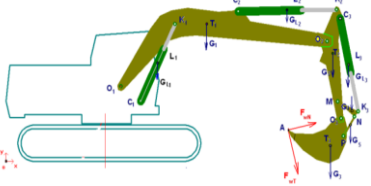


РУДАРСКИ И ГРАДЕЖНИ МАШИНИ

Проф. д-р Јанко Јанчевски



Проф. д-р Јанко Јанчевски

РУДАРСКИ И ГРАДЕЖНИ МАШИНИ

Прво издание

Рецензенти:

Проф. д-р Виктор Стојмановски

Вонр. проф д-р Кристина Јакимовска

Одобрено со решение на Наставно научниот совет
на Машинскиот факултет - Скопје од **02-416/6 од 27.08.2020**

Издавач: **Машински факултет**, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје

Уредник: **Проф. д-р Јанко Јанчевски**

Илустрации, компјутерска обработка и техничко уредување:

Проф. д-р Јанко Јанчевски

Лектор: **м-р Дејан Василевски**

Графичко решение на корици : **Асист. м-р Анита Василева**

Тираж: **on-line**

Забрането е копирање и умножување согласно Законот за авторски права

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622:621.8(075.8)

624:621.8(075.8)

ЈАНЧЕВСКИ, Јанко

Рударски и градежни машини [Електронски извор] / Јанко Јанчевски. -
Текст во PDF формат, содржи 239 стр. - Скопје : Машински факултет, 2022

Начин на пристапување (URL):

https://www.ukim.edu.mk/mk_content.php?meni=53&glavno=41. - Наслов

преземен од екранот. - Опис на изворот на ден 09.06.2022. -

Библиографија: стр. 238-239

ISBN 978-608-4624-35-6

а) Рударски машини -- Високошколски учебници б) Градежни машини --
Високошколски учебници

COBISS.MK-ID 57567237

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје
Машински факултет – Скопје

РУДАРСКИ И ГРАДЕЖНИ МАШИНИ
проф. д-р Јанко Јанчевски

Скопје, 2022

СОДРЖИНА

ПРЕДГОВОР	1
1. ВОВЕД	2
1.1. Значење на рударските и градежните машини	2
1.2. Видови градежни работи	5
1.3. Видови работи во рударството	6
1.4. Видови градежни и рударски машини и механизација	6
1.5. Основни делови и склопови на градежните и рударските машини	7
1.6. Погонски уреди кај градежните и рударските машини	8
1.7. Трансмисија (преносници)	9
1.7.1. Системи за управување (команди)	11
1.8. Системи за движење на механизациските машини (градежни, рударски и земјоделски)	16
1.8.1. Механизми за движење со тркала	16
1.8.2. Механизми за движење со гасеници	18
1.8.3. Чекорни механизми за движење	21
1.8.4. Движење со пловен објект	21
1.9. Отпори на движење кај механизациските машини	22
1.9.1. Отпори на тркалање (R_f [kN])	23
1.9.2. Отпори при забрзување (R_a [kN])	25
1.9.3. Отпори од наклонот на теренот (R_β [kN])	26
1.9.4. Отпори од ветерот (R_{vet} [kN])	27
1.9.5. Работни отпори (R_k [kN])	28
1.9.6. Влечна сила F_v [kN] и атхезиска сила F_{ath} [kN]	28
1.9.6.1. Потребна моќност за движење на машината P_v [kW]	29

2. ВОВЕД ВО РУДАРСТВОТО И РУДАРСКАТА МЕХАНИЗАЦИЈА	30
2.1. Површински копови	35
2.2. Подземни (јамски) копови	39
а) Хоризонтални руднички простории	41
б) Вертикални руднички простории – окна	41
в) Коси руднички простории	41
3. МАШИНИ ЗА ЗЕМЈЕНИ РАБОТИ	43
3.1. Физичко-механички особености на земјиштата	43
3.2. Методи на ископ	45
3.3. Компоненти на отпорот на копање	48
3.3.1. Отпор на режење	48
3.3.2. Отпор на полнење на кошот (F_{w2} [kN])	47
3.3.3. Отпор на туркање на земјената призма (F_{w3} [kN])	50
4. ТЕХНИЧКО-ЕКСПЛОАТАЦИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА МЕХАНИЗАЦИСКИТЕ МАШИНИ	52
5. БАГЕРИ	55
5.1. Механички багери	55
5.1.1. Механички багери со челен кош	56
5.1.2. Механички багери со обратна лопата (МБОЛ)	59
5.1.3. Драглајн багери	61
5.1.4. Механички багери со грајфер	64

