

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Иван С. Сих

Постројење за сепарацију отпада

завршни рад

Крагујевац, 2016.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Инжењерски алати

Број индекса: 154/2010

Иван С. Сих

Постројење за сепарацију отпада

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Горан Бошковић, доцент
2. Др Небојша Јовичић, ред. проф.
3. Др Саша Јовановић, доцент

Датум
одбране: _____

Оцена: _____

Резиме: У овом раду извршено је моделирање постројења за сепарацију отпада тврдих минералних материјала. Објашњен је поступак раздвајања и сортирања материјала алуминијума, месинга, бакра, цинка и нерђајућих челика. Приказани су и механизми уклањања непожељних нечистоћа које могу да ометају даљи рад у процесу. Такође, објашњена је улога машина у процесу сепарације и функција радних елемената машине.

У раду су моделирани кључни подсистеми ситема за сепарацију до нивоа функционалних елемената унутар самих машина које се за овај процес користе. Пре моделирања дат је шематски приказ функционалних подсистема.

Кључне речи: постројење за сепарацију отпада, рециклажа, алуминијум, моделирање.

Abstract: The process of modeling of a waste sorting plant for hard mineral materials is shown in this paper. The process of sorting of materials such as aluminum, brass, copper, zinc and stainless steel is described in detail. Mechanisms for removal of undesirable impurities that can interfere with next steps in the process were shown as well. The roll of each machine in sorting process and function of working elements in machines are also explained.

All key subsystems of sorting plant, up to functional elements of machines that are used for this process, are modeled in Catia V5 software. Before modeling, all functional subsystems are schematically shown.

Key words: Material recovery facility, recycling, aluminum, modeling.

Садржај

1. Увод	1
2. Материјал за обраду	3
3. Шематски приказ постројења	4
3.1. Растављач	6
3.2. Машина за уситњавање	8
3.3. Вибрациона трака	10
3.4. Усисивач	12
3.5. Силос	14
3.6. Машина за сортирање магнетних и немагнетних метала	15
3.7. Машина за сортирање алуминијума прве класе	17
3.8. Машина за сортирање алуминијума друге класе	19
3.9. Машина за сортирање тешких метала	19
4. Мобилне машине	21
4.1. Багер	21
4.2. Камион думпер	22
5. Радна површина	23
6. Радна просторија	23
7. Приказ погонског склопа постројења	24
8. Програми за моделирање и уређивање модела	28
9. Закључак	29

1. Увод

Природни ресурси су опште добро и заједничко богатство. Њихово коришћење, привредна примена и економско вредновање треба да буду плански усмерени и наменски контролисани. Без обзира на врсту, структуру и појединачне количине, они су основ за привредни и економски развој сваке земље. Због убрзане деградације животне средине и повишене експлоатације природног богатства, људи све чешће трагају за што бољим решењима којима би се економски и привредни развој поспешео и осавременио.

Циљ овог рада је да се представи идејно решење модела постројења за сепарацију металног отпада. За лакше праћење елемената постројења, као и стадијума кроз који коришћени материјали пролазе, на почетку рада дат је шематски приказ распореда машина у постројењу (слика 1). Функција постројења за сепарацију отпада заснива се, пре свега, на сортирању и издвајању алуминијума прве и друге класе. Осим алумијума, постројење издваја и следеће материјале: бакар, цинк, месинг и нерђајуће челике.

На шематском приказу постројења за сепарацију отпада (слика 1) може се видети распоред машина које су саставни део самог постројења: растављач, машина за уситњавање, трака са вибрацијом, усисивач, силос, машина за сортирање магнетних и немагнетних метала, машина за сортирање алуминијума прве класе од тешких материјала (Steinert XSS T), машина за сортирање алуминијума друге класе од тешких материјала (Steinert XSS T), машина за сортирање бакра, цинка, месинга и нерђајућег челика од отпадних материјала (Steinert XSS F). Све машине које учествују у постројењу су посебно моделиране и представљене у засебним поглављима рада. Ова поглавља, осим модела машине, садрже и приказ и објашњење радних елемената који је чине.

У наставку су дати модели мобилних машина које учествују у постројењу, као и приказ радне површине и радне просторије. На крају рада приказан је модел целовитог постројења за сепарацију отпада кроз више перспектива.

Сви модели дати у раду моделирани су уз помоћ програма Catia V5, а након моделирања даље су рендеровани применом програма KeyShot. Програми за моделирање и уређивање модела приказани су у осмом поглављу.

2. Материјал за обраду

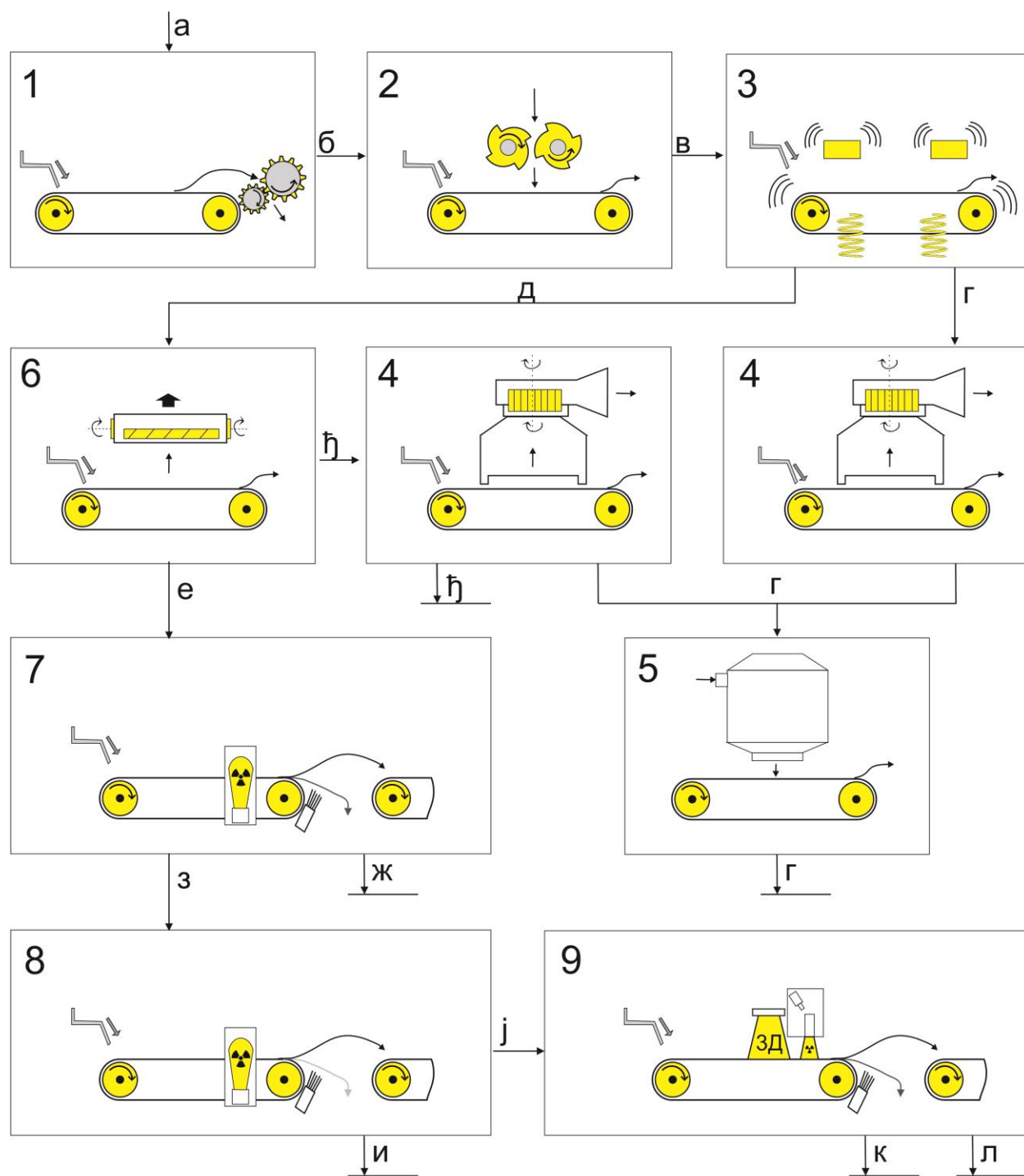
Материјали за обраду се углавном доносе у балама, односно пакују се у облику коцке уз помоћ пресе. Пресе делују притисном силом и материјал пакују у што мању запремину коцкастог облика, у циљу лакшег транспорта из одређене области прераде метала до погона за сепарацију отпада, који је концентрисан за сортирање алуминијума у највећим количинама, али и других материјала попут месинга, бакра, цинка и нерђајућих челика.

Кратак опис особина поменутих материјала:

- а. Алуминијум – Због особина, као што су мала густина и велика отпорност на корозију, користи се за израду разноврсних предмета, од конзерви до делова за космичке бродове.
- б. Месинг – Легура бакра и цинка, има већу чврстину од бакра, а користи се за израду лимова, цеви, жица.
- ц. Бакар – Због добре проводљивости масовно се употребљава за продукцију електричних проводника и уопште у електроници, као и у грађевини.
- д. Цинк – најважнија примена је превлачење лима у циљу заштите од корозије.
- е. Нерђајући челици - поседују низ изузетних особина које их разликују од осталих класа челика. Немагнетни су и отпорни на корозију.

Транспорт материјала за обраду се врши помоћу мобилних машина. Уз помоћ камиона думпера материјал се превози до хале – радног простора за обраду материјала. Помоћу друге мобилне машине – утоваривача, материјал за обраду се преноси из камиона думпера до прве машине у систему постројења, односно у ситнилицу (3.1).

