

**Универзитет у Београду
Машински факултет**

Јован Д. Танасковић

**ОСНОВЕ
ЖЕЛЕЗНИЧКОГ МАШИНСТВА**

Београд, 2022.

Универзитет у Београду
Машински факултет

Др Јован Д. Танасковић, ванредни професор

ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ МАШИНСТВА

Рецензенти:

Др Војкан Лучанин, редовни професор
Др Милан Банић, ванредни професор

Издавач:

Универзитет у Београду
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ
Краљице Марије 16, 11120 Београд 35
Тел.: (011) 3370-760
Факс: (011) 3370-364
www.mas.bg.ac.rs

За издавача:

Декан, др Владимир Поповић, редовни професор

Уредник:

Др Милан Лечић, редовни професор
Председник комисије за издавачку делатност
Машинског факултета у Београду

Тираж: 100 примерака

Штампање одобрила:

Комисија за издавачку делатност
Машинског факултета у Београду

и

Декан Машинског факултета
Одлуком бр. 19/2022
од 30. 08. 2022. године

Штампа:

“Planeta-print”, 11000 Београд
www.planeta-print.rs

Београд, 2022. године

ISBN 978-86-6060-130-0

ПРЕДГОВОР И ЗАХВАЛНОСТ

Уџбеник је превасходно намењен студентима основних академских студија Машинског факултета Универзитета у Београду, који слушају изборне предмете из области железничког машинства. Аутор се потрудио да, кроз више области, представи основне карактеристике шинских возила, са освртом на фазе животног циклуса и основе вуче возова. Користећи искуство стечено у индустрији шинских возила, које је значајно са аспекта формирања профила инжењера за рад у овој области, а узимајући у обзир вишегодишње наставно искуство на факултету, уџбеник је написан једноставним инжењерским језиком, без превише детаља који би одвукли пажњу од суштине ове комплексне и изазовне области машинства. Имајући у виду сажет садржај уџбеника, исти је намењен и инжењерима који се баве овом облашћу у пракси.

Аутор овим путем изражава велику захвалност рецензентима овог уџбеника, др Војкану Лучанину, редовном професору Машинског факултета Универзитета у Београду и др Милану Банићу, ванредном професору Машинског факултета Универзитета у Нишу на корисним сугестијама. Захваљујем се студенткињи докторских студија, Александри Костић, која је помогла у припреми уџбеника. Такође се захваљујем студенткињама Драгани Панић и Јовани Ранковић на сугестијама, које су обрађену материју учиниле приступачнијом и разумљивијом студентима.

Свестан чињенице да су грешке у раду могуће и жељи да наредна издања уџбеника буду квалитетнија, све добронамерне примедбе и сугестије читаоца ове књиге су добро дошле.

У Београду, август 2022.

Аутор

САДРЖАЈ

1. ЖЕЛЕЗНИЧКИ САОБРАЋАЈ	1
2. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ	7
3. ПОДЕЛА ШИНСКИХ ВОЗИЛА	18
3.1. Подела шинских возила према условима експлоатације	18
3.2. Подела шинских возила према погону	20
3.3. Подела шинских возила према ширини колосека	22
3.4. Подела шинских возила према броју осовина	23
3.5. Подела шинских возила према начину преноса вучне силе са возила на колосек-шине	24
4. ОСНОВНЕ КОНСТРУКЦИОНЕ ЦЕЛИНЕ ШИНСКИХ ВОЗИЛА	27
4.1. Трчећи склоп	27
4.2. Колски сандук	30
4.3. Вучно-одбојни уређаји	30
4.4. Кочница	32
5. ВУЧНА ВОЗИЛА - ЛОКОМОТИВЕ	40
5.1. Парна локомотива	41
5.2. Дизел локомотиве	44
5.2.1 Дизел-механичке локомотиве	45
5.2.2.Дизел-хидрауличне локомотиве	49
5.2.3.Дизел-електрична локомотива	57
5.3. Електричне локомотиве	61
5.4. Обележавање вучних возила	69
5.5. Предности и недостаци појединих типова вучних возила	71
6. ВУЧЕНА ВОЗИЛА	72
7. ОСНОВЕ ВУЧЕ ВОЗОВА	78
7.1. Развијање вучне силе	78
7.2. Адхезија	78
7.3. Прорачун вучне силе	86
7.4. Отпори вуче	87
7.5. Вучна карактеристика	94
7.6. Карактеристика кочне силе	95

8. ПАСИВНА БЕЗБЕДНОСТ	97
9. ИНФРАСТРУКТУРА	103
9.1. Колосек	104
9.2. Шина	106
9.3. Геометрија колосека-пруге	109
9.4. Сигнализација на прузи	120
9.5. Железничка електроенергетска постројења и електрификација пруге	129
10. ЖИВОТНИ ЦИКЛУС ШИНСКИХ ВОЗИЛА	135
10.1. Маркетинг	139
10.2. Пројектовање	141
10.3. Конструисање	142
10.4. Производња	169
10.5. Техничка припрема производње	169
10.6. Сектор контроле квалитета	180
10.7. Испитивање	182
10.8. Продаја шинских возила	183
10.9. Експлоатација шинских возила	184
10.10. Одржавање	184
10.11. Касација	191
10.12. Трошкови животног циклуса шинских возила	191
11. ЛИТЕРАТУРА	194

1. ЖЕЛЕЗНИЧКИ САОБРАЋАЈ

Имајући у виду да се наше окружење састоји од земље, ваздуха и воде, исто нам пружа могућност за реализацију три вида транспорта: копненог, ваздушног и воденог. Железнички и друмски транспорт представљају две врсте копненог транспорта, које могу да функционишу независно, али се могу и надовезати једна на другу у извесним околностима и према потреби, о чему ће бити речи у даљем тексту. Сваки вид транспорта има своје добре и лоше стране, а неке од њих су следеће [1]:

Железнички транспорт - због високих трошкова израде неопходне инфраструктуре најпогоднији је за превоз великих количина расутих терета и великог броја путника на великим удаљеностима.

