



Транспорт расутих материјала на површинским коповима
.....
ДИСКОНТИНУАЛНИ ТРАНСПОРТ

Владимир МАЛБАШИЋ, Лазар СТОЈАНОВИЋ, Жарко КОВАЧЕВИЋ

Универзитет у Бањој Луци
Рударски факултет Приједор

В. Малбашић, Л. Стојановић, Ж. Ковачевић

**ТРАНСПОРТ РАСУТИХ МАТЕРИЈАЛА
НА ПОВРШИНСКИМ КОПОВИМА
ДИСКОНТИНУАЛНИ ТРАНСПОРТ**

Приједор, 2019. године

ТРАНСПОРТ РАСУТИХ МАТЕРИЈАЛА НА ПОВРШИНСКИМ КОПОВИМА ДИСКОНТИНУАЛНИ ТРАНСПОРТ

Аутори:

Проф. др Владимир Малбашић, Рударски факултет Приједор

Проф. др Лазар Стојановић, Рударски факултет Приједор

Мр Жарко Ковачевић, Рударски факултет Приједор

Рецензенти:

Проф. др Божо Колоња, Рударско-геолошки факултет у Београду

Доц. др Дејан Стевановић, Рударско-геолошки факултет у Београду

Издавач:

Универзитет у Бањој Луци, Рударски факултет Приједор

Штампа:

СЗР Графички атеље "Графит" – Приједор

Тираж:

50 примјерака

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бања Лука

622.271.4(075.8)

МАЛБАШИЋ, Владимир, 1966-

Транспорт расутих материјала на површинским коповима :
дисконтинуални транспорт / В. Малбашић, Л. Стојановић, Ж.
Ковачевић. - Приједор : Универзитет у Бањој Луци, Рударски факултет,
2019 (Приједор : Графит). - 421 стр. : илустр. ; 30 cm

Тираж 50. - Прилози. - Библиографија: стр. 355-356.

ISBN 978-99976-781-2-6

1. Стојановић, Лазар, 1957- [аутор]

2. Ковачевић, Жарко, 1984- [аутор]

COBISS.RS-ID 8187416

Одлуком Наставно-научног вијећа Рударског факултета у Приједору
Универзитета у Бањој Луци број: 21/3.229/19, од 10.06.2019. године рукопис је
одобрен за штампање као универзитетски уџбеник.