3. Шематски приказ постројења



Слика 1 Шематски приказ постројења

Шематски приказ распореда машина у постројењу:

1. Растављач (3.1)
2. Машина за уситњавање (3.2)
3. Трака са вибрацијом (3.3)
4. Усисивач (3.4)
5. Силос (3.5)
6. Машина за сортирање магнетних и немагнетних метала (3.6)
7. Steinert XSS T (3.7)
8. Steinert XSS T (3.8)
9. Steinert XSS F (3.9)

Шематски приказ обраде материјала:

- а. Балирани материјал за обраду
- б. Растављен материјал за обраду
- в. Уситњени материјал за обраду
- г. Нежељени материјали (папир, најлон, нечистоћа)
- д. Распоређени уситњени материјал за обраду
- ђ. Магнетни метали
- е. Немагнетни метали (алуминијум, месинг, бакар, цинк, нерђајући челик)
- ж. Алуминијум прве класе
- з. Алуминијум друге класе, бакар, цинк, нерђајући челик
- и. Алуминијум друге класе
- ј. Бакар, цинк, нерђајући челик
- к. Остаци
- л. Бакар, цинк, нерђајући челик

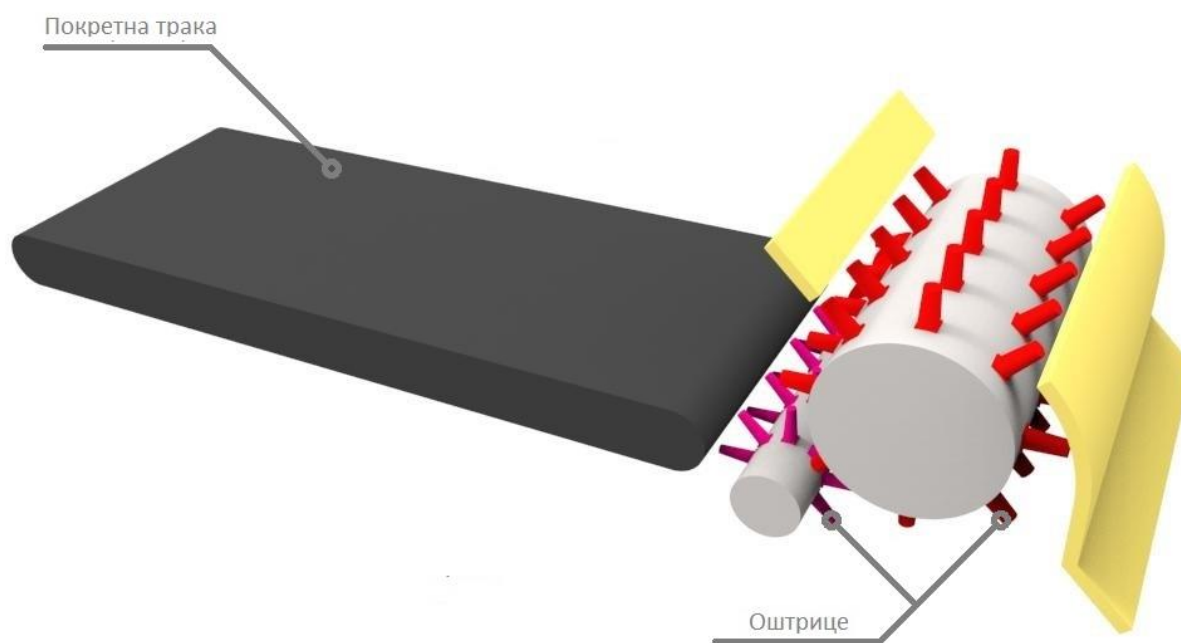
3.1. Растављач

Функција растављача (слика 2) је да растави материјал, који је претходно балиран због лакшег транспорта. Овако растављени материјал растављач даље транспортује уз помоћ покретних трака у следећи процес обраде, у машину за уситњавање.



Слика 2 Модел растављача

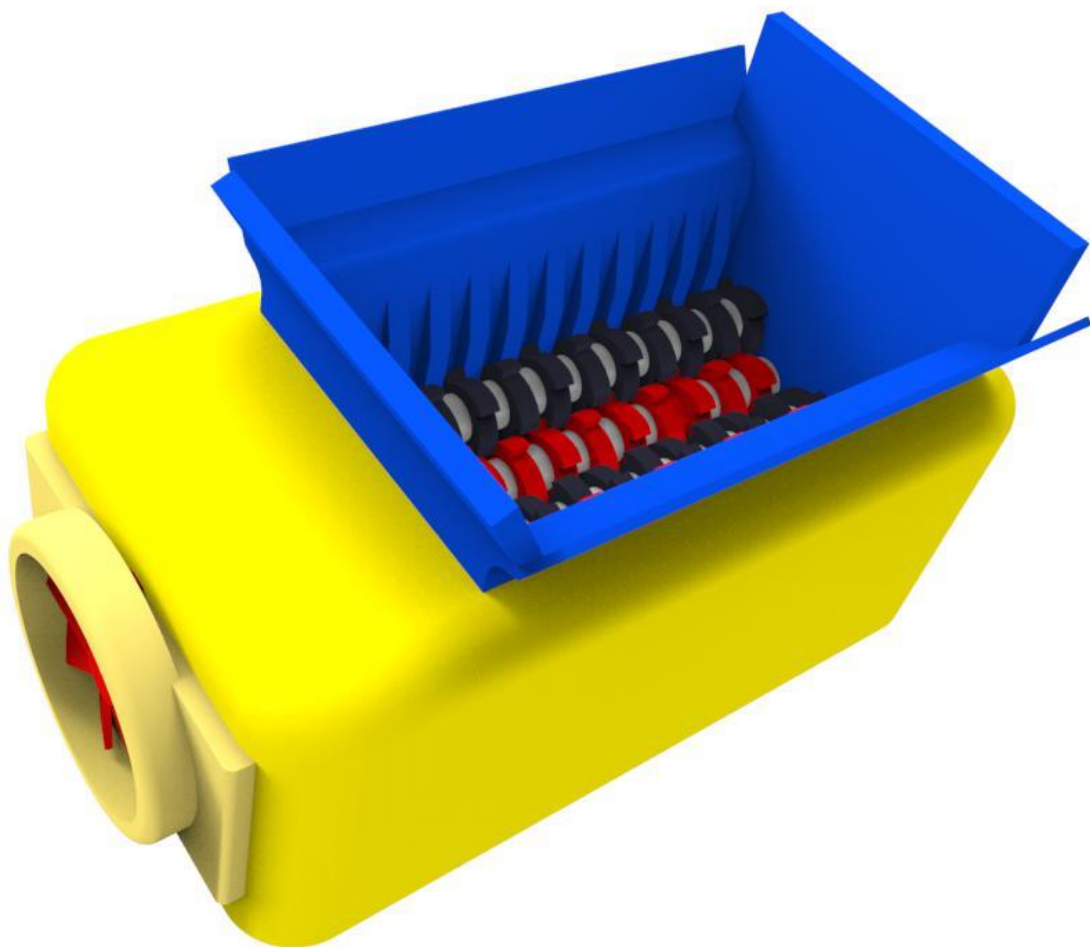
Принцип рада растављача (слика 3) своди се на рад његових саставних делова: покретне траке и два ваљка. Функција покретне траке је да транспортује материјал – балу до два ваљка. Ваљци су конструисани тако да уз помоћ силе обртног момента увлаче материјал – балу између њих, а потом својим оштрицама раздвајају пресовани материјал.



Слика 3 Радни елементи растављача

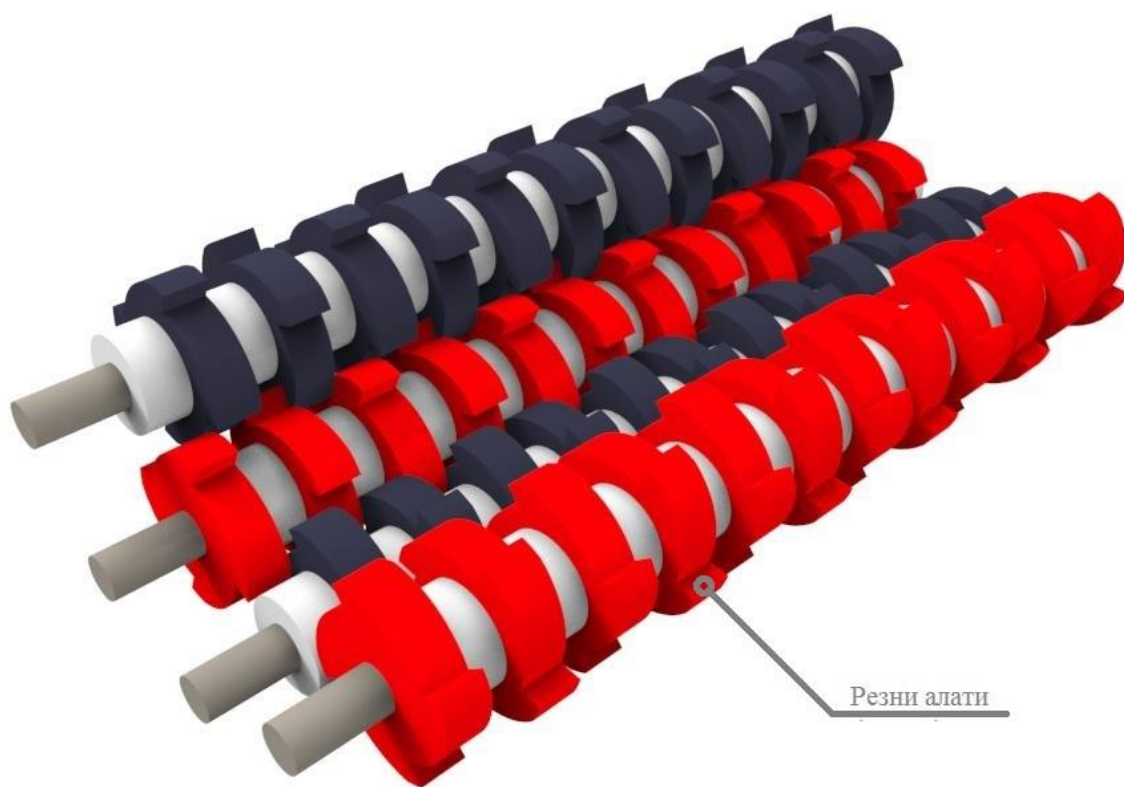
3.2. Машина за уситњавање

Функција машине за уситњавање (енг. *Shredder*, слика 4) је да уситни тешке материјале у што мање делове, како би омогућио прецизније сортирање у даљем постројењу. Уз помоћ покретне траке уситњени материјал се транспортује у следећи процес обраде, на траку са вибрацијом.