Друмски транспорт - захваљујући својој флексибилности рада и могућности пружања услуга од врата до врата је идеално прилагођен за превоз лаких терета и малог броја путника на кратким удаљеностима.

Ваздушни транспорт - погодан је за превоз путника или робе која мора да стигне на одредиште у врло кратком временском периоду, али захтева значајне трошкове неопходне за обезбеђивања софистициране опреме и горива.

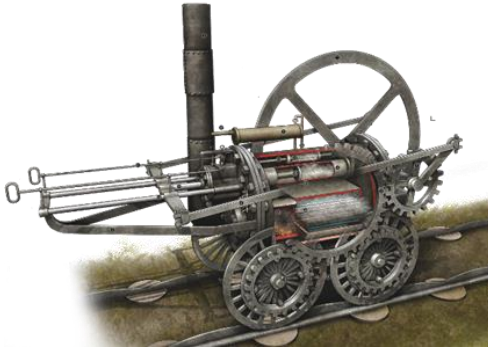
Водени транспорт - због ниских трошкова инфраструктуре и релативно малих брзина, најприкладнији је за превоз тешке и гломазне робе на великим удаљеностима, под условом да се не узима у обзир временски фактор.

Железнички саобраћај, као вид копненог транспорта, омогућава превоз робе и путника коришћењем специјално конструисаних возила (опремљених челичним точковима), која се крећу по тачно дефинисаним стазама – челичним шинама, на великим удаљеностима и уз завидан комфор који путницима прија у великој мери. Основни појмови који карактеришу железнички саобраћај, инфраструктуру и возила, су:

Стаза - представља подлогу по којој се креће шинско возило. Састоји се од челичних шина, постављених и причвршћених на прагове коришћењем причврсног прибора, слика 1.1.

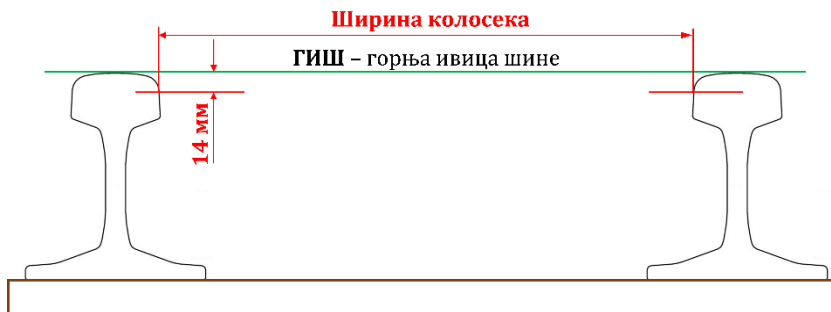
Возило – специјално конструисана возила намењена за шински саобраћај. Опремљена су точковима произведеним од челика са јасно дефинисаним профилем, слика 1.2.

сваки венац и још пола инча за зазор између венца и шина. На овај начин настала је ширина нормалног колосека од 4 стопе и 8.5 инча, што износи 1435 милиметара.



Слика 2.20 - Шина у облику „L“ профила Слика 2.21 - Шине у облику „I“ профила

Ширина колосека представља најмање растојање између унутрашњих површина глава шина, мерено 14 mm испод горње ивице шине – ГИШ, слика 2.22.



Слика 2.22 - Мерење ширине колосека

Шине какве ми данас користимо морају бити стандардизоване, тако да производња шина у Србији прати одредбе Правилника о техничким условима и одржавању горњег строја железничких пруга [6]. **Горњи строј пруге** чине следећи елементи: слободни профил, профил за комбиновани транспорт, шине, колосечни и скретнички причврсни и спојни прибор, прагови, колосечни застор, изоловани састави, елементи за пригушивање буке и вибрација, сигнали и сигналне и пружне ознаке, путни прелази у нивоу, пешачки прелази у нивоу и други елементи.

У колосеку пруга Републике Србије уграђују се шине 49E1 на регионалним и локалним пругама, најмањег квалитета челика R200 и 60E1 на обновљеним и унапређеним магистралним пругама, најмањег квалитета R260 у складу са стандардом SPRS EN 13674-1 [7], слика 2.23.

4. ОСНОВНЕ КОНСТРУКЦИОНЕ ЦЕЛИНЕ ШИНСКИХ ВОЗИЛА

Заједничке склопове, који су саставни део сваког шинског возила, називамо основним конструкционим целинама шинских возила и ту спадају:

- *Трчећи склоп,*
- *Колски сандук,*
- *Вучно-одбојни уређаји и*
- *Кочница.*

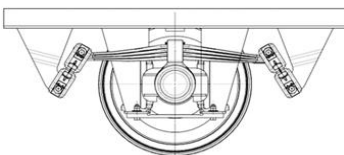
У зависности од намене шинског возила, могу постојати и друге целине за поједина возила, али се исте сврставају у додатну опрему.