Предговор	- 5 -
1. КОНСТРУКЦИОНЕ И ТЕХНИЧКО - ЕКСПЛОАТАЦИОНЕ КАРАКТЕ-РИСТИКЕ КАМИОНА.....	- 7 -
1.1. Услови примјене, предности и недостаци камионског транспорта.....	- 7 -
1.2. Врсте камиона и специфичности њихове примјене.....	- 8 -
1.2.1. Врсте транспортних средстава.....	- 8 -
1.2.2. Конструкције камиона и утицај на дизајн путева.....	- 9 -
1.2.3. Типови дампера.....	- 10 -
1.2.4. Тегљачи с полуприколицама и приколицама.....	- 12 -
1.2.5. Возила на комбиновани погон.....	- 13 -
1.3. Конструкционе и техничко-експлоатационе карактеристике возила.....	- 16 -
1.3.1. Конструкционе карактеристике.....	- 16 -
1.3.2. Техничко-експлоатационе особине.....	- 18 -
1.4. Избор и коришћење одговарајућих података о камиону у смјерницама за пројектовање путева.....	- 18 -
2. КРАТАК ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ДИЈЕЛОВА КАМИОНА.....	- 21 -
2.1. Погонски механизам.....	- 21 -
2.1.1. Основно о моторима СУС.....	- 21 -
2.1.2. Подјела СУС мотора.....	- 22 -
2.1.3. Карактеристике рада мотора.....	- 23 -
2.1.4. Конструкција мотора.....	- 24 -
2.1.5. Трансмисија (преносници снаге) и њени дијелови.....	- 25 -
2.1.6. Уређаји за управљање.....	- 28 -
2.1.7. Кочиони системи.....	- 29 -
2.2. Ходни дио камиона.....	- 31 -
2.2.1. Точкови са пнеуматичима.....	- 31 -
2.2.2. Носећи рам/конструкција.....	- 36 -
2.2.3. Система вјешања.....	- 37 -
2.3. Сандук камиона-радни орган.....	- 38 -
2.4. Остали конструктивни дијелови камиона.....	- 40 -
2.5. Одржавање и оправке возила.....	- 41 -
3. ПОКАЗАТЕЉИ ТРАНСПОРТА КАМИОНИМА.....	- 44 -
3.1. Основни и допунски показатељи транспорта.....	- 44 -
3.2. Економски показатељи рада камиона.....	- 45 -
4. ПУТЕВИ НА ПОВРШИНСКИМ КОПОВИМА.....	- 51 -
4.1. Специфичности рудничких путева.....	- 51 -
4.2. Класификација путева и критеријуми за њихово пројектовање.....	- 53 -
4.3. Пројектовање и извођење рудничких путева.....	- 55 -
4.3.1. Изглед и пружање трасе пута и у хоризонталној и вертикалној равни, у циљу сигурности и ефикасности рада.....	- 59 -
4.3.2. Дужина пута заустављања и пута видљивости.....	- 61 -
4.3.3. Нагиб/пад пута.....	- 66 -
4.3.4. Вертикалне кривине.....	- 69 -
4.3.5. Ширина пута.....	- 70 -
4.3.6. Дефинисање хоризонталних кривина/серпентина.....	- 73 -
4.3.7. Попречни нагиб пута.....	- 78 -
4.3.8. Пројектовање раскрсница и укључења.....	- 81 -
4.3.9. Димензионисање берми.....	- 82 -
4.3.10. Дефинисање димензија дренажних система.....	- 84 -
4.3.11. Димензионисање издизања и проширења пута у кривинама.....	- 85 -
4.3.12. Конструкциони дизајн.....	- 87 -
4.3.13. Функционални дизајн.....	- 94 -
4.4. Одржавање и оправке путева и потребна механизација.....	- 97 -
4.4.1. Изградња путева.....	- 101 -
4.4.2. Одржавање и поправка путева.....	- 102 -
4.4.3. Безбједност и објекти на рудничким путевима.....	- 107 -
4.4.4. Мјере сигурности при технолошким операцијама возила.....	- 115 -