Слика 4 Машина за уситњавање

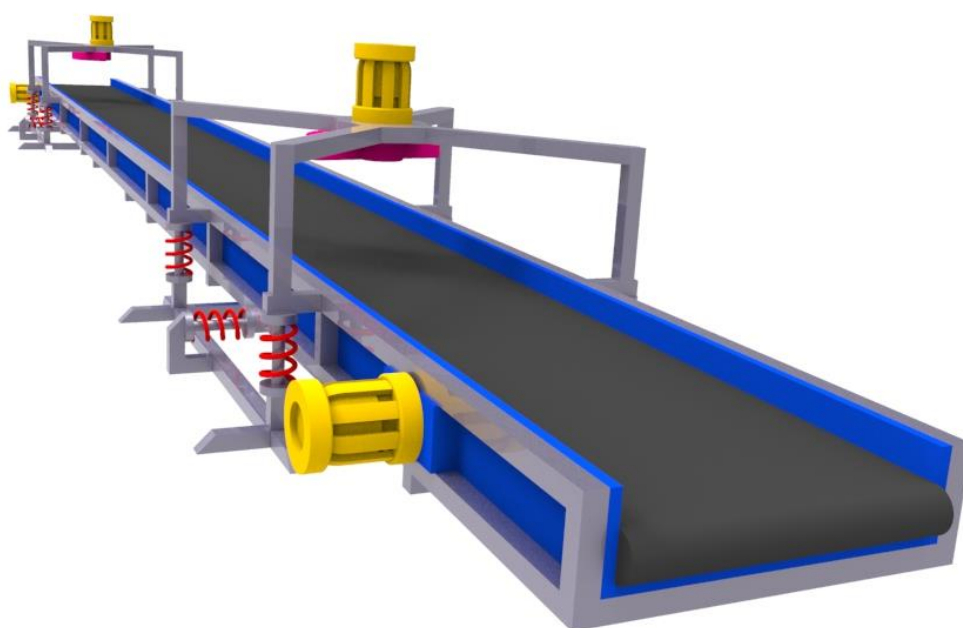
Принцип рада машине за уситњавање (слика 5) своди се на окретање њена четири резна алата. Материјал за обраду улази у корито машине за уситњавање (слика 4). Након уласка у корито, материјал пада помоћу гравитације на резне алате. Резни алати се обрћу око своје осе и увлаче материјал и растављају га у ситније делове.



Слика 5 Радни елементи машине за уситњавање

3. 3. Вибрациона трака

Функција вибрационе траке (слике 6) је да равномерно расподелити уситњени материјал, како би олакшала даљи процес у сортирању материјала. Након равномерне расподеле материјала, трака га транспортује у следећи процес обраде, у машину за сортирање магнетних и немагнетних метала.



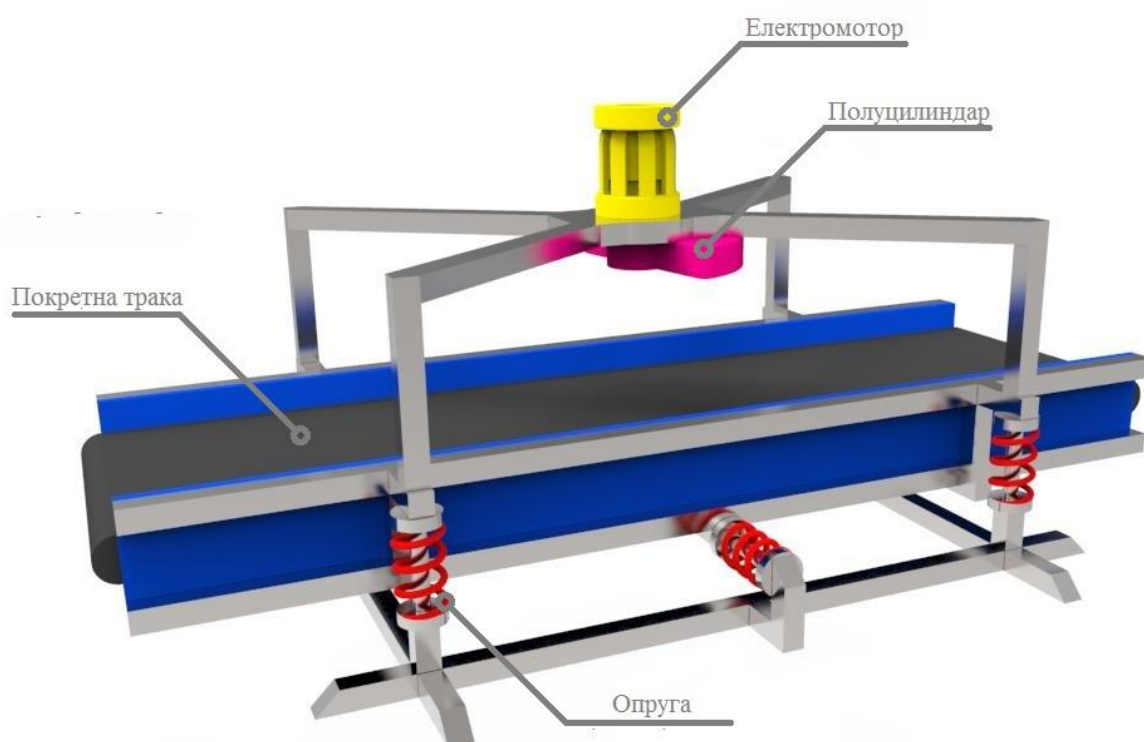
а)



б)

Слика 6 Вибрациона трака

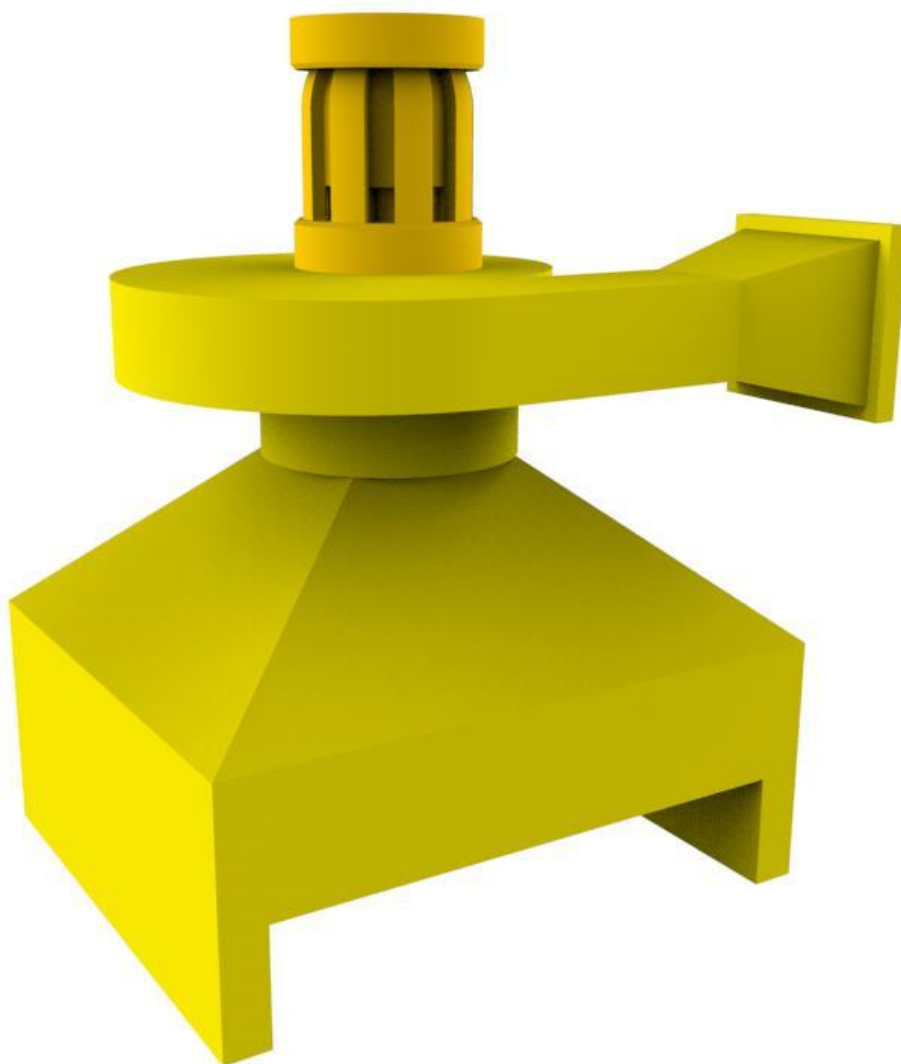
Принцип рада вибрационе траке (слика 7) заснива се на њеном константном вибрирању. Материјал се најпре наноси на покретну траку, а затим се помоћу вибрације равномерно распоређује по покретној траци. Вибрацију ствара полуцилиндар кога покреће електромотор. Трака одржава свој положај у простору захваљујући опругама чија је функција амортизовање створених вибрација.