4.1. Трчећи склоп

Трчећи склоп представља веома одговорну конструкциону целину, чији је задатак да: обезбеди кретање возила по колосеку, ограничи померање возила у односу на колосек у подужном, бочном и вертикалном правцу, омогући пренос сила између колског сандука и колосека и да ублажи дејство тих сила. У зависности од типа конструкције, трчећи склоп може бити:

- ✓ *Трчећи склоп без обртног постоља (са независним осовинама) и*
- ✓ *Трчећи склоп са обртним постољем.*

Трчећи склоп без обртног постоља, представља конструкцију са независним осовинама, слика 4.1. Овај тип конструкције уграђује се на двоосовинским и троосовинским вагонима и подразумева да се сваки осовински склоп појединачно повезује са колским сандуком, слика 4.2. Осовински склоп чини осовина са два напресована (чврсто налегање) точка. Овај вид трчећег склопа погодан је уколико се ради о малој носивости вагона, мањим брзинама кретања возила, уколико није пресудна мирноћа хода и у случају да нема оштрих кривина на деоницама за које се планира оваква концепција возила.



Слика 4.1 - Једноосовински трчећи склоп



Слика 4.2 - Двоосовински вагон

Трчећи склоп са обртним постољем користи се код вагона са четири или више осовина. *Обртно постоље* представља конструкцију-склоп са две или више осовина и њиховим улежиштењима, еластичним ослањањем, као и рамом који све наведено повезује у једну целину. У зависности од намене, обртно постоље може садржати и додатне елементе. Једна од предности обртних постоља, у односу на

5. ВУЧНА ВОЗИЛА - ЛОКОМОТИВЕ

Како је већ наведено, шинска возила се према погону деле на *вучна* и *вучена*. Вучна возила (локомотиве, моторна кола и сл.) су аутономна возила, опремљена системом за остваривање вучне силе, који им омогућава самостално кретање по прузи. За кретање (трчање) композиције по прузи неопходно је да у њеном саставу постоји минимум једно вучно возило. У зависности од структуре композиције, масе терета (робе) који се превози и конфигурације терена на којем је постављена пруга (градијента успона), у композицији се могу наћи једно или више вучних возила. Ово значи да се, на основу наведених параметара укључујући отпоре вуче, израчунава минимална потребна вучна сила за несметано кретање композиције од полазне до крајње тачке. Имајући у виду расположива вучна возила и њихове вучне карактеристике, пројектује се транспорт са једном или више вучних јединица. Уколико је потребно више вучних возила, како би се постигле захтеване вучне карактеристике, она се могу поставити на једном крају композиције или једно на почетку и једно на крају композиције, а може и једно у средини и једно на почетку итд. Сви наведени положаји омогућавају да вучна возила-локомотиве вуку или гурају композицију. Више вучних возила у композицији не подразумева њихов перманентан рад. То значи да једно вучно возило може да вуче композицију на правој и равној прузи, а да током савладавања успона адхезионе карактеристике једног нису довољне, па се у вучу укључују додатна вучна возила. Поред наведеног треба напоменути да је веома важно да се обезбеди управљање свих вучних возила са једног места, из једне управљачнице.

Сва вучна возила могу се поделити у три основне групе, према врсти:

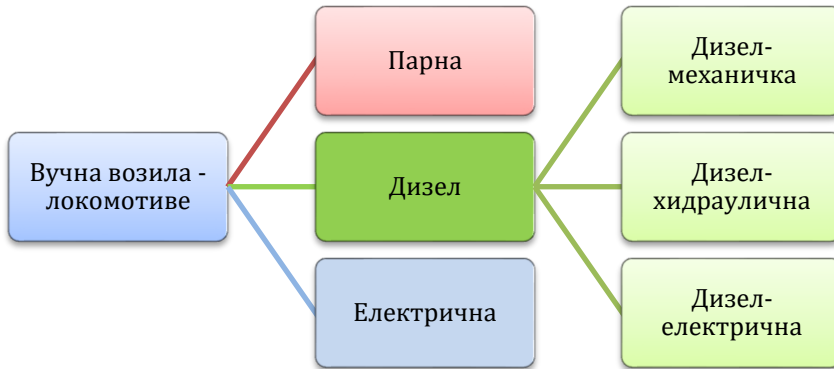
- Погонске енергије,
- Колосека и пруга и
- Службе коју обављају.

Према конструкцији, облику и врсти употребе, вучна возила се могу поделити на [11]:

- *Локомотиве* - вучна возила која се искључиво користе за вучу путничких и теретних вагона. Немају могућност смештаја путника.
- *Моторна кола* - вучна возила која поред управљачнице и простора за смештај погонских система, поседују простор за превоз путника и пртљага.
- *Моторни воз* - чине минимум двоја моторна кола између којих се налазе једно или више вучених возила – приколица, у које се могу сместити путници и пртљак. У зависности од састава-конфигурације моторни воз може бити троделни, четвороделни итд.

У овом поглављу фокус ће бити на подели и основним карактеристикама локомотива. Локомотиве се користе за вучу путничких и теретних композиција. Према врсти погонског агрегата, локомотиве се могу поделити на *парне*, *дизел* и *електричне*, слика 5.1. Основни агрегат, смештен у колском сандуку локомотиве, може да ради на принципу: претварања топлотне енергије водене паре у

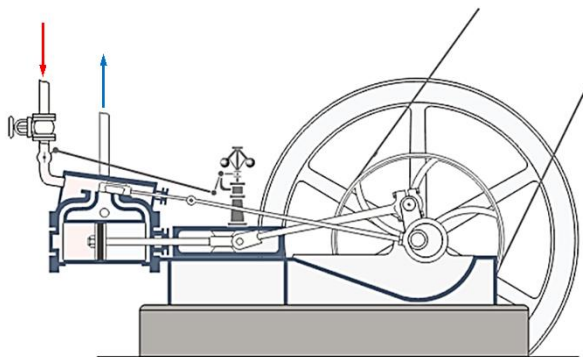
механички рад (парне локомотиве), претварања топлотне енергије сагоревања смеше ваздуха и горива, у мотору са унутрашњим сагоревањем, у механичку (дизел локомотиве) и претварања електричне у механичку енергију (електричне локомотиве).



