рециклабилне компоненте, као што су пластика, метал, каблови и стакло, имају употребну вредност и немају својства опасног отпада. Другим речима, у рециклабилне компоненте спадају компоненте које имају карактер секундарних сировина и које се могу даље прерађивати.

Нероциклабилне компоненте су оне које немају карактер секундарних сировина и које се привремено складиште у еколошко прихватљивим и безбедним условима. При расклапању рачунара на саставне делове масени удео рециклабилних компонената се креће између 70 % и 80 %. У рециклабилном делу пластика је заступљена са око 4 %, а метални делови са око 96 % масе. Масени удео рециклабилних компонената код CRT монитора је око 30 %, при чему је однос пластике и метала у овом делу 50:50. Највећи удео у отпаду припада металима (40 до 70%). Каблови и водови се, без примене поступка спаљивања, раздвајају на метал и пластику. На слици 26 приказани су каблови који су издвојени из електронских уређаја који су у поступку рециклаже. Електронски ситни отпад, који учествује у укупној маси уређаја од 15 до 30 %, садржи у просеку 30 % метала и 70 % пластике. Прерада ове врсте отпада обавља се аутоматизованим поступком механичког уситњавања, а затим раздвајања појединих врста материјала (магнетски, електростатички, индукцијски, ваздушном струјом, просејавањем, испирањем итд.). Метални гранулат чистоте до 98 % служи за поновно добијање метала (топљењем, електролизом, хемијским или електрохемијским поступцима). Рециклабилност металних материјала је врло добра и данас се успешно прерађују гвожђе, бакар, алуминијум, цинк, калај, племенити метали, хром, кобалт, селен, телур, галијум, германијум, индијум, силицијум и други. Материјално рециклирање пластичних материјала захтева раздвајање материјала у подврсте, при чему се јавља проблем разврставања и идентификација пластике. Решење се назире применом прописа о означавању врсте полимера на деловима. Додатни проблем ствара око 2000 разних додатака у полимерима (пунила, омекшивачи, боје и пигменти, стабилизатори), затим ојачивачи (нпр. стаклена влакна код електроплоча), али и опасних супстанци (нпр. халогена средства отпорна на ватру). Од пластичних материјала највише се рециклирају кућишта. За рециклажу су посебно неприкладни сложени, композитни материјали, чија измешаност некада достиже и микроскопске размере, што онемогућава издвајање компоненти.

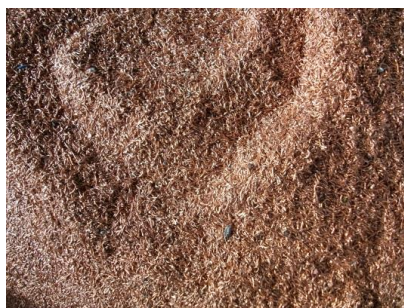
Код малих електричних уређаја цели уређаји се дробе и уситњавају без претходног издвајања на мање делове. Након одвајања металних фракција преостала мешавина пластичних материјала може се искористити само хемијским или енергетским третманом. Након примене поступка сортирања већи део даље обраде обавља се уз помоћ машина које спречавају ширење штетних хемикалија које могу бити ослобођене у овом процесу. Метал, пластика и стакло се разврставају даље разврставају у подврсте и развајају (као пример могу да се наведу метални делови који се издвајају помоћу магнета). Овако разврстани материјали се даље међу помоћу специјалних млинова и тако претварају у

секундарне сировине које су спремне за производњу у различитим гранама индустрије. Оно што је важно нагласити јесте да погони за рециклажу, према строгим прописима морају да филтрирају издувне гасове и пречишћавају отпадне воде и да на сваки начин спрече угрожавање животне средине. Свакако треба нагласити да рециклажа почиње много пре него што отпадни електронски уређај дође у постројење за растављање - рециклажа почиње приликом дизајна делова посматраног електронског уређаја. Решење се налази у употреби таквих компоненти и дизајну производа који би омогућили лакше рециклирање. Тако се јавио тренд да се завртњи све више замењују пластичним спојевима и да се металне површине више не лакирају, већ се обрађују специјалним прашком. На овај начин се време рециклаже ових компонената скраћује, а повећава се проценат материјала који се може поново применити.