4.5. Врсте транспортних траса, шеме кретања камиона и димензионисање ширина радних површина.....	117 -
4.5.1. Транспортне шеме кретања дампера на површинским коповима	117 -
4.5.2. Димензионисање ширина радне површине	120 -
5. ТЕОРИЈА КРЕТАЊА И ВУЧЕ КАМИОНА - УСЛОВИ КРЕТАЊА, ПРОРАЧУНИ ОТПОРА КРЕТАЊУ, ДЕЈСТВУЈУЋИХ СИЛА И КОЧЕЊА	123 -
5.1. Услови вуче и кретања возила у површинском копу	123 -
5.1.1. Једначина кретања камиона	123 -
5.1.2. Вучне силе и снага мотора возила	124 -
5.2. Силе отпора кретању возила и њихов прорачун	127 -
5.2.1. Укупни отпори кретању камиона.....	127 -
5.2.2. Котрљање точка.....	130 -
5.2.3. Коефицијенти отпора клизању точкава	131 -
5.2.4. Коефицијент отпора котрљању.....	133 -
5.3. Кочење камиона и прорачун дужине пута кочења.....	134 -
6. ПРОРАЧУН КОД КАМИОНСКОГ ТРАНСПОРТА.....	137 -
6.1. Дефинисање транспортне трасе.....	137 -
6.2. Избор модела камиона и багера.....	138 -
6.3. Брзине вожње и њихов прорачун.....	139 -
6.3.1. Врсте брзина и утицајни фактори	139 -
6.3.2. Прорачун техничких и сигурних брзина вожње.....	140 -
6.3.3. Прорачун средње техничке брзине кретања возила коришћењем дијаграма	143 -
6.3.4. Прорачун средње брзине вожње	146 -
6.4. Прорачун трајања циклуса вожње.....	147 -
6.5. Пропусна способност и капацитет путева	150 -
6.6. Прорачун капацитета камиона.....	151 -
6.7. Режим рада и временска искоришћења	153 -
6.8. Оријентациони прорачун броја камиона	155 -
6.9. Рационално попуњавање возног парка и утицај типизације на капацитет система.....	156 -
7. ЗНАЧАЈ СТЕПЕНА УСАГЛАШЕНОСТИ КАПАЦИТЕТА УТОВАРНО-ТРАНСПОРТНЕ ОПРЕМЕ	159 -
7.1. Утицајни фактори на избор система багер- камион.....	159 -
7.2. Избор рационалног модела дампера у зависности од запремине кашике багера.....	163 -
7.3. Прорачун капацитета багера и камиона	165 -
7.4. Прорачун броја камиона потребних за одређени капацитет производње и опслуживање багера. -	167 -
7.5. Степен усклађености капацитета багера и камиона.....	168 -
8. МОДЕЛИРАЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈА УТОВАРНО-ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМА.....	172 -
8.1. Основна дефиниција и класификација модела	172 -
8.1.1. Предности и недостаци симулационог моделирања	175 -
8.1.2. Симулациони модели у рударству	176 -
8.2. Моделовање појединих питања и рјешења у рударству	177 -
8.3. Математичко моделовање при избору опреме.....	181 -
8.4. Дискретни симулациони модели при управљању транспортом	183 -
8.4.1. Моделовање диспечинга-додјеливање задатака опреми	186 -
8.5. Будући правци истраживања и развоја модела у рударству	188 -
9. УПРАВЉАЊЕ КАМИОНСКИМ ТРАНСПОРТОМ.....	190 -
9.1. Управљање БК системом	190 -
9.2. Анализа функционалности система за праћење производних процеса на површинским коповима	192 -
9.3. Архитектура надзорно-управљачког система – НУС-а	194 -
9.4. Конфигурација система даљинског управљања система НУС-а.....	196 -
9.5. Примјери рачунарских програм појединих произвођача опреме у циљу аутоматизације управљања и контроле рада камиона	197 -
10. ЕКОЛОШКА ЗАШТИТА И МЈЕРЕ СИГУРНОСТИ.....	201 -
10.1. Штетне посљедице употребе камионског транспорта	201 -
10.2. Анализа штетних утицаја на животну и радну средину	204 -