Слика 5.1 - Подела локомотива

5.1. Парна локомотива

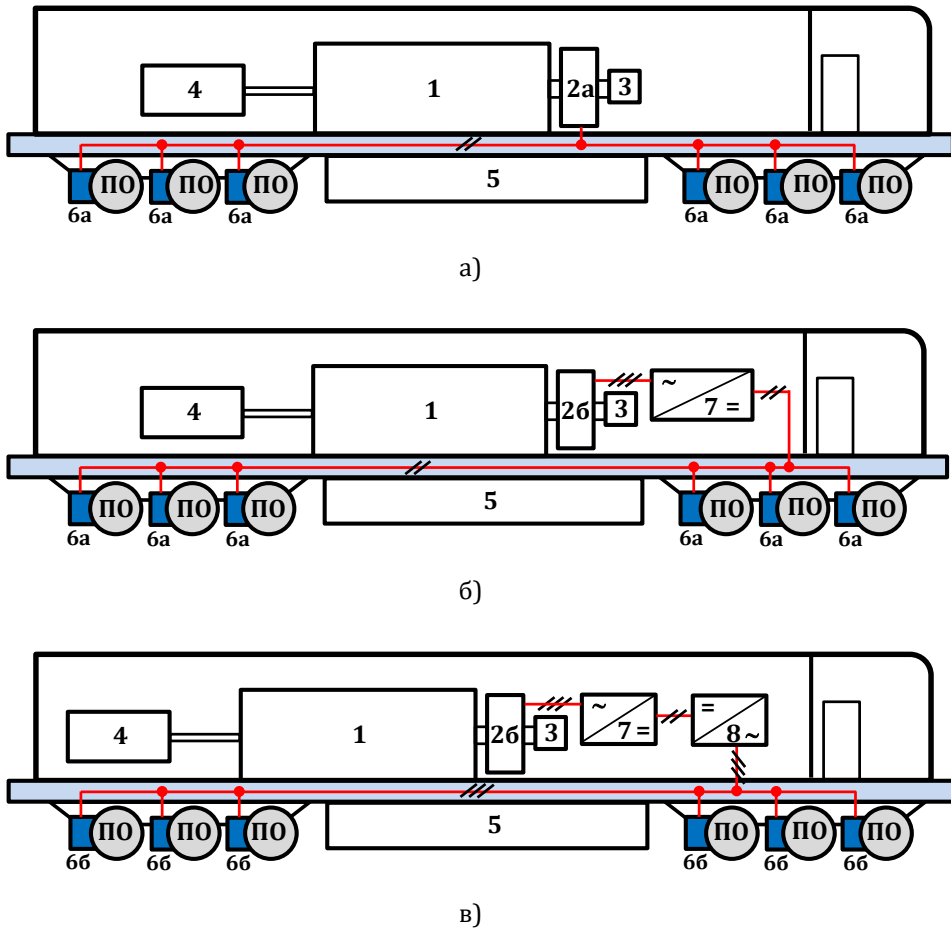
Након што је Thomas Savery започео еру парних машина својом првом парном пумпом 1698. године, преко прве праве парне машине коју је конструисао Thomas Newcomen 1711. године, уследио је први парни мотор који је 1769. године патентирао и продао James Watt, слика 5.2. Ват је направио побољшања која су парне машине учиниле ефикаснијим. Његови први мотори давали су само око шест коњских снага - не много више од првих Њукоменових мотора - али су били мањи и трошили су далеко мање угља. Интензивним радом на усавршавању машине, Ват је за мање од 20 година повећао снагу на чак 190 коњских снага, што је био велики помак у том тренутку.



Слика 5.2 - Парна машина - Џејмс Ват

5.2.3. Дизел-електрична локомотива

Дизел-електричне локомотиве су карактеристичне по начину остваривања вучне силе, у односу на претходна два типа дизел локомотива. На слици 5.19 приказани су главни склопови и опрема, за три могуће конфигурације дизел-електричне локомотиве.



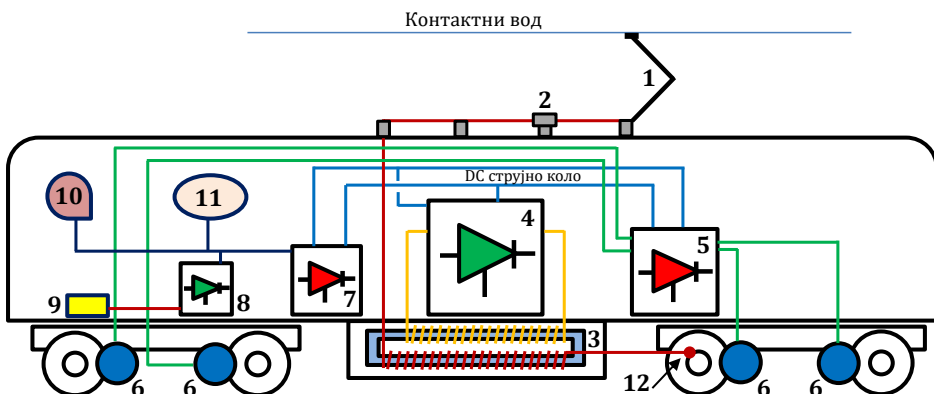
Слика 5.19 - Дизел-електрична локомотива: 1 - Дизел мотор, 2а - Главни генератор једносмерне струје, 2б - Главни генератор наизменичне струје, 3 - Помоћни генератор, 4 - Систем за хлађење и компресор, 5 - Резервоар за дизел гориво, 6а - Вучни мотори једносмерне струје, 6б - Вучни мотори наизменичне струје, 7 - Исправљач, 8 - Инвертер, ПО - Погонске осовине

За све три конфигурације заједнички је основни агрегат, тј. дизел-мотор. Механичка енергија дизел-мотора користи се за покретање генератора електричне енергије, тј. за производњу електричне енергије неопходне за напајање електро-мотора, који се налазе на осовинским склоповима-погонским осовинама.