Слика 7 Радни елементи траке са вибрацијом

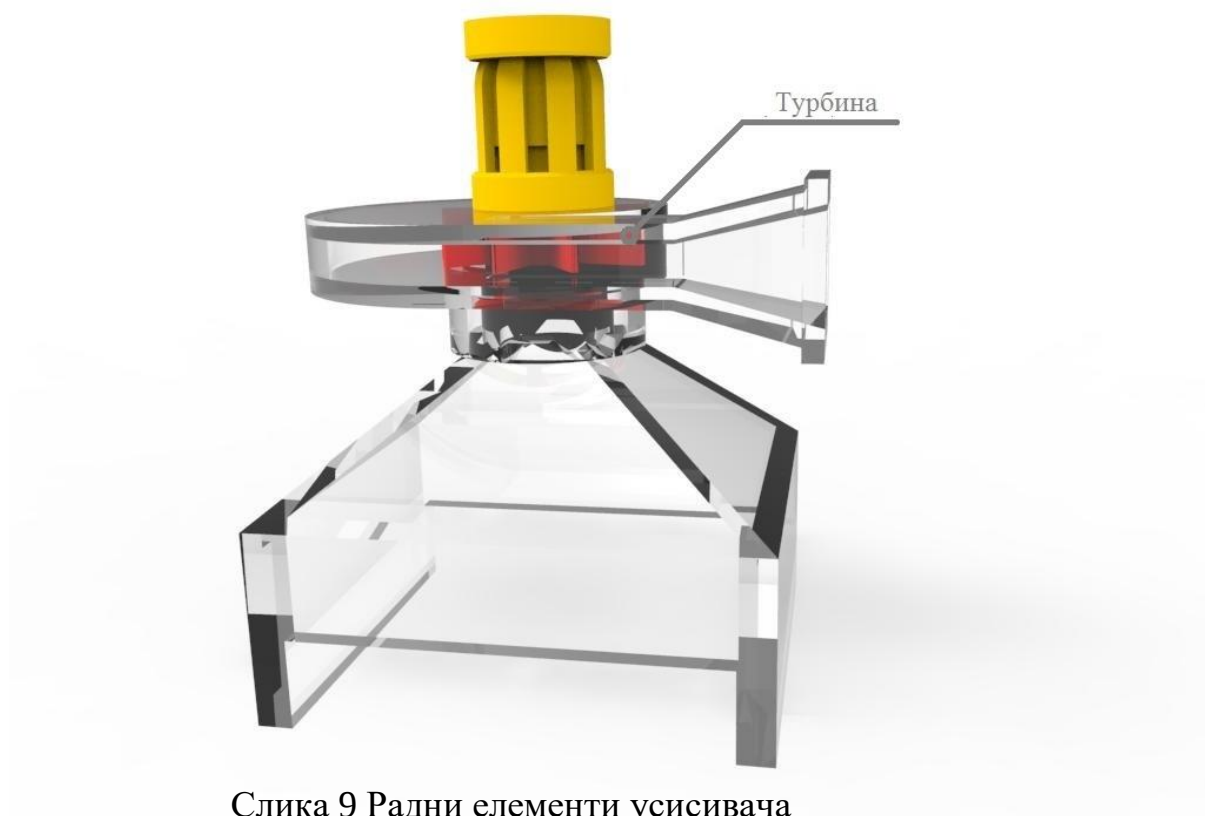
3.4. Усисивач

Функција усисивача (слика 8) у постројењу за сепарацију отпада је да усиса непожељне лаке материјале, попут: најлона, папира, прашине и нечистоћа. Ове лаке материјале усисивач помоћу канала (слика 10) транспортује до следећег процеса обраде у силос.

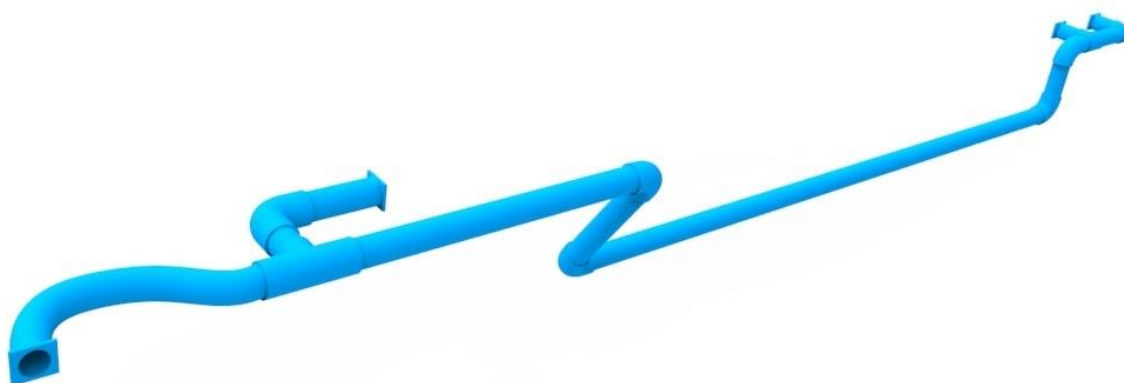


Слика 8 Усисивач

Принцип рада усисивача (слика 9) заснива се на његовом усисном принципу који омогућавају усисна турбина и електромотор. Лаки материјали се помоћу усисног принципа увлаче у отвор где се налази усисна турбина. Усисну турбину покреће електромотор и лаки материјали се шаљу кроз цевовод (слика 10) до складишта у силос.