Слика 26. Каблови из рециклираних електронских уређаја

Један од начина и метода за рециклажу електричног отпада у сврху добијања бакра као нове сировине јесте рециклажа електричних каблова (слика 26 и 27). Каблови се секу, издваја се чист бакар који иде на даљу прераду у припреми нових материјала који се на тржишту продају као сировине различитих намена. На сликама у наставку је приказан поступак балирања бакра и начин припреме сировине за добијање плавог камена (слика 28 и 29).



Слика 27. Каблови из рециклираних електронских уређаја – полазна сировина и излазне компоненте



Слика 28. Балирање бакра

Дизајнирањем новог производа неопходно је водити рачуна да се не користе опасне и штетне материје, односно да се њихов садржај знатно смањи тако да их не чини више од 0,1 % олова, 0,1 % живе, 0,01 % кадмијума, 0,1 % шестеро-валентног хрома, 0,1 % полибромираног бифенила, 0,1 % полибромираног дифенилетиријума – што чини захтеве према RoHS директиви.

У складу са наведеним захтевима, неопходна је стална контрола састава, како новог производа, тако и насталог отпада. Најчешћи уређај који се користи за испитивање усклађености са RoHS директивом је актуелни XR флуоресцентни (XRF) анализатор. Најчешће се користе у форми ручног апарата. Преносно тестирање XRF-ом на лицу места обично се обавља прво при контроли састава и фокусира се на делове производа са највећим ризиком од садржаја ограничених (опасних) супстанци.

7.3. Листа разреда електричне и електронске опреме

Велики кућни апарати - овде спадају: - велики расхладни уређаји, фрижидери, замрзивачи, остали велики уређаји за хлађење, конзервирање и одлагање хране, машине за прање веша, машине за сушење веша, машине за прање посуђа, уградне рерне, електрични шпорет, електричне рингле, микроталасне пећи, остали велики уређаји за кување и осталу припрему хране, електрични уређаји за грејање, термоакумулационе пећи, електрични радијатори, остали велики уређаји за грејање, електрични вентилатори, уређаји за климатизацију просторија, друга опрема за проветравање и опрема за климатизацију, бојлери и други апарати.

Мали кућни апарати - овде спадају: усисивачи, уређаји за чишћење тепиха, остали уређаји за чишћење, уређаји за шивење, плетење, ткање и осталу обраду тканине, пегле и остали уређаји за пеглање и друго одржавање одеће, тостери, фритезе, млинови, апарати за кафу и уређаји за отварање и затварање посуда и амбалаже, електрични ножеви, уређаји за шишање, сушење косе, прање зуба, бријање, масирање и остали уређаји за негу тела, сатови, ручни сатови и уређаји за мерење, показивање и записивање времена, ваге, и други апарати.

Опрема за информатичке технологије (IT) и телекомуникације - овде спадају: – централизована обрада података: велики рачунари, мини рачунари; штампарске јединице, лична рачунарска опрема: лични рачунари (CPE, миш, монитор и тастатура укључени), преносни рачунари, лаптоп (CPE, миш, монитор и тастатура укључени), рачунари типа „notebook”, рачунари notepad; штампачи; опрема за копирање, електричне и електронске писаће машине, џепни и стони калкулатори и други производи и опрема за прикупљање, одлагање, обраду и представљање података или комуницирање подацима електронским путем; кориснички терминали и системи; факс-уређаји, телекс-уређаји, телефони, јавни телефони (са картицама, жетонима, новчаницама), бежични телефони, мобилни телефони; аутоматске секретарице, остали производи или опрема за телекомуникациони пренос звука, слика или других података путем телекомуникација.

Опрема широке потрошње за разоноду - овде спадају: радио апарати, телевизијски апарати, видеокамере, видеорекодери, хи-фи-уређаји, аудио појачала; музички инструменти и остали производи или опрема за снимање или

репродукцију звука или слика, укључујући сигнале или друге технологије за дистрибуцију звука и слике, осим телекомуникационих.

Опрема за осветљење - овде спадају: расветна тела за флуоресцентне сијалице, осим сијалица за домаћинство, равне флуоресцентне сијалице; компактне флуоресцентне сијалице, сијалице високог притиска укључујући сијалице са натријумовим парама и металхалидне сијалице, натријумове сијалице ниског притиска, остала расветна опрема или опрема за ширење или контролу светла, осим сијалица са жарећом нити, сијалице са жарећом нити и друга опрема.