Машине наизменичне струје могу бити асинхроне и синхроне. Расподела намотаја статора и магнетно коло ових машина су веома слични. Карактеристично за оба типа је да трофазни систем наизменичних струја пропуштених кроз намотаје статора индукује магнетно поље унутар шупљина статора. Брзина овог магнетног поља дефинисана је фреквенцијом напајања. Разлике ова два типа електричних машина је у конструкцији ротора. Намотај ротора асинхроног мотора најчешће је кавез састављен од проводних штапова уграђених у жљебове ротора. Ротор синхроног мотора може имати побудни намотај, који се напаја једносмерном струјом или уместо побудног намотаја могу се уградити стални магнети. Брзина обртања ротора и магнетног поља статора, код асинхроних машина, се разликују за износ клизања, док су брзине обртања ротора и магнетног поља статора код синхроних машина једнаке. У зависности од тога да ли се врши претварање електричне у механичку или механичке у електричну енергију, синхроне машине се деле на моторе и генераторе, при чему се чешће користе као генератори [17, 18]. Асинхрони мотор, посебно трофазни, данас се најчешће користи. Претварање електричне енергије у механичку реализује се путем трансформаторског дејства, тј. електрична енергија са статора преноси се на ротор без међусобне проводне везе, а по основу међусобне индукције. Предности асинхроних машина огледају се у нижој цени, једноставнијој конструкцији, високој поузданости, једноставном одржавању итд. Основни недостаци везани су за покретање и могућност регулације брзине обртања у широком опсегу, што се данас успешно решава напредним системима управљања који су раније објашњени.

5.3. Електричне локомотиве

Електричне локомотиве карактеришу конструкција и опрема приказани на слици 5.22. За разлику од претходног типа локомотиве (дизел-електричне), електрична локомотива користи струју из напојног-контактног вода за напајање погонских и помоћних система.



Слика 5.22 - Електрична локомотива: 1 - пантограф, 2 - прекидач, 3 - трансформатор, 4 - главни исправљач, 5 - главни претварач, 6 - АС трофазни мотори, 7 - помоћни претварач, 8 - помоћни исправљач, 9 - батерија, 10 - компресор, 11 - вентилатори расхладног система локомотиве, 12 - четкице на рукавцу осовине

6. ВУЧЕНА ВОЗИЛА

Када је реч о вученим возилима, очигледно је да се иста крећу по прузи посредством неког вучног возила (локомотиве), за које су закачењена. Више вучених возила, међусобно повезаних посредством вучно-одбојних уређаја, са минимум једним вучним возилом (локомотивом) на челу, назива се композиција. Вучена возила немају сопствени погон, тј. крећу се по прузи коришћењем слободних осовина, које могу бити независно повезане са доњим постољем вагона (трчећи склоп без обртног постоља) или могу бити смештени у засебан склоп - обртно постоље (трчећи склоп са обртним постољем). Било да је реч о конструкцији са или без обртног постоља, осовине морају бити улежиштене и огибљене, вођене у подужном и попречном правцу (уз поседовање граничника хода, бочног пошетаја итд.) и свака осовина мора бити опремљена кочицом. Кочионим системом вучених возила управља се из вучног возила, што значи да иста поред механичке везе са вучним возилом (ради преноса уздужних сила) морају бити повезана на електро и пнеуматски или хидраулични вод (изузев неких теретних композиција које немају потребу за електро напајањем система вучених возила). Ова веза може бити остварена ручним или, ако је реч о централном аутоматском квачилу (ЦАК), аутоматским повезивањем електро-пнеуматских водова и механичке везе.

Вучена возила се, према намени, могу поделити на:

- Путничке и
- Теретне вагоне.

Путнички вагони су шинска возила која се искључиво користе за превоз путника, пртљага и поште. У путничке вагоне спадају: вагони са седиштима, вагони са лежајима (креветима), вагони за спавање (тзв. спаваћа кола), вагони за ручавање (вагон ресторан), вагони са бифеом, вагони за превоз поште (поштански вагон), салон вагон, вагон за пртљак путника итд.

Вагони са седиштима могу бити са и без одељака (тзв. купеа), слика 6.1. У зависности од комфора који пружају путницима, могу се поделити на вагоне 1., 2. и 1. и 2. мешовитог разреда (класе).



а)



б)

Слика 6.1 - Путнички вагон: а) са одељцима, б) без одељака - отвореног типа

7. ОСНОВЕ ВУЧЕ ВОЗОВА

7.1. Развијање вучне силе

Вучна сила „ F_v ” је сила коју развија вучно возило и која се преноси на шине ради савладавања отпора вуче. Негативна вучна сила назива се сила кочења „ F_k ”.

$$F_k = - F_v$$

Кретање шинских возила по шинама могуће је реализовати остваривањем вучне силе на један од следећих начина:

- Коришћењем жичног ужета - жичара;
- Коришћењем зупчаника - зупчаста летва;
- Коришћењем магнетног поља - „лебдење” - неконвенционалне железнице
- Котрљањем точка по шини „адхезија” - конвенционална железница.