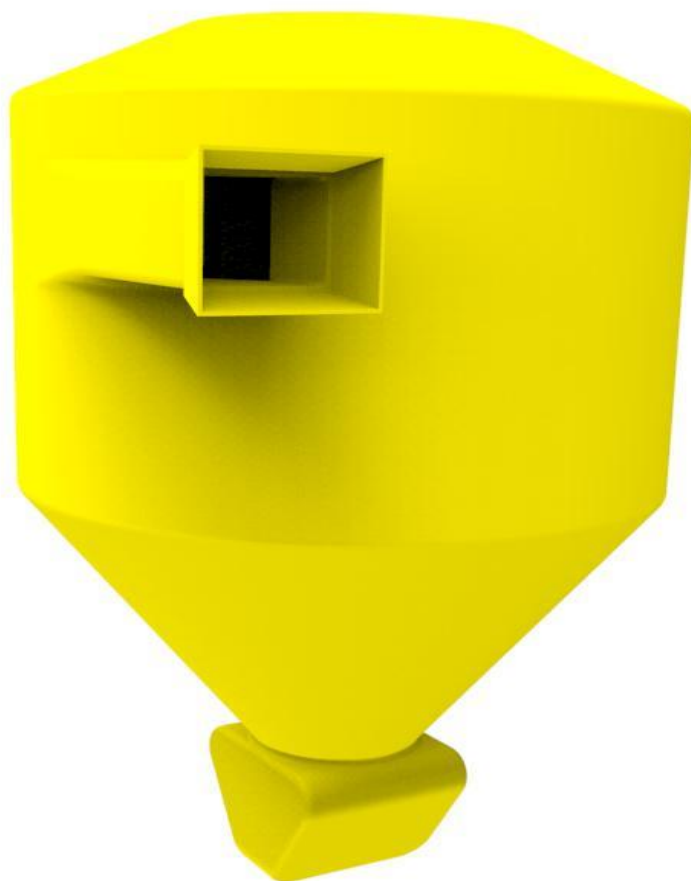
Слика 9 Радни елементи усисивача



Слика 10 Канали (цеви) за уклањање нечистоћа

3.5. Силос

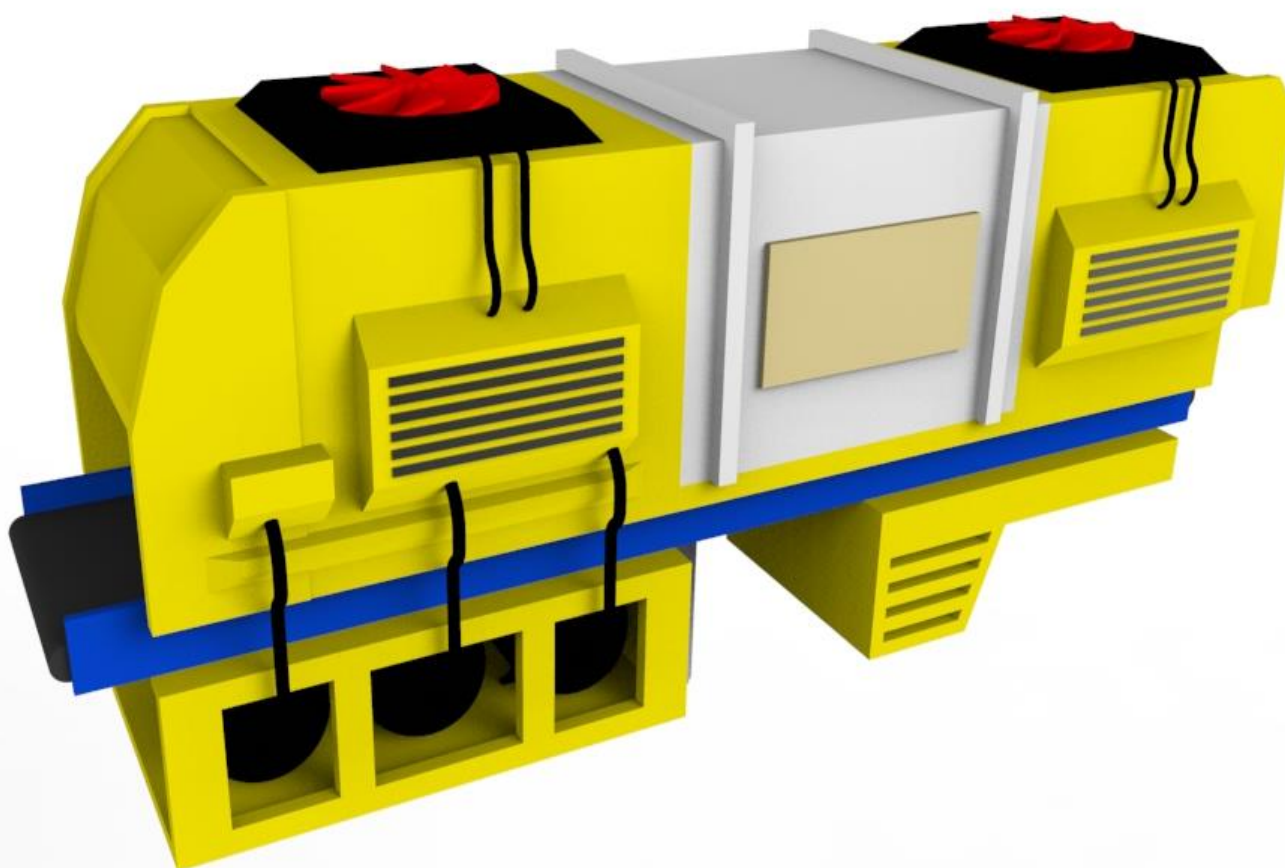
Функција силоса (слика 11) је да складишти непожељне лаке материјале који су претходно усисани помоћу усисивача (3.4 Усисивач). Силос чува непожељне лаке материјале док се не напуни, а затим складиштене материјале испушта помоћу силе теже на покретну траку. Покретна трака у даљем раду ове материјале транспортује до мобилних машина за транспорт (4.2 Камиион думпер).



Слика 11 Силос

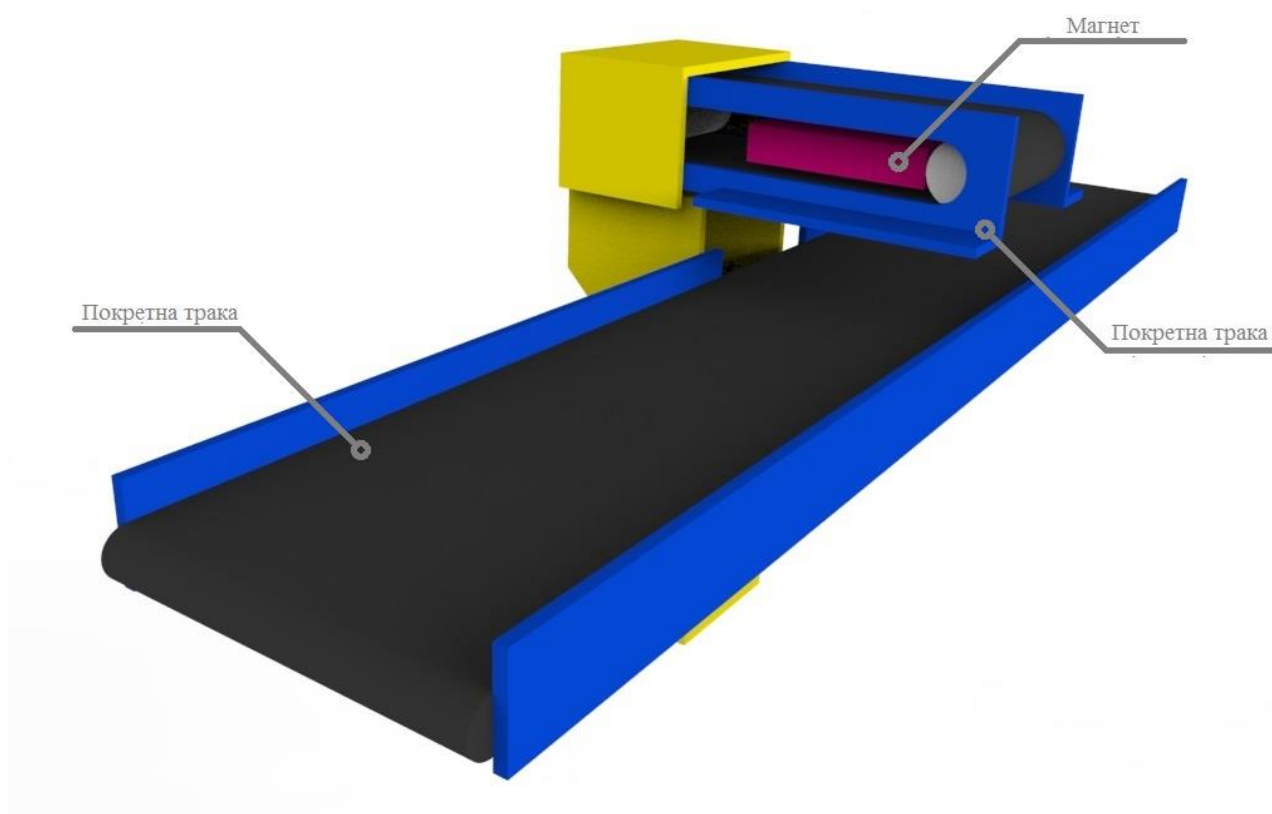
3.6. Машина за сортирање магнетних и немагнетних метала

Функција машине за сортирање магнетних и немагнетних метала (слика 12) огледа се у сортирању и раздвајању магнетних од немагнетних метала. Ова машина магнетне метале, након њиховог издвајања од немагнетних, спроводи у транспортне мобилне машине уз помоћ покретних трака. Пре тога врши се још једно уклањање – усисавање непожељних лаких материјала помоћу усисивача. Истовремено, машина немагнетне метале транспортује помоћу покретне траке у следећи процес обраде, у машину за сортирање алуминијума прве класе.



Слика 12 Машина за сортирање магнетних и немагнетних метала

Рад машине за сортирање магнетних и немагнетних метала (слика 13) заснива се на магнетном принципу. Материјал се најпре доводи до веће покретне траке. Када материјал дође испод мање покретне траке, долази до раздвајања магнетних од немагнетних материјала. Раздвајање се врши помоћу магнета који привлачи магнетни материјал и лепи га за мању покретну траку, која га потом транспортује и спушта у жуту комору. Комора помоћу гравитационе теже испушта материјал на другу покретну траку која га даље шаље у транспортне мобилне машине.



Слика 13 Радни елементи машине за сортирање магнетних и немагнетних метала

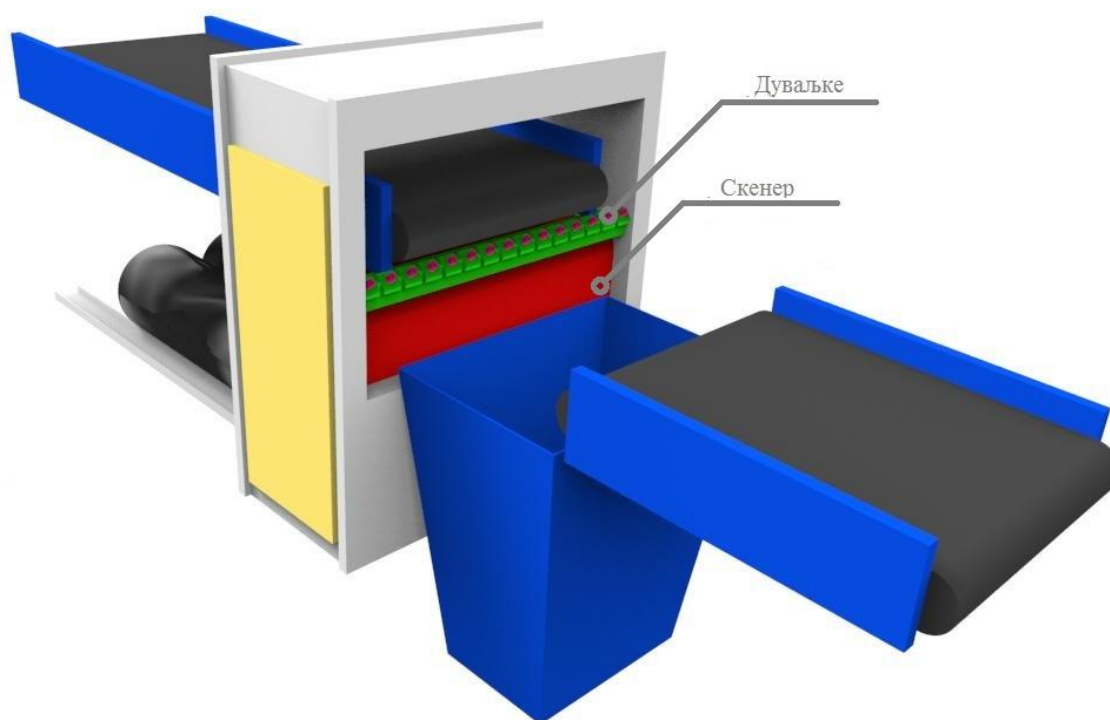
3.7. Машина за сортирање алуминијума прве класе

Функција машине за сортирање алуминијума прве класе Steinert XSS T (слика 14) је сортирање и раздвајање алуминијума прве класе од других немагнетних материјала. Алуминијум прве класе помоћу гравитационе теже пада на покретну траку која га транспортује до транспортне мобилне машине. Остали тешки материјали се транспортују помоћу покретне траке у следећи процес обраде, у машину за сортирање алуминијума друге класе.