5.2. Хидраулични багери	66
5.2.1. Хидраулични багери со обратна лопата (ХБОЛ)	66
5.2.2. Хидраулични багери со челен кош (ХБЧК)	73
5.2.3. Телескопски хидраулични багери	79
5.2.4. Хидраулични багери со грајфер	81
5.3. Багери со повеќе кошеви	82
5.3.1. Верижни багери	83
5.3.2. Роторни багери	89
6. ДУПЧЕЊЕ И ДУПЧАЛКИ	94
6.1. Вртливо и дирекциско дупчење	96
6.2. Ударно дупчење	101
7. МЕХАНИЗАЦИЈА ЗА ТОВАРАЊЕ	104
7.1. Машини за товарање	107
7.2. Концепции на работните механизми на товарачите со еден кош	111
7.3. Работни и експлоатациски карактеристики на машините за товарање	115
7.4. Машини за континуирано товарање	118
8. ДОЗЕРИ	120
9. СКРЕПЕРИ	129
9.1. Влечени скрепери	131
9.2. Самоодни скрепери	133
9.3. Скреперни возови	1357

9.4. Скрепери со елеватор	136
9.5. Процес на работа на скреперите	137
9.6. Тенденции на развој на скреперите	139
10. ГРЕЈДЕРИ	140
10.1. Составни елементи на грејдерите	143
10.2. Сили и отпори при работа на грејдерите	146
11. МАШИНИ ЗА СТАБИЛИЗАЦИЈА НА ПАТНАТА ПОДЛОГА	148
11.1. Општо за стабилизацијата на патните подлоги	148
11.2. Специјални машини за стабилизација на патните подлоги	150
11.3. Машини за набивање на подлогата	153
11.3.1. Валјаци	154
11.3.2. Вибрациски плочи	160
11.3.3. Ударни плочи и чекани	161
12. МАШИНИ И ОПРЕМА ЗА ДОБИВАЊЕ НА ГРАДЕЖНИ МАТЕРИЈАЛИ	162
12.1. Дробење на материјалите	164
12.1.1. Пресметка на процесот на дробењето	165
12.2. Машини за дробење	166
12.3. Челустни дробилки	167
12.3.1. Основни параметри на челустните дробилки	170

13. КОНУСНИ ДРОБИЛКИ	175
13.1. Видови конусни дробилки	176
13.2. Основни параметри кај конусните дробилки	179
14. ДРОБИЛКИ СО ВАЛЦИ	182
15. УДАРНИ ДРОБИЛКИ	188
16. МЕЛНИЦИ	193
16.1. Барабански мелници	193
17. СЕАЛКИ	198
17.1. Рамни сеалки (сита)	198
17.2. Барабански сеалки (сита)	201
17.3. Специјални сеалки	202
18. МЕШАЛКИ	203
18.1. Гравитациски мешалки	203
18.2. Мешалки со принудно мешање	208
19. МАШИНИ ЗА ПОДГОТОВКА НА БЕТОНСКИ МЕШАВИНИ	211
19.1. Машини за транспорт на бетонски смеси	212

20. РУДНИЧКИ ТРАНСПОРТ	216
20.1. Железница во рударството	216
20.1.1. Локомотиви	217
20.1.2. Руднички вагонети	218
20.1.3. Самоодни вагонети	219
20.2. Рударски машини за кос транспорт	220
20.2.1. Едноколосечен еднотрабански систем	221
20.2.2. Едноколосечен двотрабански систем	221
20.2.3. Двоколосечен отворен трабански систем	222
20.2.4. Двоколосечен затворен трабански систем	223
20.2.5. Двоколосечен отворен систем со фрикциска јажница	223
20.2.6. Двоколосечен затворен систем со фрикциска јажница	224
20.3. Рударски извозни постројки	226
21. КОМПЛЕКСНИ СИСТЕМИ ЗА КОПАЊЕ, ТОВАРАЊЕ И ТРАНСПОРТ ВО ПОДЗЕМНИТЕ РУДНИЦИ	232
21.1. Уред за глодање – глодала	234
21.2. Товарна опрема кај јамските комбајни	237
21.3. Транспортер	237
21.4. Оден дел на јамскиот комбајн	237
21.5. Специјална управувачка и контролна опрема	237
ЛИТЕРАТУРА	238

ПРЕДГОВОР

Механизацијата е суштествен дел на развојот на една економија. Рударството, градежништвото, земјоделството, енергетиката и други стопански гранки не можат да се замислат без употреба на уреди што ја заменуваат човековата физичка сила. Особено рударството, но и градежништвото со нивниот рапиден раст бараат употреба на најгабаритни машини, бидејќи големите номинални капацитети значително ги намалуваат вкупните трошоци.