10.2.1. Емисија штетних гасова	204 -
10.2.2. Прашина.....	205 -
10.2.3. Бука и вибрација.....	205 -
10.2.4. Приказ неких рачунарских програма за моделирање и процјену штетних утицаја на животну средину	206 -
10.2.5. Питања здравља и сигурности – поређење транспортери : камион	208 -
10.2.6. Социјални утицаји - поређење транспортери : камион	208 -
10.2.7. Затварање и рекултивација - поређење транспортери : камион.....	208 -
11. УСЛОВИ ПРИМЈЕНЕ, ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАЦИ ЖЕЉЕЗНИЧКОГ ТРАНСПОРТА	209 -
11.1. Транспортне шеме и пружни објекти	215 -
12. КОНСТРУКЦИОНИ ДИЈЕЛОВИ ЖЕЉЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ.....	222 -
12.1. Доњи строј пруге.....	228 -
12.2. Горњи строј пруге	232 -
12.2.1. Застор.....	233 -
12.2.2. Прагови.....	235 -
12.2.3. Шине.....	238 -
12.2.4. Шински прибор.....	242 -
12.2.5. Скретнице	246 -
12.2.6. Укрснице.....	249 -
12.2.7. Дилатационе справе.....	251 -
12.2.8 . Изоловани састави.....	251 -
13. ПРОРАЧУН КОНСТРУКЦИОНИХ ЕЛЕМЕНАТА КОЛОСЈЕКА	253 -
13.1. Шина.....	253 -
13.2. Полупречник кружне кривине	256 -
13.3. Проширење колосјека у кривини.....	257 -
13.4. Надвишење спољне шине у кривини.....	259 -
13.5. Пружни радови и машине	263 -
13.5.1. Уређаји и машине за израду и контролу колосјека	263 -
13.5.2. Механизовано одржавање горњег строја пруга.....	264 -
13. 5.3. Помјерање колосјека	265 -
13. 6. Пружне ознаке	270 -
14. ВАГОНИ	272 -
14.1 Технички параметри вагона.....	274 -
14.2. Типови вагона за руднички транспорт	276 -
14.3. Основни дијелови вагона	280 -
15. ЛОКОМОТИВЕ И ЖЕЉЕЗНИЧКА ВУЧНА ВОЗИЛА.....	286 -
15.1. Жељезничка вучна возила у рудничком транспорту.....	288 -
15.2. Основни типови електричних вучних возила.....	289 -
15.2.1. Електричне локомотиве.....	290 -
15.2.2. Основни дијелови електровучних возила	292 -
15.2.3. Вучни агрегати	296 -
15.3. Дизел локомотиве.....	297 -
15.4. Дилема-дизел или електро локомотива	300 -
16. СИСТЕМИ ЗА ЕЛЕКТРИЧНУ ВУЧУ ТРАНСПОРТА ВОЗОВИМА	301 -
16.1. Електро вучне подстанице	302 -
16.1.1. Контактна мрежа	304 -
17. ОСНОВЕ ТЕОРИЈЕ КРЕТАЊА ВОЗОВА	308 -
17.1. Једначина кретања воза.....	308 -
17.2. Вучна сила воза	310 -
17.3. Отпори при кретању воза.....	314 -
17.3.1. Прорачун сталног отпора	314 -
17.3.2. Прорачун допунског отпора.....	316 -
17.4. Сила кочења воза.....	317 -
18. ЕКСПЛОАТАЦИОНИ ПРОРАЧУНИ ЖЕЉЕЗНИЧКОГ ТРАНСПОРТА.....	321 -
18.1. Вучни прорачуни.....	321 -
18.1.1. Избор типа локомотиве и вагона.....	321 -
18.1.2. Одређивање бруто масе композиције	322 -

18.1.3. Располагаива вучна сила.....	- 323 -
18.1.4. Вучна сила дизел локомотиве	- 323 -
18.1.5. Број вагона у композицији	- 324 -
18.1.6. Прорачун дужине пута заустављања	- 324 -
18.1.7. Одређивање брзине и времена вожње.....	- 325 -
18.1.8. Провјера мотора на прегријавање.....	- 327 -
18.2. Прорачун капацитета транспорта	- 327 -
18.2.1. Циклус воза.....	- 327 -
18.2.2. Дијаграм кретања возова	- 329 -
18.2.3. Експлоатациони капацитет транспорта	- 330 -
18.2.4. Број локомотива и вагона	- 330 -
19. УПРАВЉАЊЕ, ОДРЖАВАЊЕ И ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ КОД ЖЕЉЕЗНИЧКОГ ТРАНСПОРТА.....	- 332 -
19.1. Управљање и контрола возова	- 332 -
19.2. Одржавање пруге	- 335 -
19.3. Одржавање вагона	- 341 -
19.4. Одржавање локомотива	- 342 -
19.5. Опис утицаја жељезничког транспорта на животну средину	- 343 -
19.5.1. Утицај на употребу и коришћење простора.....	- 343 -
19.5.2. Утицај на геолошке особине терена и воде	- 344 -
19.5.3. Утицај на тло и пољопривредно земљиште.....	- 345 -
19.5.4. Утицај на шумска земљишта.....	- 345 -
19.5.5. Утицај на биолошку разноликост - биодиверзитет	- 346 -
19.5.6. Утицаји на еколошку мрежу, заштићена подручја, културно историјске споменике пејзажне карактеристике терена	- 346 -
19.5.7. Утицај на повећање нивоа вибрација и високофреквентне буке	- 347 -
19.5.8. Утицај на квалитет ваздуха	- 348 -
19.5.9. Утицај услед ставарања отпада и материјала из ископа.....	- 348 -
19.5.10. Утицај на постојећу и планирану инфраструктуру, постојећи саобраћај	- 348 -
20. УСЛОВИ ПРИМЈЕНЕ КОМБИНОВАНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМА	- 350 -
ЛИТЕРАТУРА	- 353 -
ПРИЛОЗИ - КАМИОНСКИ ТРАНСПОРТ.....	- 355 -
ПРИЛОЗИ ЗА ЖЕЉЕЗНИЧКИ ТРАНСПОРТ.....	- 388 -