Слика 14 Steinert XSS T

Принцип рада машине за сортирање алуминијума прве класе (слика 15) заснива се на склопу радних елемената који чине: скенер, покретна трака и дуваљке. Тешки немагнетни материјали се доводе до горње покретне траке, са леве стране. Приликом транспорта материјала траком, скенер који се налази испод ње скенира и препознаје алуминијум прве класе преко атомске масе материјала. Добијене податке скенер шаље у компјутер, који даље команде прослеђује дуваљкама. Дуваљке под притиском одувавају сваки материјал који није алуминијум прве класе и пребацују га на доњу покретну траку, са десне стране. Тешке материјале покретна трака транспортује у даљи процес постројења.



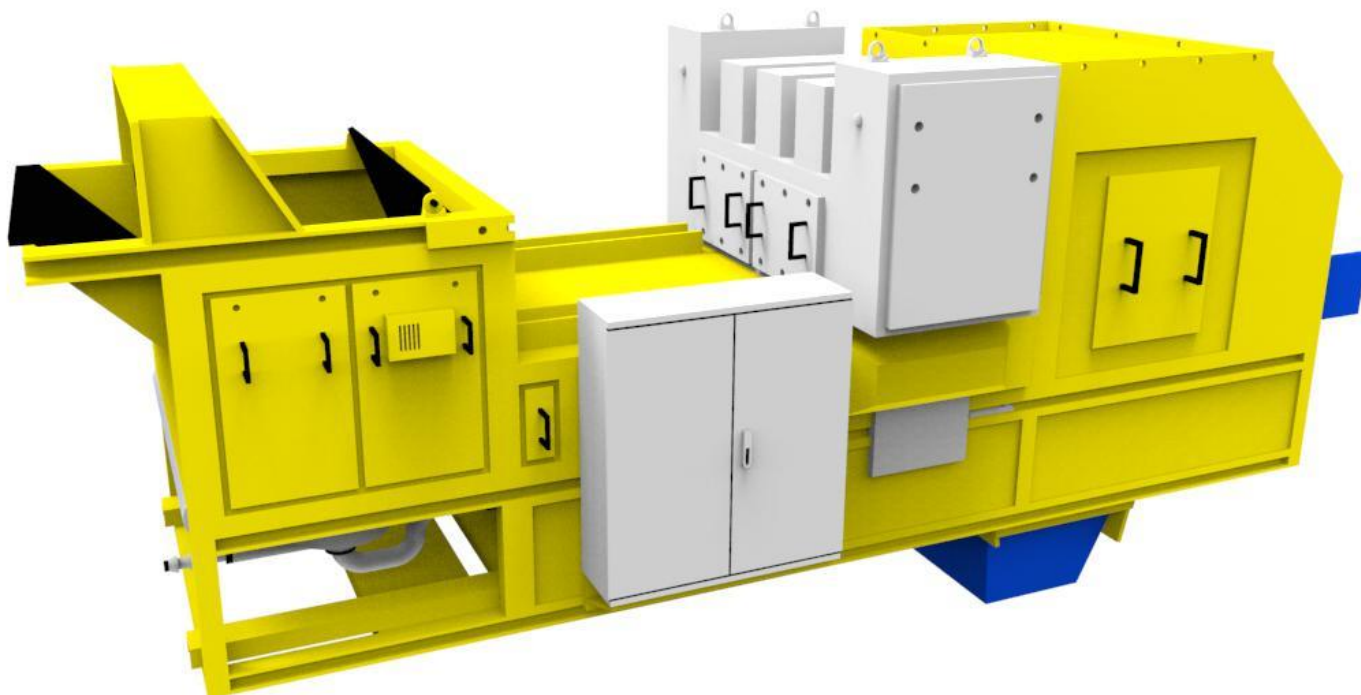
Слика 15 Принцип рада Steinert XSS T

3.8. Машина за сортирање алуминијума друге класе

Машина за сортирање алуминијума друге класе Steinert XSS T ради по истом принципу као и машина за сортирање алуминијума прве класе, једина је разлика што разлаже алуминијум друге класе.

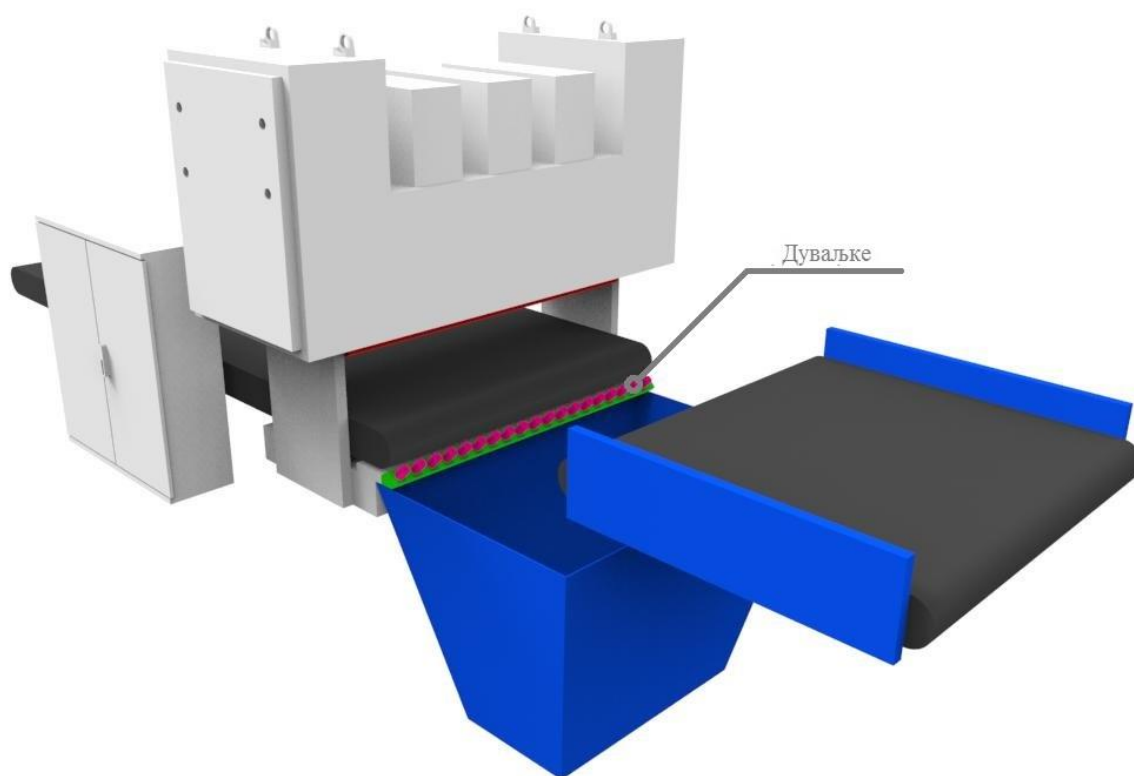
3.9. Машина за сортирање тешких метала

Функција машине за сортирање тешких метала Steinert XSS F (слика 16) је да сортира и раздваја месинг, бакар, цинк и нерђајући челик од непожељних материјала. Непожељни материјал услед сопствене тежине пада на покретну траку која га транспортује до транспортне мобилне машине. Други наведени тешки немагнетни материјали се помоћу покретних трака такође спроводе до мобилне транспортне машине и иду даље у фабрике и фирме за обраду метала, као и претходни материјали наведени у раду.



Слика 16 Steinert XSS F

Принцип рада машине за сортирање тешких метала (слика 17) своди се на функције његових радних елемената: скенер, покретна трака и дуваљке. Тешки немагнетни материјал се доводи до леве покретне траке. Трака транспортује материјал, а изнад ње се налази скенер који скенира и препознаје месинг, бакар, цинк и нерђајући челик преко атомске масе материјала и шаље податке у компјутер. Компјутер даље одређује команде дуваљкама, а оне под притиском одувавају сваки материјал који није неки од наведених тешких материјала. Дуваљке затим материјал пребацују на десну покретну траку, која их транспортује у даљи процес постројења.