Со оглед на тоа што рударството, земјоделството, изградбата на инфраструктура директно влијаат на бруто националниот доход, се смета дека овие области мораат да се интензивираат најмногу преку масовно механизирање и автоматизација.

Машинските факултети образуваат кадри за механизација, за рударски и градежни машини како заеднички предмет или одделни, а и механизација за земјоделство и шумарство. Делови од предметот рударски и градежни машини се применуваат и во енергетски и хемиско-технолошки области (дробилки, мелници, мешалки, сеалки и др.).

Оваа книга се заснова за 40-годишно искуство во областа на механизацијата машини – рударски, градежни машини, како и транспортно-претоварна механизација (кранови, товарачи и конвеери). Целта во книгата е компактност и концизност без опширни елаборации, со наведување на најрепрезентативни описи и примери.

Темите во книгата со години се дополнуваат со новини, пред сè со електроника и компјутеризација на управувачките единици на рударско-градежната машинерија, за сигнализација, автоматизација и безбедност со користење на вај-фај, ГПС, микропроцесори и др.

Безбедносните и еколошките аспекти, заштитата на луѓето и околината се од извонредно голема важност кај овој вид машини.

Голема благодарност до асист. м-р Анита Василева за укажаната помош при техничката обработка на учебникот.

Скопје, мај 2022

Авторот

1. ВОВЕД

Рударството и градежништвото претставуваат две многу важни гранки и се карактеризираат со многу заеднички нешта. Имено, од аспект на машинеријата што се користи во обете гранки, речиси да нема вид градежна машина што не се користи и во рударството и обратно. Од тие причини, како што е впрочем направено од најголемиот број автори, пристапено е кон заедничко проучување на механизацијата за градежништво и рударство, во предмет што се вика ГРАДЕЖНИ И РУДАРСКИ МАШИНИ или, пак, РУДАРСКИ И ГРАДЕЖНИ МАШИНИ. Сепак, во некои исклучителни и специфични случаи, каде што некои од машините се разликуваат, истото ќе биде соодветно објаснето.

1.1. Значење на рударските и градежните машини

Уште од најстари времиња човечката цивилизација оставала докази за обемни градби, како што се: **египетските пирамиди, кинескиот ѕид, земјаните брани во Индија, римските патишта и поплочените улици** и др.

Со оглед на состојбата на тогашната „механизираност“, вистинско чудо претставуваат таквите градби. Од тоа време, па сè до 19 век единствена помош за замена на човечката работна (физичка) сила била животинската влеча, која преку разни дополнителни направи (витла, макари, лостови, тркала и сл.) се успевало да се подигнат или да се преместат значително големи товари и да се ископаат и да се поместат големи количества земја. Во рударството, кое уште од најстари времиња било извор на потребните минерали за градба и за други цели (за изработка на орудија), се настојувало да се оствари поголема ефективност со користење на истите механички принципи, но сето тоа било далеку од механизираниост.

На Сл. 1.1 е прикажан степенот на механизираниост во градежништвото, односно рударството во текот на историјата. Од дијаграмот се гледа дека дури во 19 век, со појавата на парната машина, степенот на механизираниост е непроменет со милениуми и векови.

Секоја понатамошна иновација отворала пат кон сè повеќе направи и уреди за механизирање, така што тој процес понатаму се одвива по растечка прогресивна крива.



Сл. 1.1. Дијаграм за степен на механизираниост во рударството и градежништвото

Поимот механизираниост подразбира замена на човечката физичка сила со надворешна енергија (механичка, електрична и др.) за да се изврши одредена физички интензивна активност (ископ, товарење, транспорт, дробење, мешање и др.).

Појавата на горивата, односно моторите со внатрешно согорување (ОТО и дизел), како и развојот на електротехниката, особено во периодот на т.н. технолошка револуција, го означува стартот на рапидниот пораст на механизацијата во рударството и во градежништвото, но и во земјоделството, транспортот и во сите други индустриски гранки, а пред сè во воената индустрија.

Моторите со внатрешно согорување овозможуваат развој и на моторни возила и на мобилна механизација. Всушност, тоа беше најзначајниот поттик за развојот на градежните и рударските машини (валјаци, багери, трактори – дозери, скрепери, грејдери и др.).

Сепак, најбрзиот развој на механизацијата (градежните и рударските машини) е забележан по Втората светска војна.