ПРЕДГОВОР

Уџбеник „Транспорт расутих материјала на површинским коповима- Дисконтинуални транспорт“ је практично наставак уџбеника који оговори о континуалним видовима транспорта и садржи све неопходне информације за студенте Рударског факултета Приједор у којем се постижу основни циљеви изучавања предмета-курсева „Транспорт у рударству“ и „Транспорт на површинским коповима“. Савладавањем и схватањем овог материјала студенти стичу способност разумијевања значаја транспорта који представља једну од најважнијих фаза у експлоатацији и припреми минералних сировина, при чему највећи удио у трошковима читавог процеса добијања корисне супстанце настају управо при транспорту. Уз то студенти бивају обучени у довољној мјери за управљање, одржавање и унапријеђење транспорта минералних сировина. Као један од исхода јесте и практична примјена метода и процедура за избор и димензионисање система транспорта.

У овој књизи се обрађују камионски и жељезнички транспорт као најкоришћенији видови дисконтинуалних транспортних система али се даје и кратак преглед комбинованих система, разлози њихове употребе и услови и предности њиховог коришћења. Расположиве методе прорачуна параметара ефективности рада камионског и жељезничког транспорта и теорије вуче имају одређене предности и недостатке али се у овом уџбенику настојало дати основни приказ логике и процедура прорачуна од основних елемената па све до одређивања конструкционих параметара овог вида транспорта. Приступом проблемима прорачуна у смислу прилагођавања специфичним условима појединих рудника и услова експлоатације, као и избора рационалних структура утоварно-транспортне опреме у функцији свих релевантних фактора, у уџбенику су дати основни кораци процедура прорачуна и објашњења шта је у појединим прорачунима потребно добити као резултат у току пројектовања и надзирања истих.

У овој књизи се наводе начини рјешавања свих питања и проблема у смислу добијања реалистичних, лако провјерљивих резултата, који се могу током рада опреме пратити и по потреби кориговати. Технолошке иновације и новитети и захтјеви савременог рударства у смислу обезбјеђивања што бољих техно-економских услова експлоатације и обезбјеђивања безбједоносних, сигурносних и организационих аспеката производње захтјевају стално осматрање, анализу и унапријеђење услова транспорта на рудницима, а познавање основа свакако осигурава услове за обављање наведених инжењерских послова. Из тих разлога у прилозима су дати многи извори, адресе и подаци о садашњим трендовима развоја рударске опреме.

Уџбеник је намијењен редовним студентима рударства, инжењерима који раде у рударству на пословима техничког руковођења и баве се проблематиком пројектовања и конструисања дисконтинуалних транспортних система, научно-истраживачким радом из области рудничког транспорта и студентима последицима.

Свакако да је акценат у уџбенику дат на основну материју односно теорију у мјери у којој је приказан практичан инжењерски приступ приликом прорачуна и дефинисања основних структура појединих транспортних система. Послије завршетка овог курса, а користећи и остала знања из области рударства, студенти су способни да се баве наведеном проблематиком у привредним, пројектантским и научно-истраживачким организацијама.

У структури овог уџбеника „Транспорт расутих материјала на површинским коповима-Дисконтинуални транспорт“, први дио је посвећен камионском транспорту при чему је текст подијељен у десет (10) поглавља са следећим садржајем:

1. Конструкционе и техничко-експлоатационе карактеристике камиона је дио у којем се приказују услови примјене, предности и недостаци камионског транспорта, врсте камиона, конструкционе и техничко-експлоатационе карактеристике те избор и коришћење одговарајућих података и камиону приликом пројектовања,
2. Кратак опис конструктивних дијелова камиона, гдје се дају основне информације и описи погонских механизма, ходних дијела камиона, точкова, носећих конструкција, система вјешања, сандука и осталих конструктивних дијелова камиона,
3. Показатељи транспорта камионима исказани у основним, допунским и економским показатељима,