Електрични и електронски алати (осим великих непокретних индустријских алата) - овде спадају: бушилице, тестере, шиваће машине, опрема за окретање, мљење, брушење, полирање, стругање, резање, сечење, бушење, пробијање, превијање, савијање или за сличну обраду дрвета, метала и других материјала, алати за закивање, спајање ексерима, спајање шрафовима или скидање закивака, ексера, шрафова или за сличне намене; алати за заваривање, лемљење и сличну употребу; опрема за пескарење, наношење, распршивање и осталу обраду течним или гасовитим материјама; алати за кошење или за друге баштенске послове и други алати и помоћна средства.

Играчке, опрема за рекреацију (разоноду) и спорт - овде спадају: електрични возићи, односно гарнитуре тркачких аутомобилчића, ручне конзоле за видео игре, видео игре, компјутери за бициклизам, роњење, трчање, веслање, спортска опрема са електричним или електронским компонентама, аутомати за играње на метални новац и друге играчке, видео игрице и спортска опрема.

Медицински помоћни уређаји (осим великих непокретних терапијских и дијагностичких уређаја, имплантираних производа и производа који могу проузроковати инфекцију) - овде спадају: – радиотерапијска опрема, кардиолошки уређаји; уређаји за дијализу, плућни вентилатори; уређаји нуклеарне медицине, лабораторијска опрема за дијагнозу *in vitro*, апарати за анализу, апарати за хлађење, уређаји за испитивање оплодње и други апарати за откривање, спречавање, праћење, обраду, ублажавање болести, повреда или немоћи.

Инструменти за праћење и надзор - овде спадају: – детектори дима, регулатори загревања, термостати, уређаји за мерење, вагање или баждарење за домаћинство или лабораторије; остали инструменти за праћење и контролу који се употребљавају у индустријским инсталацијама (нпр. на контролним плочама); други инструменти за праћење и надзор.

Аутомати - овде спадају: – аутомати за топле напитке, аутомати за боце или лименке које садрже топла или хладна пића, аутомати за чврсте производе, банкомати, сви уређаји који аутоматски издају све врсте производа и други аутомати.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.fbc-m.com/srpski/crveni_metal.php.
2. <https://www.ereciklaza.com/vesti/opasne-supstance-u-elektronskom-otpadu/>.
3. Правилник о листи електричних у електронских производа, мерама забране и ограничења коришћења електричне и електронске опреме која садржи опасне материје, начину и поступку управљања отпадом од електричних електронских производа, “Службени гласник РС”, број 99/2010 год.

Вежба

ОДРЕЂИВАЊЕ ГРАНУЛОМЕТРИЈСКОГ САСТАВА РЕЦИКЛАБИЛНИХ МАТЕРИЈАЛА

Оверио:

Датум: _____

Задатак 1:

Лабораторијским просејавањем узорака две мешавине грађевинског отпада „старог“ бетона, узоркованог на једној привременој депонији грађевинског отпадног материјала, потребно је одредити гранулометријски састав отпадног материјала.

Поступак испитивања:

Узорак отпадног материјала, грубо уситнити у посуди авана са тучком. Тако припремљен узорак одложити на ватросталну посуду и поставити у пећ за сушење у трајању 24 сата, или до константне масе. Након сушења узорак измерити и поставити у уређај за уситњавање. Након постављања изабрати одговарајуће време млевења, у трајању од око 5 минута. Након завршетка процеса уситњавања узорак поново измерити и утврдити тачну количину узорка пре просејавања. Узорак затим поставити у уређај са виброситима, поређаних респективно одозго од сита са највећим отвором према најситнијем сити са најмањим отворима, и на крају дно. Након просејавања извршити мерење остатака узорака на сваком од сита, укључујући и дно.

Потребни уређаји и апаратура:

- Техничка вага,
- Пећ за сушење,
- Уређај за уситњавање,
- Уређај са виброситима,
- Ватросталне посуде.