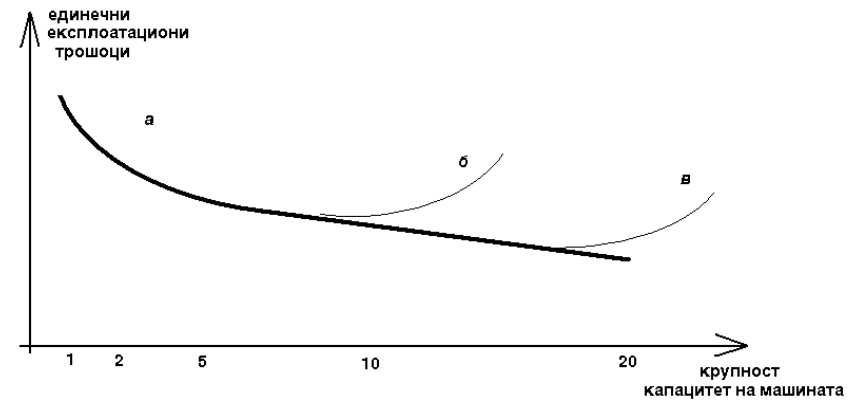
Механизацијата, од организациски аспект, може да се набљудува како:

- делумна (неповрзана или поединечна),
- комплексна (особено на површинските копови во рударството).

Всушност, делумната е неповрзана механизација, каде што секоја машина од еден систем работи независно од режимот на другите машини. Евентуалниот застој на некоја од машините не предизвикува застој на другите. Ваквиот начин на организација на механизацијата сепак има големи недостатоци: несинхронизираност, празни одови и повисоки трошоци во експлоатацијата.

Комплексната механизација (на пример, БТО-системите) претставува строга поврзаност на машините во системот. Режимите и распоредот на машините е пресметана така што ќе бидат во голема меѓузависност со цел трошоците на експлоатација да се сведат на минимум, а капацитетите максимално да се зголемат.

Овој вид распоред и организација на машините во системот овозможува пониски експлоатационски трошоци, повисок степен на механизираниот и автоматизација.



- а - теориска крива
- б - реална крива за постара механизација
- в - реална крива за нова современа механизација

Сл. 1.2. Зависност на крупноста на машината врз експлоатационските трошоци

Сепак, застојот на само еден од елементите на ваквите системи предизвикува принуден застој на целиот систем.

Тоа значи дека комплексната механизација е посовремена и попродуктивна, но само додека е релативно понова. Ако машините што ја сочинуваат се застарени, комплексната механизација би создавала поголеми трошоци заради долгите и чести тотални застои.

Во практиката постојат и комбинации на овие два система.

Крупноста (капацитетот) на рударските и градежните машини влијае на единечните трошоци, на начин што е прикажан на Сл. 1.2. Дијаграмот покажува дека колку е покрупна (покапацитетна) машината, толку теориски се пониски единечните трошоци во експлоатацијата. Затоа, во површинските копови во рударството се применуваат најкрупните машини. Сепак, во реалноста, крупноста влијае на снижувањето на трошоците само до одреден степен, потоа трошоците пак растат (крива б), во зависност од многу услови за експлоатација и одржување. Високоразвиените земји со традиција се поблиски кон теориските трендови (крива в).

1.2. Видови градежни работи

Механизација се применува во разни области на градежништвото. Имено, постојат сè повеќе области каде што порано не беше можно да се употреби механизација, но денес се достигнуваат огромни капацитети и габарити, а можно е да се изведат градежни работи и на подводни локации (океански платформи за нафта и гас, поврзувања острови со мостови и тунели и сл.).

Градежните работи главно се делат на следните главни групи:

а) Нискоградба (патишта, железници, аеродроми, спортски терени...);

б) Мостоградба;

в) Тунели (метроа, хоризонтални руд. простории);

г) Високоградба (деловни згради и станбени комплекси);

- д) Индустриски градби (фабрички хали и електрани);**
- ѓ) Пристаништа (морски, речни, езерски);**
- е) Мелиоративни и пловни канали.**

1.3. Видови работи во рударството

Машините што се применуваат во рударството зависат од тоа дали корисниот минерал се експлоатира површински (отворени копови), дали во јамски копови (длабоки, плитки), подводни експлоатациони зони (нафта, гас, вода или минерал). Видот на рудата, нејзината местоположба, крупноста на рудното тело и околните услови исто така влијаат на изборот и распоредот на механизацијата.

Овде мора да се нагласи дека основните фази на рударството се:

ИСКОП --> ТОВАРАЊЕ --> ТРАНСПОРТ --> ОБЛАГОРОДУВАЊЕ

Овие фази подразбираат ископување, товарење во превозни средства, транспортирање (превоз) и облагородување (прочистување) на ископаната руда и си бараат соодветна механизација, која често е од ист вид како градежната (багери, дупчалки, товарачи, дозери, транспортери, дробилки, мелници, сеалки и др.).