4. Пuteви на површинским коповима је поглавље које даје значајне информације битне за камионски транспорт а везане су за специфичности рудничких путева, класификацију, пројектовање и извођење рудничких путева, одржавање и оправке путева, врсте транспортних траса и др.,
5. Теорија кретања и вуче камиона са условима кретања, прорачунима отпора кретања и дејствујућих сила и кочења гдје се дефинишу услови вуче, вучна сила и снага о мотора, силе отпора кретању, коефицијенти и сл
6. Прорачун код камионског транспорта је дио у којем се дефинишу транспортне трасе, врши избор модела камиона, брзине вожње, прорачуни техничких и сигурних брзина кретања, средње брзине кретања, капацитет камиона, режими рада, оријентациони прорачуни броја камиона и приказују присутници одређивања рационалног попуњавања возног парка,
7. Значај степена усаглашености капацитета је поглавље гдје се дефинишу утицајни фактори на избор система багер-камион, врши избор рационалног модела камиона, прорачунава капацитет багер-камион система, степен усклађености опреме и др.,
8. Моделирање и оптимизација утоварно-транспортних система са дефиницијама и класификацијама моделирања, симулација, предности и недостатака симулационог моделирања, приказ математичког моделирања и видови и циљеви истих,
9. Управљање камионским транспортом је поглавље гдје се даје приказ начина управљања, анализа функционалности, приказ конфигурација система даљинског управљања, примјери рачунарских програма за аутоматизацију и управљање,
10. Еколошка заштита и мјере сигурности је дио уџбеника у којем се приказују штетне посљедице употребе камионског транспорта, анализа истих те питања здравља и сигурности радника.

У другом дијелу уџбеника аутори, на сличан начин, приказују жељезнички транспорт минералних сировина-расутих материјала подијељен на девет поглавља:

11. Услови примјене, предности и недостаци жељезничког транспорта,
12. Конструкциони дијелови жељезничке пруге са детаљним описом доњег стзроја и горњег строја пруге, те осталих конструктивних дијелова,
13. Прорачун конструкционих елемената колосјека је поглавље са приказом начин избора шина, кривина, проширења колосјека, надвишења, али и пружних радова, уређаја и опреме за израду и контролу колосјека, помјерање колосјека,
14. Вагони је следеће поглавље гдје аутори приказују најважније техничке параметре вагона, типове вагона, основне дијелове истих,
15. Локомотиве и жељезничка вучна возила као дио уџбеника приказују жељезничка вучна возила у рудничком транспорту, основне типове локомотива те њихове основне дијелове,
16. Системи за електричну вучу транспорта возовима са приказом електровучних подстаница,
17. Основе теорије кретања возова дају приказ једначине кретања возова, вучних сила, отпора кретања те сила кочења возова,
18. Експлоатациони прорачун жељезничког транспорта је поглавље гдје се приказују вучни прорачуни, избори типова локомотива и вагона, прорачуни капацитета са дефинисањем циклуса возова, дијаграма кретања, експлоатациони прорачуна и броја локомотива и вагона,
19. Управљање, одржавање и заштита животне средине код жељезничког транспорта даје приказ управљање и контроле, одржавања пруге, возила-вагона и локомотива, опис утицаја жељезничког транспорта на животну средину те кратак опис економско-социјалних и сигурносних утицаја употребе овог вида транспорта.

У последњем поглављу (20 поглавље уџбеника) се даје кратак приказ услова примјене комбинованих транспортних система и њихове предности али се о истима не говори детаљније из разлога што би материја уџбеника била превелика. Из тих разлога се кроз друге предмете на првом и другом циклусу студија изучавају ови видови транспортних система.

На крају уџбеника је дат Списак ознака и литература коришћена у писању.

Велику захвалност аутори дугују рецензентима, при чему су сугестије у смислу усмјеравања и одређивања „довољног“ нивоа обраде појединих транспортних система, биле од велике помоћи да уџбеник има овакву форму.