Анализа број ____ / ____

Наручилац испитивања: _____

Захтев _____ број _____ од _____ године

Врста материјала: _____

Порекло материјала: _____

Фракција: _____

Датум испитивања: _____

ГРАНУЛОМЕТРИЈСКИ САСТАВ МАТЕРИЈАЛА

A – укупна количина агрегата који се просејава (g)

a_i – делимични остатак на сити „ i “

$Q_i = a_i + a_{i+1} + \dots + a_{n-1} + a_n = \sum_{k=1}^n a_k$ – кумулативни остатак на сити „ i “ (g)

$P_i = \frac{Q_i}{A} * 100 = \frac{100}{A} \sum_{k=i}^n a_k$ – кумулативни остатак на сити „ i “ (%)

$Y_i = 100 - P_i$ – пролаз кроз сито „ i “ (%)

Маса узорка за просејавање: $A =$ _____ g

Кумулативни остатак: $Q_{u1} =$ _____ g; $Q_{u2} =$ _____ g

Губитак масе при просејавању:

$\Delta_1 = \frac{A - Q_{u1}}{A} * 100 =$ _____ %

$\Delta_2 = \frac{A - Q_{u2}}{A} * 100 =$ _____ %

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

Обрада резултата:

Резултате представити табеларно:

Отвор сита /mm/	Појединачни остатак a_1	Појединачни остатак a_2	Средња вредност a_{sr}	Кумулативни остатак Q_i	Кумулативни остатак P_i /%/	Процент проласка Y_i / %/
4						
2						
1						
0,63						
0,5						
0,25						
0,125						
Дно						
Свега						

Резултате представити графички:

Вежба

ОДРЕЂИВАЊЕ СПЕЦИФИЧНЕ МАСЕ РЕЦИКЛАБИЛНИХ МАТЕРИЈАЛА

Оверио:

Датум: _____

Задатак 1 – одређивање специфичне масе течности:

Лабораторијским испитивањем, помоћу пикнометра са чепом у виду капиларе, одредити специфичну масу узоркованог отпада у течном агрегатном стању.

Поступак испитивања:

Постоји неколико метода за одређивање густине течности које се заснивају на:

1. Мерењу масе познате запремине
2. Потиску течности
3. Потиску стуба течности

У овој вежби користићемо мерење масе познате запремине помоћу пикнометра.

Принцип мерења:

Да би се помоћу пикнометра одредила специфична маса неке течности, потребно је измерити масу:

- m_1 - маса сувог пикнометра,
- m_2 - маса пикнометра са дестиловном,
- m_3 - маса пикнометра са испитиваном течношћу и дестилованом водом, и
- ρ_0 – густина воде.

Запремину пикнометра одредити према изразу:

$$V = \frac{m_2 - m_1}{\rho_0}$$

Густина испитивање течности одредити у свему према изразу:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_3 - m_1}{\frac{m_2 - m_1}{\rho_0}} = \rho_0 \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1}$$

Опран и осушен пикнометар заједно са затварачем се најпре измери на ваги. Тада се пикнометар напуни дестилованом водом до врха грлића и затвори затварачем. Вишак воде изађе кроз канал. Такав пикнометар се споља обрише и измери на ваги. Када се мерење изврши пикнометар се испразни и осуши, и на исти

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

начин напуни течношћу чију густину одређујемо. Пикнометар се поново споља обрише и измери.

Обрада резултата:

Резултате приказати табеларно:

Редни број испитивања	Маса празног пикнометра m_1 (g)	Маса пикнометра напуњеног течношћу познате густине m_2 (g)	Маса пикнометра напуњеног течношћу чија се густина одређује m_3 (g)
1.			
2.			
3.			
Средња вредност (g)			

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_3 - m_1}{\frac{m_2 - m_1}{\rho_0}} = \rho_0 \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} =$$

Општи закључци:

- Боја уља: _____
- Порекло течности: _____
- Густина течности: _____
- Синтетичко или минерално уље: _____
- Могућа вискозна група: _____

Задатак 2:

Лабораторијским испитивањем, помоћу пикнометра са чепом у виду капиларе, одредити специфичну масу узоркованог у чврстом агрегатном стању.

Густина чврстих супстанци може се одредити са мањом егзактношћу од густине течности. Разлог за ово је нехомогеност чврстих супстанци.

Пикнометром се може извршити мерење густине чврстих тела ако су оне спрашне или зрнасте. Такође оне не смеју бити растворљиве у води или течности помоћу којих се врши мерење.