1.4. Видови градежни и рударски машини и механизација

Градежните и рударските машини можат да се поделат според многу критериуми, но главната поделба е според видот на работата што ја извршуваат.

1. Машини за ископ, товарење и транспорт (багери, товарачи, транспортери, железница и др.). Посебен вид се дупчалките за геолошки и рударски дупчења.
2. Патни машини (машини за стабилизација – набивање на подлогата, машини за финална обработка на патиштата и пругите, машини за одржување и чистење на патиштата).

3. Машини и постројки за подготовка на градежни материјали и руди (дробилки, мелници, сеалки, мешалки, месилки, машини за миенење и сушење, сепаратори).

4. Механизирани инструменти и алати (машини и алати за изведување градежно-занаетчиски работи, на пример машини за пробивање, дупчење, сечење, виткање, бетонирање, малтерисување, боење и сл.).

Други критериуми според кои градежните и рударските машини можат да се поделат се: интензитет, универзалност, габарит и тежина, вид на погонската енергија, дали се наменети за јамски или надземни работи, експлозивност на средината и др.

1.5. Основни делови и склопови на градежните и рударските машини

Рударските и градежните машини се состојат од многу делови што меѓусебно можат да бидат во функционална врска. Некои од деловите се сретнуваат кај сите машини, а некои се специфични за само одделен вид. Основните делови се:

- работни органи (овие делови ја извршуваат функцијата за која се наменети),
- механизми за движење на работните органи,
- механизми и уреди за движење на целата машина,
- погонски уреди,
- трансмисија (преносници – редуктори, варијатори и менувачи на брзините),
- управувачки системи и сигурносна опрема,
- носечка конструкција (шасии и кабини).

Секоја од градежно-рударските машини мора да има документација:

- техничка документација (склопни и работилнички цртежи),
- книга на машината (матична книга со основни технички и експлоатациски карактеристики),
- фабричко упатство за ракување и сервис,
- контролна книга за сите дневни користења и забелешки и записи од периодичните прегледи и сервисни интервенции,
- правилник за заштита при работа.

1.6. Погонски уреди кај градежните и рударските машини

Како погонски уреди кај мобилните градежно-рударски машини најмногу се користат моторите со внатрешно согорување заради нивната автономност. Дизел-погонот (дво- и четири-тактен), со големи волумени се наметнува како доминантен вид поради можноста за употреба на далечни градежни локации или рудници каде што нема електрична струја. Денешните дизели со турбокомпресори имаат коефициенти на искористување на енергијата околу 42% ($\eta = 0,42$). Сепак, чадењето, вревата, краткиот век на траење, скапото одржување, неревверзибилноста и неможноста за старт под оптоварување претставуваат сериозни недостатоци.

Електромоторниот погон е опција за градежните и рударските машини, но само таму каде што има напојување со ел. енергија. Предностите се во економичноста ($\eta = 0,95$), можностите за старт под оптоварување, реверзибилност, долг век, лесно и евтино одржување, управливост, многумоторност. Се користат главно ЕМ со наизменична струја со напони од 220/380 V до 6000 V. Денес се можни регулации на брзините со електроника. Во експлозивни погони и руднички јами со метан, нивната примена е ограничена.

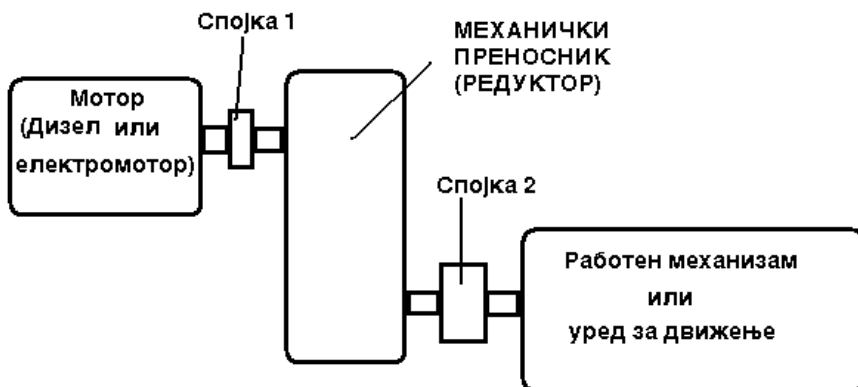
Комбиниран погон е комбинација на дизел-погон и електричен погон (група Ward-Leonard). Ова е начин да се обединат позитивните страни на двата погона. Имено, дизел-мотор движи генератор за струја, а потоа таа струја се користи за погонување на електромотори за движење на делови од машината или на целата машина.