Коришћење жичног ужета за остваривање вучне силе не спада директно у област железнице, јер се погонски агрегат налази ван шинског возила. Употребом зупчаника смештеног на вучном возилу, обртни момент се преноси са погонског агрегата, преко преносника снаге на зупчаник, који је упарен са зупчастом летвом уграђеној између шина. Овај начин преноса вучне силе може се видети на ролеркостерима и неким деоницама железничког саобраћаја, где је у савладавању успона потребна помоћ овог типа, због губитка адхезије. Принцип лебдења омогућава кретање шинског возила посредством линеарног електромагнетног поља (производи се у линијском електромотору-развијени мотор наизменичне струје који ствара линијско магнетно поље), тако да нема контакта између возила и шине.

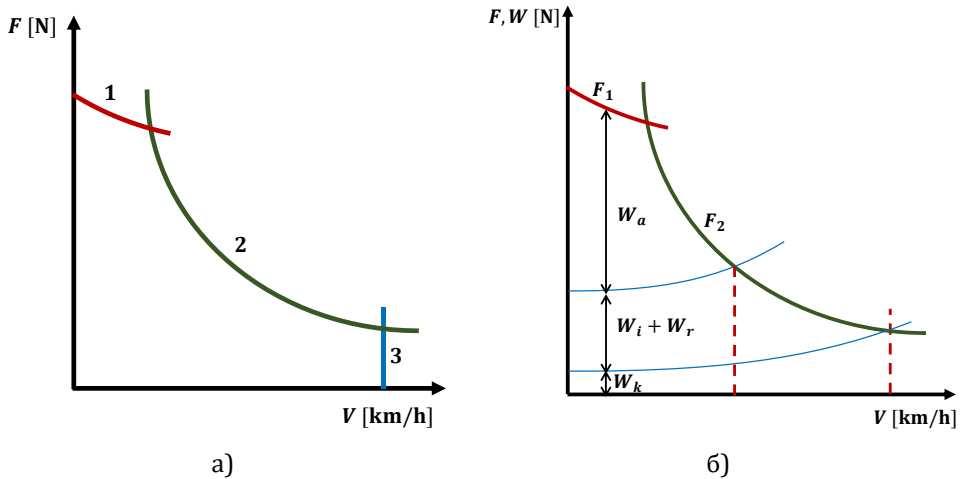
Основни принцип остваривања вучне силе у железници је однос точак-шина, односно котрљање челичног точка по челичној шини. У овом случају се вучна сила преноси са погонског агрегата, преко преносника снаге, на точак и шину, чиме се остварује потребна вучна сила за погон вучног возила и вагона.

7.2. Адхезија

Адхезија представља појаву одупирања точка о шину током вуче и кочења, па самим тим чини основу кретања воза. Карактерише је коефицијент адхезије „ μ_a ”, који представља искористив део коефицијента трења између точка и шине. У овом односу јавља се мешовито трење, и то: трење крутих тела једним делом, а другим делом трење течности на додирним површинама точка и шине, настале због присуства влаге, затим уља и осталих нечистоћа на пруги [11,12,14, 25].

Додир точак-шина требало би теоретски да се оствари по равној линији, али због тежине локомотиве долази до деформација материјала точка и шине, па се контакт остварује по површини у облику елипсе, слика 7.1.

Већина вучних возила, а посебно дизел-електрична возила, најчешће раде по карактеристици константне снаге, па се регулација вуче усмерава на што боље прилагођавање овој карактеристици. Комплетна карактеристика вучне силе састоји се из три дела, приказана на слици 7.13а: 1 – карактеристика границе адхезије, 2 – карактеристика константне снаге и 3 – максимално могућа брзина вожње.



Слика 7.13 – Карактеристика вучне силе

Крива границе адхезије (крива 1) се добија тако што се за сваку брзину вожње V_1, V_2, \dots, V_n нацрта дијаграм $F_V = f(\Delta V)$ (приказан на слици 7.3). На тај начин се добија низ кривих линија, чија максимална вредност опада са повећањем брзине. Повезивањем граничних (максималних) вредности појединих кривих линија добија се крива 1. Други сегмент карактеристике представља карактеристика константе снаге. Трећи сегмент се односи на максималну брзину вожње и дефинише се у односу на вучне моторе и максималне вредности напона које могу поднети трајно. Додавањем сталних и повремених отпора вуче на претходни дијаграм, добија се карактеристика вучне силе представљена на слици 7.13б.

7.6. Карактеристика кочне силе

Кочење воза подразумева поништавање кинетичке енергије воза, коришћењем различитих кочионих система-кочница. Имајући у виду масу композиције и брзину кретања, треба напоменути да се ради о великој количини кинетичке енергије, па је потребна и велика вредност кочне силе.

Постоје различите врсте кочница: механичка (ради на принципу ваздуха под притиском), ручна кочница (користи се за утврђивање возила у месту), електрична кочница (користи вучне моторе у генераторском режиму), хидраулична кочница (код нерастављивих композиција) и електромагнетна. Кочница је један од најодговорнијих склопова на шинским возилима и од њене поузданости директно зависи безбедност вожње.