Поступак испитивања:

Најпре се измери маса спрашног тела. Пикнометар се затим напуни дестилованом водом и измери његова маса заједно са спрашеним телом поред њега. Пикнометар се испразни, у њега се убади спрашно тело а потом се налије дестилованом водом и измери се његова маса.

Принцип мерења:

Да би се помоћу пикнометра одредила специфична маса неког чврстог тела, потребно је измерити масу:

- m_1 - маса спрашеног тела,
- m_2 - маса пикнометра са водом и телом поред њега,
- m_3 - маса пикнометра са водом и телом у њему, и
- ρ_0 – густина воде.

Специфичну масу одредити према изразу:

$$\rho = \frac{m_1}{m_2 - m_3}$$

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

Обрада резултата:

Резултате приказати табеларно:

Редни број испитивања	Маса спрашеног тела m_1 (g)	Маса пикнометра са водом и телом поред њега m_2 (g)	Маса пикнометра са водом и телом у њему m_3 (g)
1.			
2.			
3.			
Средња вредност (g)			

$$\rho = \frac{m_1}{m_2 - m_3} =$$

Општи закључци:

Вежба

ОДРЕЂИВАЊЕ МАСЕНОГ УДЕЛА РЕЦИКЛАБИЛНОГ МАТЕРИЈАЛА У ОТПАДУ

Оверио:

Датум: _____

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

Задатак 1: Лабораторијским испитивањем одредити масени удео бабра у кабловима из електричног и електронског отпада

Поступак испитивања:

За извођење вежбе користити каблове издвојене из електронског отпада (рачунарске компоненте). Каблове исећи на дужину од 5-6 cm и измерити на техничкој ваги (m_0). Припремити 5 узорка. Оштрим скалпелом одвојити спољашњи плашт кабла од унутрашњег дела, до потпуног одвајања на саставне компоненте (пластика, гума, бакар, алуминијум). Измерити на техничкој ваги масу сваке компоненте појединачно (m_{s1} , m_{s2} , m_{s3} ...), односно онолико колико има појединачних компоненти.

Масени удео представља однос масе посматраног материјала и масе укупног отпада. Масени удео нема јединицу изражавања и рачуна се према обрасцу:

Масени удео = маса супстанце / маса отпада

$$W = \frac{m_s}{m_0}$$

Масени процентни састав се изражава у процентима и рачуна се према обрасцу:

$$W = \frac{m_s}{m_0} \cdot 100$$

Масени удео у многоме олакшава рачунање при анализи великих количина и габарита отпадног материјала.

Обрада резултата:

Резултате приказати табеларно:

Редни број	Маса узорка m_0 (g)	Маса компоненте 1 m_{s1} (g)	Маса компоненте 2 m_{s2} (g)	Маса компоненте 3 m_{s3} (g)
1				
2				
3				
4				
5				
Средња вредност (g)				

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

Удео рециклабилних компоненти:

Редни број	Удео компоненте 1 W1	Удео компоненте 2 W2	Удео компоненте 3 W3
1			
2			
3			
4			
5			
Средња вредност (g)			

Вежба

ОДРЕЂИВАЊЕ ПРОЦЕНТУАЛНЕ ЗАСТУПЉЕНОСТИ ВОДЕ И СУВЕ МАТЕРИЈЕ У РЕЦИКЛАБИЛНОМ МАТЕРИЈАЛУ

Оверио:

Датум: _____

Задатак 1 – Лабораторијским испитивањем, одредити процентуални удео воде и суве материје у рециклабилном материјалу:

Поступак испитивања:

- На посуду од сахатног стакла поставити филтер папир и поставити је у пећ за сушење најмање 15 минута на температури од 105 °C како би се посуде припремиле за поступак испитивања, и сушница достигла потребну температуру за испитивање. Након предвиђеног времена, посуде извадити из сушнице и приступити се мерењу масе m_0 .
- Металном кашиком поставити 10-15 грама отпада који је потребно испитати на претходно измерену посуду, узорци се обележе, и приступи се мерењу масе m_1
- Након сушења узорака отпада, у трајању од најмање једног сата при температури од 105 ± 20 °C (односно док се за два узаступна мерења не измери два пута иста маса узорка).
- Посуде са узорцима се изваде из сушнице и одложе у ексикатор где се хладе 45 минута. Овде се приступа мерењу масе m_2