Според многу извори и наводи денес, парниот погон не се користи, но во Јужна Америка, Африка и југоисточна Азија, според информациите на интернет, сепак се користи заради ниската цена на дрвото и јагленот во некои региони. Тоа се најчесто транспортни машини (возови) и стационарни постројки за дробење и сепарации.

1.7. Трансмисија (преносници)

Вртежниот момент на моторите не е доволен да ги совлада работните отпори што се јавуваат во текот на работниот процес. За таа цел се користат преносници, кои се главно редуктори за зголемување на вртежниот момент. Како трансмисија се користат следниве основни типови:

1. механичка трансмисија (запчести, лостови, верижни преносници, ремени);
2. хидраулични волуменски и турбопреносници (пумпи – хидроцилиндри, пумпи – хидро мотори, хидродинамички трансформатори и сл.);
3. електротрансмисија (многу денешни електромотори имаат можност за регулација на брзината и на вртежниот момент, со употреба на електронски склопови);
4. пневматска трансмисија (компресор – водови – пневматски мотори или пневматски цилиндри). Овој вид се користи во експлозивни зони и во рударството;
5. комбинирана трансмисија (хидромеханичка, пневмомеханичка, електрохидраулична и др.).



Сл. 1.3. Механичка трансмисија (со механички преносник – редуктор)

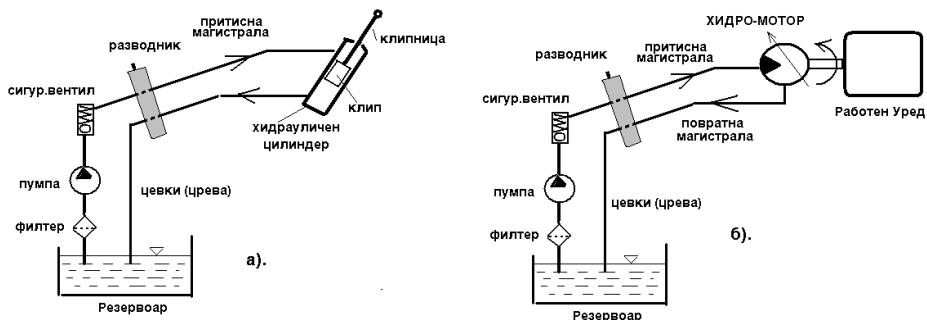
На Сл. 1.3 е прикажана шема на еден вид механичка трансмисија; Планетарните преносници, и покрај својата комплексност, поради низата предности сè почесто се применуваат кај градежните и рударските машини и другата механизација (на пример, кај земјоделската и шумската механизација).

Кај хидрауличната (волуменска) трансмисија се користат следните компоненти:

- пумпа (запчеста, клипна, крилна, радијално-клипна, аксијално-клипна, ексцентар, мембранска и др.);
- хидроцилиндри (со еднострано и двострано дејство);
- хидромотор (запчест, клипен, крилен, радијално-клипен, аксијално-клипен и др.);
- разводници (цилиндрични двопозициски, повеќепозициски и др.);
- цевки, црева, рачви и колена;
- филтри;
- вентили (неповратни, сигурносни и регулациски).

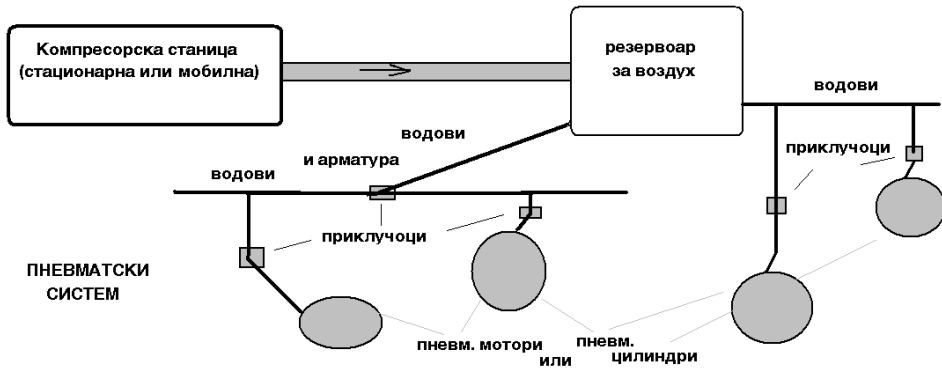
Хидроопремата мора да биде изработена од квалитетни материјали и со врвна прецизност и затоа е скапа.

Хидродинамичките трансформатори и хидродинамичките спојки работат на турбопринцип (тие имаат пумпно коло и турбинско коло). Кај тешките рударски и градежни машини се сретнуваат многу често, меѓу дизел-моторот и механичкиот преносник (менувач).