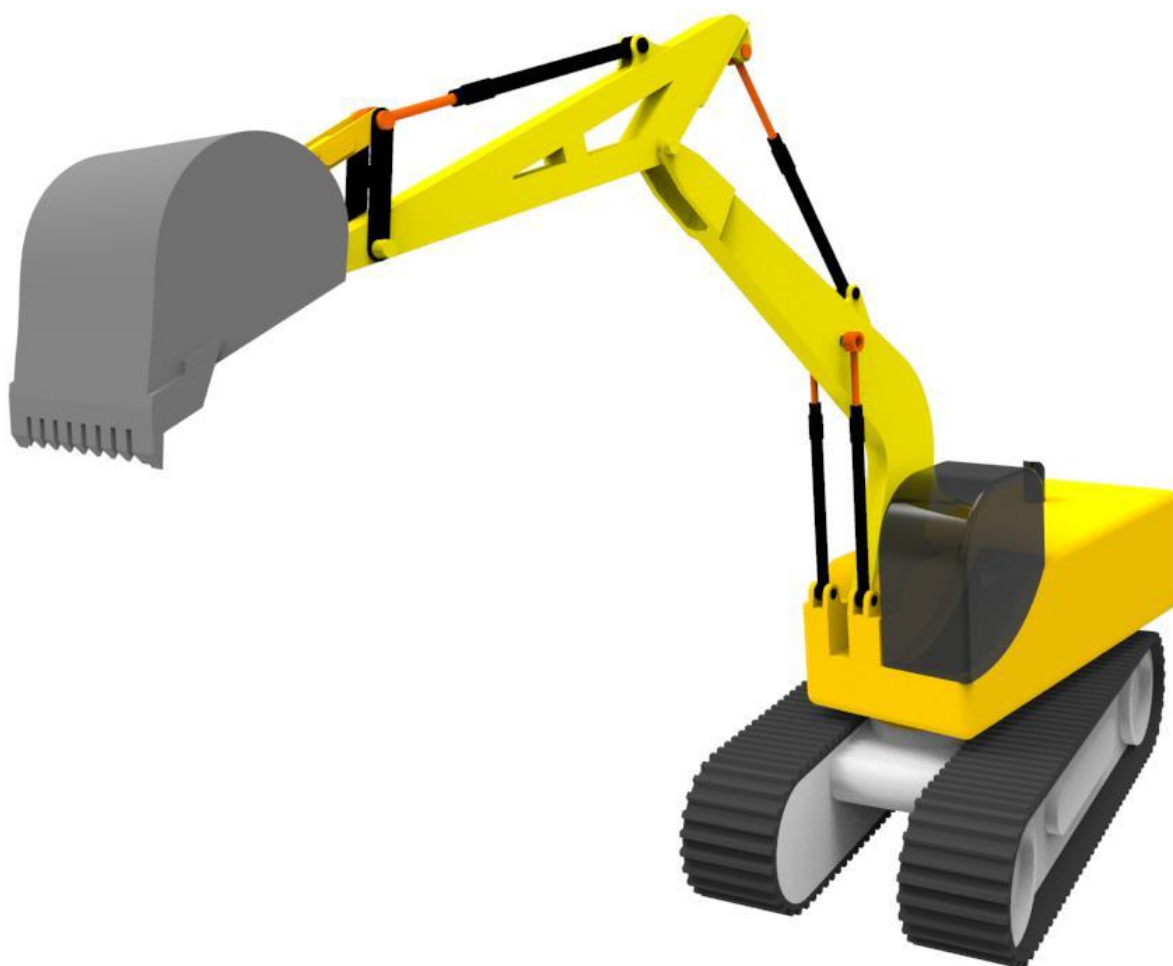
Слика 17 Принцип рада Steinert XSS F

4. Мобилне машине

Мобилне машине у постројењу за сепарацију отпада имају улогу да транспортују материјале, убацују бале са материјалима на одређеним местима у постројењу, као и да врше остале делатности за које су намењене.

4.1. Багер

Багер (слика 18) је универзални мобилни грађевински радни строј са широким обимом извођења радних захтева.



Слика 18 Багер

4.2. Камион думпер

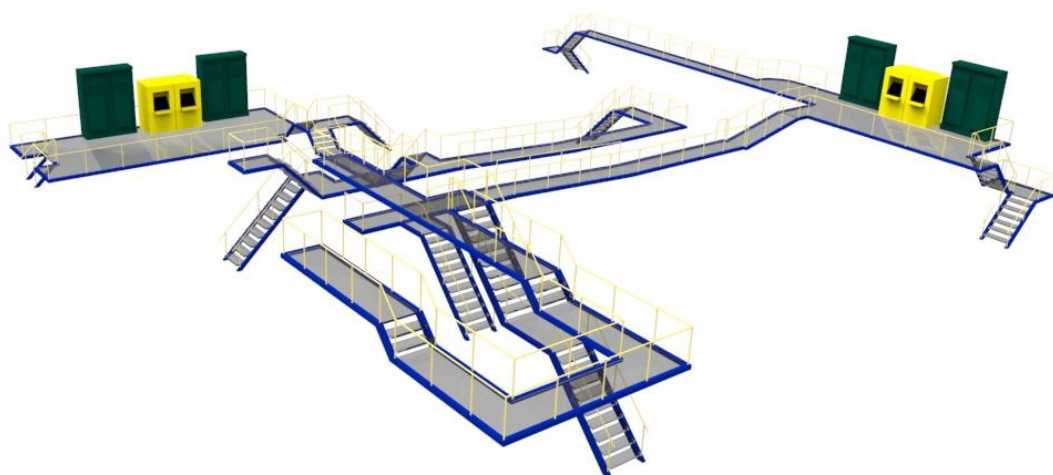
Камион думпер (слика 19) је мобилна радна машина намењена за транспорт материјала.



Слика 19 Камион думпер

5. Радна површина

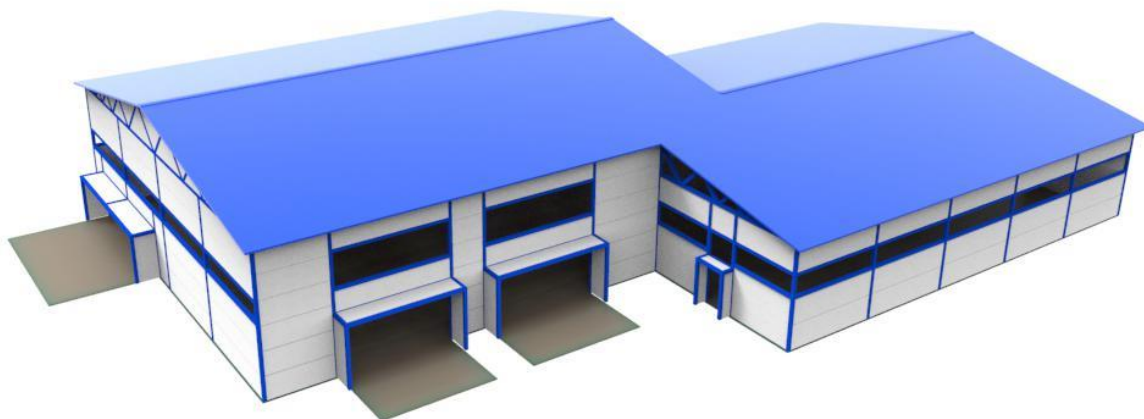
Радна површина (слика 20) омогућава приступ до радних машина, омогућава радни простор за команде машина, као и простор ормарима за инсталације.



Слика 20 Радна површина

6. Радна просторија

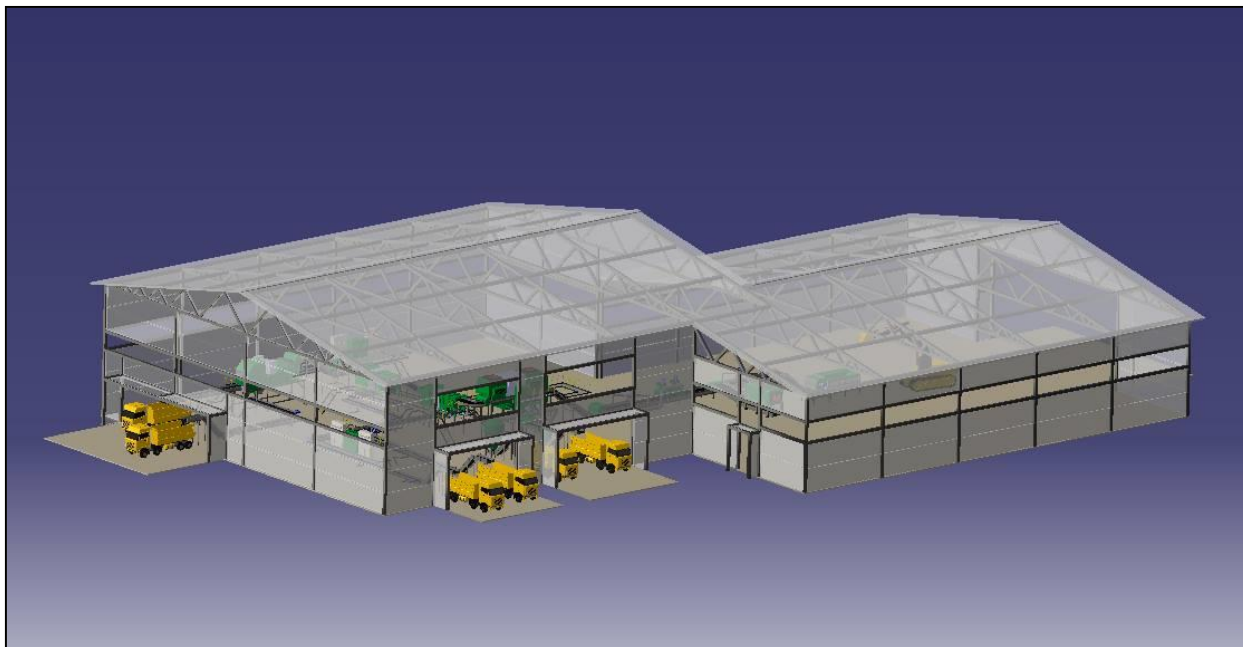
Радна просторија (слика 21) омогућава радни простор за постројење као и за складиште материјала.