8. ПАСИВНА БЕЗБЕДНОСТ

Убрзани техничко-технолошки развој железничких возила и система, у последњих пар деценија, омогућио је да се конвенционална шинска возила (точак-шина) крећу великим брзинама (преко 300 km/h у комерцијалној употреби, а до 600 km/h током тестирања). Велике брзине кретања омогућавају путницима и роби да се у веома кратком временском интервалу превезу на жељено одредиште, али захтевају посебне мере заштите усмерене првенствено на путнике, робу и сама шинска возила. Брзи возови, поред возила која су конструисана за кретање великим брзинама, захтевају и посебну инфраструктуру која може да подржи овај вид саобраћаја, са високим нивоом поузданости, комфора и безбедности. Поред чињенице да железнички саобраћај спада у један од најбезбеднијих видова саобраћаја, немогуће је искључити појаву ванредних догађаја тј. судара, који са собом носе велики број људских жртава и поприличне материјалне штете, слика 8.1. Треба напоменути да нису занемарљиви ни судари, који се дешавају током ранжирања вагона у станицама, односно током формирања композиције (одбацивање вагона локомотивом маневарком), који могу да нанесу мање или веће материјалне штете, због којих се возило искључује из саобраћаја ради поправке.



Слика 8.1 – Последице судара

Земље са високо развијеним железничким саобраћајем константно раде на усавршавању система заштите шинских возила и инфраструктуре. Разматрајући ову област, системи заштите шинских возила могу се поделити на два основна вида:

1. **Активна заштита** – улога јој је да **предупреди** појаву судара путем кочионих, сигнално сигурносних, информационих и дијагностичких система на возилима.
2. **Пасивна заштита** - улога јој је да **смањи последице** судара односно да их сведе на најмању могућу меру.

Елементи пасивне безбедности шинских возила део су нове концепције градње и у новоградњи су обавезујући према стандарду EN15227 [26], што значи да су саставни део конструкције возила. Кретање шинских возила је дефинисано и ограничено колосеком, па су судари увек чеони, било да се ради о судару два

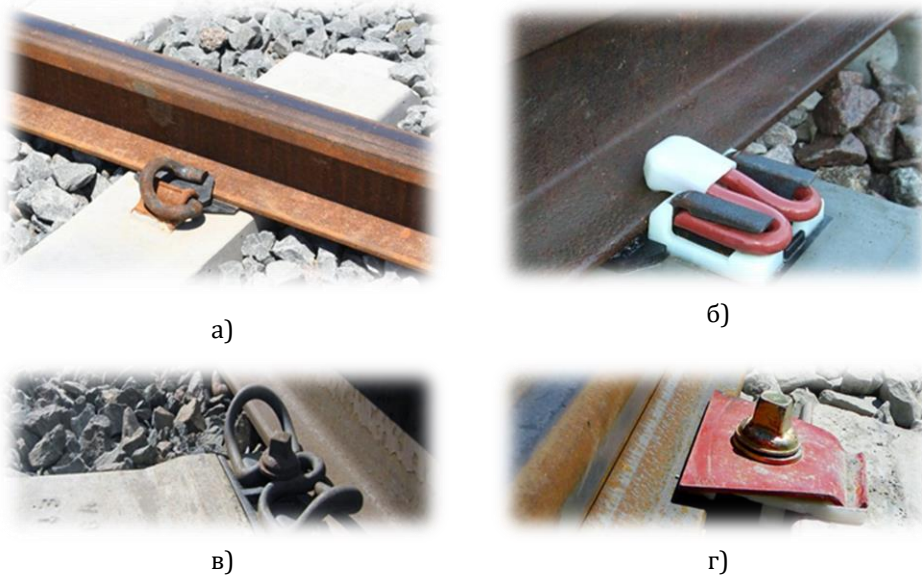
9. ИНФРАСТРУКТУРА

Железничка инфраструктура има задатак да омогући несметано и безбедно кретање шинских возила, која превозе путнике и робу до крајњег одредишта. Од железничке инфраструктуре се захтева: што краће време путовања, минимални утицај на окружење, довољан капацитет и прихватљиви/конкурентни трошкови транспорта. Железница свакако важи за један од најјефтинијих видова саобраћаја, што је чини конкурентном у односу на друге видове транспорта, првенствено када је реч о теретном саобраћају, док се путнички саобраћај у већини земаља одвија на граници рентабилности. Треба напоменути да је водећу позицију у транспорту могуће одржати само под условом да возови користе савремену инфраструктуру и да се крећу великим брзинама. То значи да квалитет шинског саобраћаја, поред савремених шинских возила, у великој мери зависи од квалитета инфраструктуре, развијености мреже и начина одржавања исте.

Елементи железничке инфраструктуре су [8]:

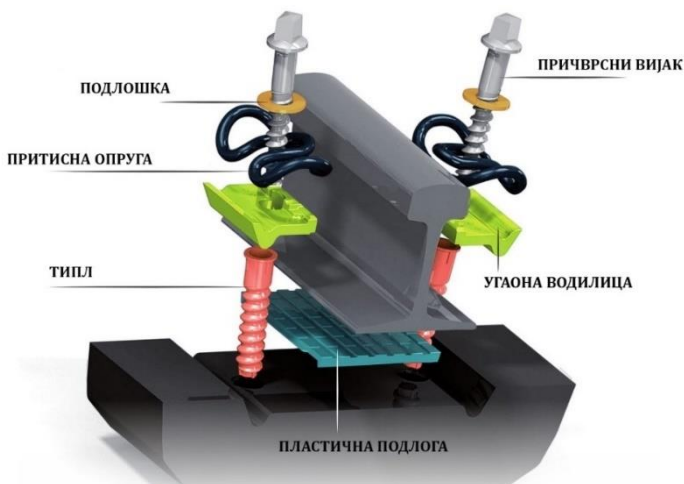
- Пружни појас;
- Колосек и подлога колосека, платформе за путнике и робу, ивичне стазе и пешачке стазе, преградни зидови, противпожарни појасеви, апарати за загревање скретница, прелази, застори за заштиту од снега и друго;
- Грађевински објекти: мостови, надвожњаци, тунели, подвожњаци, потпорни зидови, структуре за заштиту од лавина и одрона и друго.
- Путни прелази, укључујући средства за осигурање путних прелаза;
- Горњи строј, а нарочито: шине, заштита шина, прагови и подужне везе, колосечни причврсни и спојни прибор, застор (баласт) укључујући туцаник и песак, скретнице, прелази и друго;
- Прилази за путнике и робу;
- Безбедносне, сигналне и телекомуникационе инсталације на отвореним пругама, у станицама и ранжирним станицама, укључујући постројења за стварање, трансформисање и дистрибуцију електричне енергије за сигнализацију и телекомуникације, зграде за такве инсталације или постројења, колосечне кочнице;
- Инсталације осветљења за потребе саобраћаја и безбедности;
- Постројења за трансформацију и пренос електричне енергије неопходне за вучу возова: двофазни далеководи 110 kV, подстанице, напојни каблови између подстаница и контактних водова, контактна мрежа и носачи, трећа шина са носачима;
- Зграде које су у функцији управљања железничком инфраструктуром, укључујући део опреме за обрачун и наплату превозних цена.

Причвршћивање шина за прагове врши се помоћу *причврсног прибора*. Основни елементи овог склопа су: специјална спојница и завртњеви. Постоје различити типови причврсног прибора, па њихов избор зависи од: *осовинског оптерећења, интензитета саобраћаја, типа колосека и врсте прагова*, слика 9.6.



Слика 9.6 - Причврсни прибор: а) „Pandrol“, б) „Pandrol Fastclip“, в) „Vossloh“ и г) „Nabla“

Елементи причврсног прибора, намењеног за повезивање шина са бетонским праговима, приказани су на слици 9.7.



Слика 9.7 - Причврсни прибор – бетонски праг

10. ЖИВОТНИ ЦИКЛУС ШИНСКИХ ВОЗИЛА

Животни циклус неког техничког система подразумева спој активности, које почињу идејом, а завршавају се отписом система из употребе. Као што људи имају свој животни циклус, који почиње зачећем и прати сазревање до старења, тако можемо посматрати и животни циклус било код другог система. У даљем тексту, животни циклус прати фазе у животном веку шинских возила, који се може поделити у три основне фазе: развој, производњу и експлоатацију, слика 10.1.



Слика 10.1 – Фазе животног циклуса шинских возила

У циљу што бољег разумевања концепта свих фаза животног циклуса, неопходно је најпре дефинисати поузданост и ефективност система.

Поузданост система

Поузданост, као једна од најважнијих особина система, је способност објекта (компоненте, уређаја или система) да успешно обавља задату му функцију, под одређеним условима у датом временском интервалу, без појаве отказа.

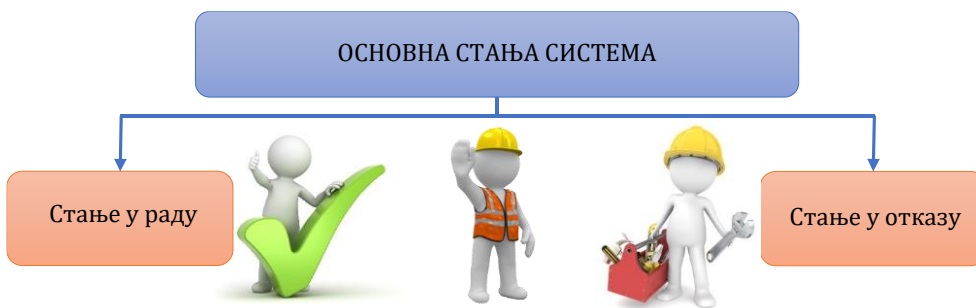
Поузданост можемо дефинисати и као вероватноћу на одређеном нивоу поверења, да ће систем успешно, без отказа, обавити функцију за коју је намењен, унутар дефинисаних граница перформанси, у току дефинисаног времена трајања задатка, када се користи на прописани начин и у сврху за коју је намењен, под специфичним нивоима оптерећења, узимајући у обзир претходно време коришћења система.

Важност поузданости одређује произвођач, тамо где је она потребна и где има значајан утицај на освајање тржишта. Треба нагласити да повећање нивоа поузданости система директно утиче на повећање трошкова производње и финалну цену тог система.



Слика 10.50 – Подела поступака и активности одржавања

Након пуштања у рад систем може у било ком тренутку времена да буде у једном од два стања, слика 10.51.



Слика 10.51 – Основна стања система

Стање у раду означава да је систем исправан и да може да изврши постављен задатак, на прописан начин и у прописано време. Стање у отказу означава да систем не извршава задатак на прописан начин, односно да је дошло до квара на систему који је изазвао престанак способности система. Отказ или квар може бити потпун или делимичан. Потпун отказ система настаје уколико је у систему отказао елемент од виталног значаја, па је отказ елемента проузроковао и отказ

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

629.4(075.8)
625.143(075.8)

ТАНАСКОВИЋ, Јован, 1974-

Основе железничког машинства / Јован
Танасковић. - Београд : Универзитет, Машински
факултет, 2022 (Београд : Planeta-print). - 196 стр. :
илустр. ; 24 cm

Тираж 100. - Напомене и библиографске
референце уз текст. - Библиографија: стр. 194-196.

ISBN 978-86-6060-130-0

а) Железничка возила б) Железничке шине

COBISS.SR-ID 73470217