Сл. 1.4. Шема на хидраулична трансмисија (а) – со хидроцилиндар, (б) – со хидромотор

На Сл. 1.5 е прикажана шема на пневматски систем, која се состои од компресорска станица, водови и арматура, резервоар, приклучоци и извршни пневматски цилиндри и пневматски мотори до работни механизми и склопови. Овие уреди работат со притисок од шест до осум бари.



Сл. 1.5. Пневматски систем кај рударските и градежните машини

1.7.1. Системи за управување (команди)

Системите за управување се всушност вклучно-исклучни уреди на одделните системи на една механизациона машина (градежна, рударска, земјоделска и др.), но и за раководење со тој систем во текот на процесот. Целиот управувачки систем може да биде конструктивно изведен на неколку начини:

- механички (лостови, јажиња, запченици, верижници, брегови, ремени и др.),
- хидраулични (на пример, со хидроцилиндри),
- пневматски,
- електричен,
- комбиниран (електромеханички, електрохидрауличен, хидромеханички и др.).

Системот за командување (управување) се состои од неколку склопови, од кои првиот е оној врз кој дејствува човекот. Таквите уреди можат да бидат:

- педали,
- рачки,
- тркала (волани),
- тастери,
- прекинувачи,
- компјутерски хардвер (џојстици, кормила, глумчиња, тастатури, ел. моливи, тач екрани и др.).

Со долгогодишно истражување и анализи е докажано дека во поглед на дејствувањето на командите од страна на операторот, конструкторите на овој вид уреди мораат да обрнат големо внимание на ергономијата во кабината, односно работното место на операторот. Ако удобноста (комоцијата) е добра, растојанијата до командите е оптимална и приспособлива на анатомијата на човекот (Сл. 1.6), ако за командување не е потребна преголема сила, тогаш се постигнува значително подобра продуктивност и ефикасност со машината (според одредени истражувања, учинокот што го прави една рударска или градежна машина со одлични ергономски карактеристики е дури над 30% во однос на иста таква машина со лош ергономски распоред или несоодветни сили на дејствување врз командите).

Така, на пример, при проектирање на еден систем за вклучување, тој треба да има број на вклучувања во границите 500 до 1000 на час.

Ако тоа е некој педал (за ножно активирање), силата со која се дејствува на педалот треба да биде во границите $F = 150 \text{ N}$, со помест (од) до 400 mm.

Ако, пак, е рачка или некоја команда со рачно активирање, силата за активирање треба да биде $F = 30 - 40 \text{ N}$, со помест (од) до 200 mm. Над овие вредности се употребуваат серво-уреди (механички, хидраулични, пневматски, електрични или комбинирани – засилувачи на силата).



Сл. 1.6. Модерни кабини кај механизациските машини

Удобноста на кабината, можноста седиштето да се приспособи, неговата амортизација, заштитата од атмосферските влијанија, вибрацијата и вревата, правилната осветленост на командите и инструментите, прегледноста низ ветробранот, сигурноста на уредите и општата безбедност ја опфаќаат ергономијата на кабината, односно работното место (Сл. 1.6). Всушност, тоа е дополнително вложување на производителот, покачување на цената на целата машина, но со значително зголемената продуктивност корисникот на машината многу побрзо ја исплаќа машината.

Кај постарите машини, во кабините можат да се забележат голем број педали и рачки, со инструменти што се непрегледни и можат да доведат до брзо заморување на операторот и грешки и економски загуби. Поради тоа, потребни се обемни обуки и искуство.

На Сл. 1.6 се прикажани кабините на модерни градежно-рударски машини, кои со својата комоција, климатизираност и ергономија даваат сигурност и голема продуктивност. Ваквите машини можат да ги управуваат и оператори со кратка обука и мало искуство.

Една од целите на производителите на овие машини е создавање на управувачко-командни системи со т.н. групирање на операциите. Имено, ако во текот на работниот процес операторот треба да вклучува последователно неколку команди, тоа може да биде заморно, а ако тие неколку повторувачки команди се групираат и се активираат со притискање на само еден тастер – во многу случаи ова е едно исклучително унапредување. Автоматизирањето на една последователна група процеси со користење на разни електронски склопови и процесори (компјутери), направија ваквите машини да бидат многу лесни за обука и управување, а со значително поголема продуктивност.