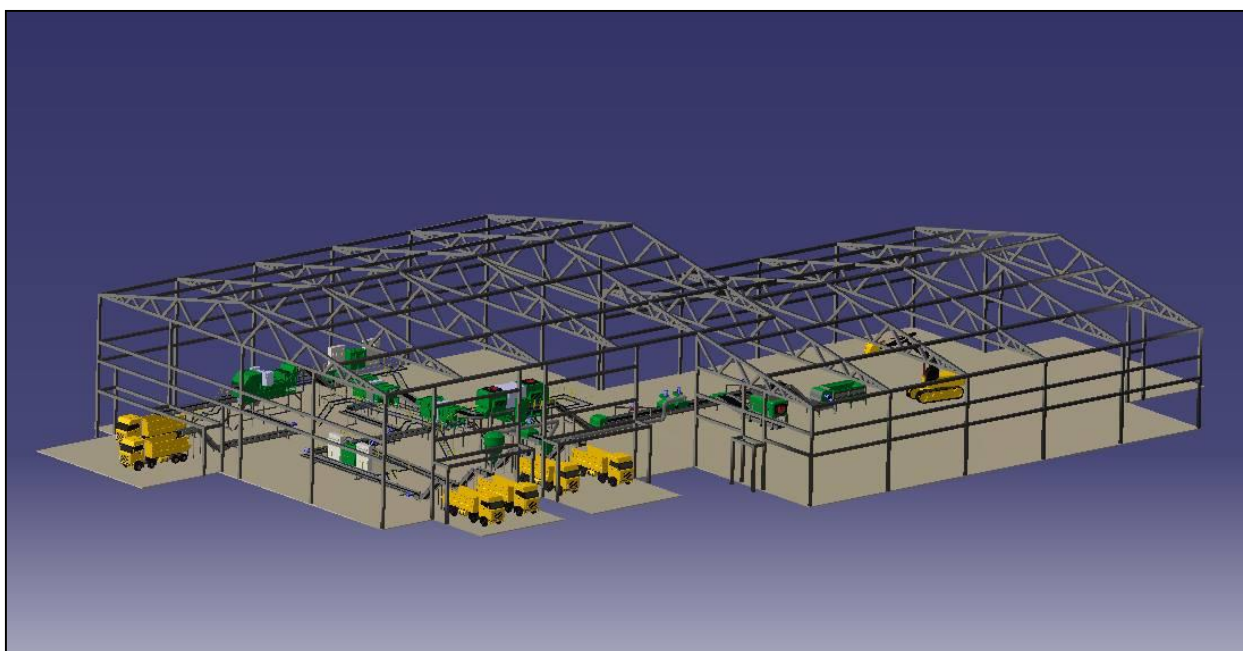
Слика 21 Радна просторија

7. Приказ погонског склопа постројења

На слици 22 (а-ж) дат је приказ погонског склопа постројења за сепарацију отпада, у различитим перспективама.



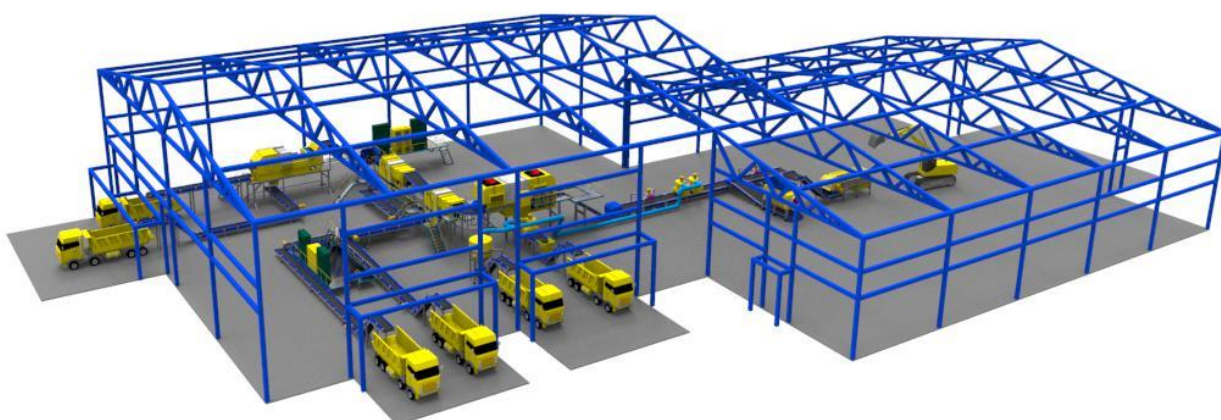
а) Модел приказан у Catia V5



б) Модел приказан у Catia V5



в) Целокупни приказ модела



г) Модел постројења са конструкцијом хале



д) Склоп постројења



ђ) Склоп постројења из птичје перспективе



е) Склоп постројења



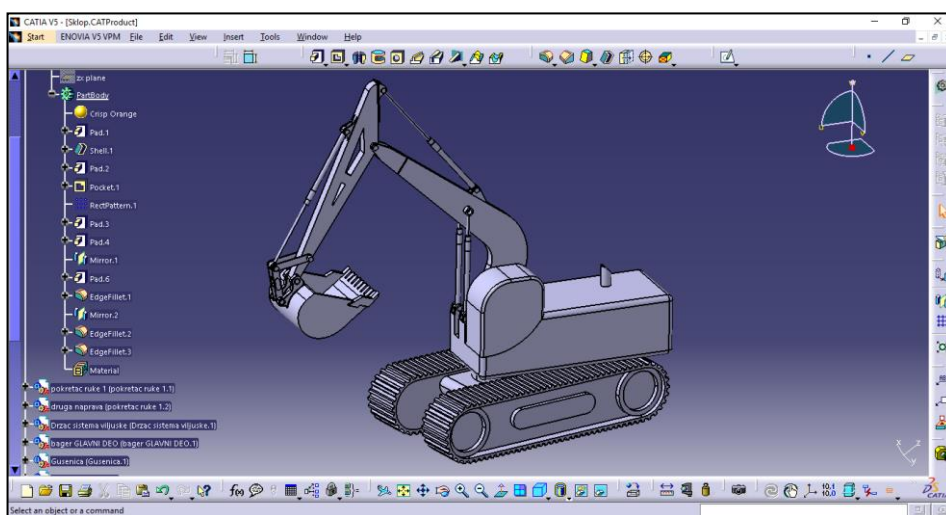
ж) Склоп постројења

Слика 22 Модел постројења за сепарацију отпада

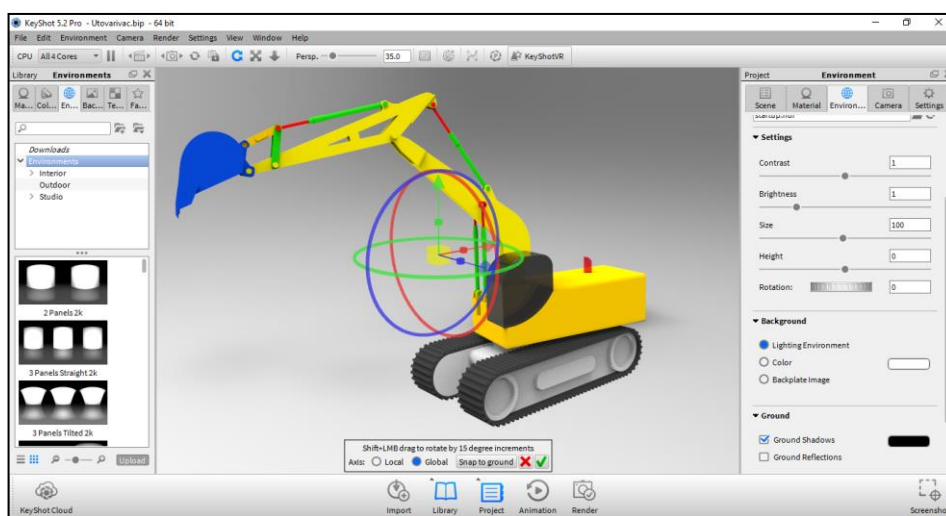
8. Програми за моделирање и уређивање модела

За моделирање постројења коришћен је програмски пакет Catia V5. Овај програм је тродимензионални рачуарски програм за рачуарско пројектовање и техничко конструисање. Изглед његовог интерфејса дат је на слици 23.

Фотореалистични приказ, односно рендеровање модела спроведено је применом програма KeyShot чији је графички интерфејс приказан на слици 24.



Слика 23 Изглед итерфејса софтвера Catia V5 r21



Слика 24 Изглед интерфејса софтвера KeyShot 5.2.

9. Закључак

У раду је представљен 3Д модел идејног решења постројења за сепарацију отпада тврдых минералних материјала. Модели машина су појединачно моделирани и представљени, а користећи се геометријским обликом и бојом наглашена је функција сваког појединачног дела у склопу. У циљу јаснијег приказа 3Д модела, шематски је представљена и објашњена функција сваког елемента модела и његове примене у постројењу, као и токови материјала у процесу сепарације. Геометријско моделирање је спроведено коришћењем софтверског алата Catia V5, а фотореалистични приказ, односно рендеровање модела, спроведено је применом програма KeyShot.

Литература

Небојша Јовичић, *Управљање чврстим отпадом: скрипта са материјалом за курс: технологије и опрема за депоновање отпада*, Машински факултет, Крагујевац, 2004

Небојша Јовичић, *Моделирање и симулација радних процеса у хидрауличким турбомашинама*: монографија, Легенда, Чачак, 2006

Sham Tickoo, Vivek Singh, Catia V5R18 за машинске инжењере, Микро књига, Београд, 2009

<http://www.buykorea.org/product-details/metal-mbt-msw-sorting-waste-to-energy-system-multi-color--3026583.html> , приступ 01. 06. 2016. год.

<http://www.steinertglobal.com/grp/en/>, приступ 01. 06. 2016. год.