Срчунавање процентуалног учешћа воде и суве материје у испитиваном рециклабилном материјалу врши се према следећим једначинама:

$$\% \text{ воде} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} 100$$

где су:

- $(m_1 - m_2)$ – губитак воде при сушењу (g)
- $(m_1 - m_0)$ – одмерена количина узорка (g)

$$\% \text{ суве материје} = 100 - \% \text{ воде} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} 100$$

где су:

- $(m_2 - m_0)$ – маса узорка након сушења (g)
- $(m_1 - m_0)$ – одмерена количина узорка (g)

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

УЗОРАК РЕЦИКЛАБИЛНОГ МАТЕРИЈАЛА 1:

Редни број испитивања	Маса празне посуде m_0 (g)	Маса посуде и узорка пре сушења m_1 (g)	Маса посуде и узорка након сушења m_2 (g)
1.			
2.			
3.			
Средња вредност (g)			

$$\% \text{ воде} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} 100 =$$

$$\% \text{ суве материје} = 100 - \% \text{ воде} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} 100 =$$

УЗОРАК РЕЦИКЛАБИЛНОГ МАТЕРИЈАЛА 2:

Редни број испитивања	Маса празне посуде m_0 (g)	Маса посуде и узорка пре сушења m_1 (g)	Маса посуде и узорка након сушења m_2 (g)
1.			
2.			
3.			
Средња вредност (g)			

$$\% \text{ воде} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} 100 =$$

$$\% \text{ суве материје} = 100 - \% \text{ воде} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} 100 =$$

Вежба

ОДРЕЂИВАЊЕ ПРОЦЕНТА ПЕПЕЛА У РЕЦИКЛАБИЛНОМ МАТЕРИЈАЛУ

Оверио:

Датум: _____

Задатак 1: Лабораторијским испитивањем одредити % пепела у рециклабилном материјалу и оценити његову погодност за рециклирање.

Поступак испитивања:

За извођење вежбе неопходно је претходно узоркован отпад материјал сушити до константне масе, применом пећи за сушење, како би се материјал ослободио вишка слободне воде. Поступак сушења спроводи се на стандардној температури од 105 °C, као у претходним испитивањима. Тиглове за жарење поставити у хладну пећ за жарење и кренути њихово постепено загревање. Материјал је даље након сушења у сушници неопходно изложити пламену, опрезно га спаљивати отвореним пламеном све док не престане да се развија црни дим. Након тога, спаљени узорак поставити у претходно загрејаним тигловима и жарити 5-8 сати, у зависности од стандарда везаног за отпадни материјал који се испитује, на температури не вишој од 525 °C. Тиглове затим оставити да се хладе у ексикатору. Након завршеног хлађења вршити мерење узорака.

За спровођење испитивања неопходно је користити наредну опрему и уређаје:

- Вагу високе тачности,
- Порцеланске тиглове,
- Пламеник,
- Електричну пећ за жарење, и
- Ексикатор.

Израчунавање процента пепела једнако је:

$$\% \text{ пепела} = \frac{m_1}{m_2} 100$$

где су:

- m_1 – маса пепела (g)
- m_2 – одмерена количина узорка (g)

РЕЦИКЛАБИЛНИ МАТЕРИЈАЛИ – ПРАКТИКУМ

Обрада резултата:

Резултате приказати табеларно:

УЗОРАК РЕЦИКЛАБИЛНОГ МАТЕРИЈАЛА 1:

Редни број испитивања	Маса празне посуде m_0 (g)	Одмерена количина узорка m_1 (g)	Маса пепела m_2 (g)
1.			
2.			
3.			
Средња вредност (g)			

$$\% \text{ пепела} = \frac{m_1}{m_2} 100 =$$

УЗОРАК РЕЦИКЛАБИЛНОГ МАТЕРИЈАЛА 2:

Редни број испитивања	Маса празне посуде m_0 (g)	Одмерена количина узорка m_1 (g)	Маса пепела m_2 (g)
1.			
2.			
3.			
Средња вредност (g)			

$$\% \text{ пепела} = \frac{m_1}{m_2} 100 =$$