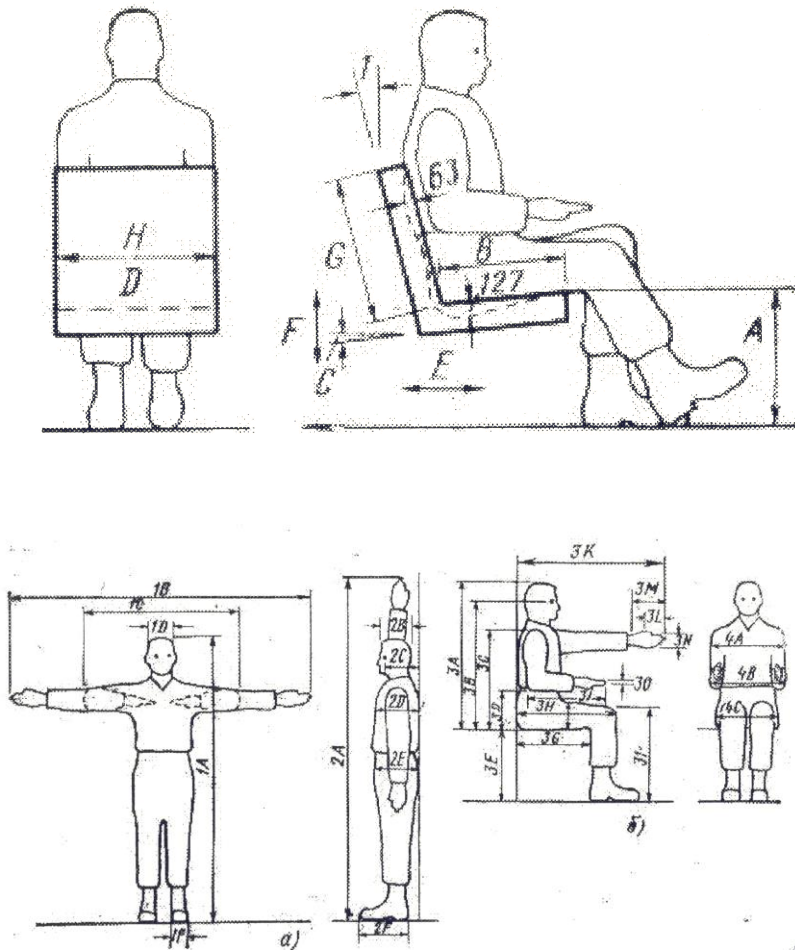
Сл. 1.7. Изглед на внатрешноста на една кабина од постар модел (од педесеттите години од 20 век)

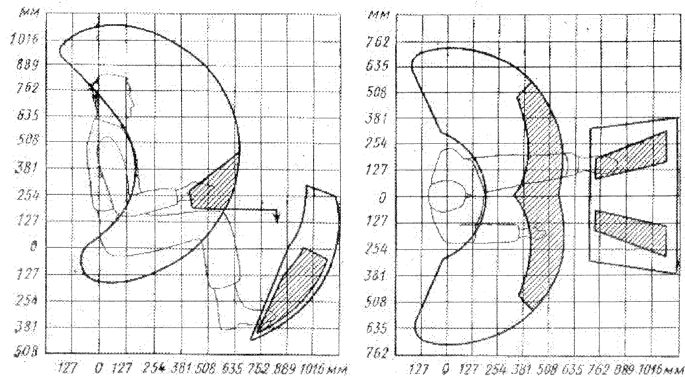
Сè поголем е бројот на механизационски машини што користат безжични технологии (wireless), како и сателитски управувани системи (GPS).

На Сл. 1.7 е прикажана една постара кабина од градежна машина, на која се гледаат многубројните педали, рачки и други команди, како и седиштето што нема потпорки за рацете. Исто така, во ваквите машини порано немало клима-уреди, џојстици ниту, пак,

ергономски услови и преглед на инструментите. Така што, температурата, влажноста, прегледноста во кабината, како и заштитата од врева и вибрации биле мошне неповолни. Со тоа, продуктивноста на машината драстично е намалена.

На Сл. 1.8 се прикажани ергономските димензии на системот човек-машина. Тие димензии се потребни да се проектираат оптималните димензии и местоположбата на командите заради колку што е можно поудобна работа со машината.





Сл. 1.8. Ергономските димензии на системот човек-машина

1.8. Системи за движење на механизациските машини (градежни, рударски и земјоделски)

Кај мобилната механизација постојат четири вида механизми за движење:

- а. механизми за движење со тркала (пневматици, крути тркала, шински тркала),
- б. механизми за движење на гасеници,
- в. механизми за движење со чекорење,
- г. движење со пловен објект.

1.8.1. Механизми за движење со тркала

Тркалата за остварување на движењето на градежно-рударските машини и механизацијата се најчесто применуван механизам. Тие можат да се поделат во две големи групи:

- а. пневматици (за градежни, рударски и земјоделски машини што се движат со поголеми брзини и за нерамни терени),
- б. крути тркала (за машини што се движат бавно – на пример, валјаци, ежови и сл.).

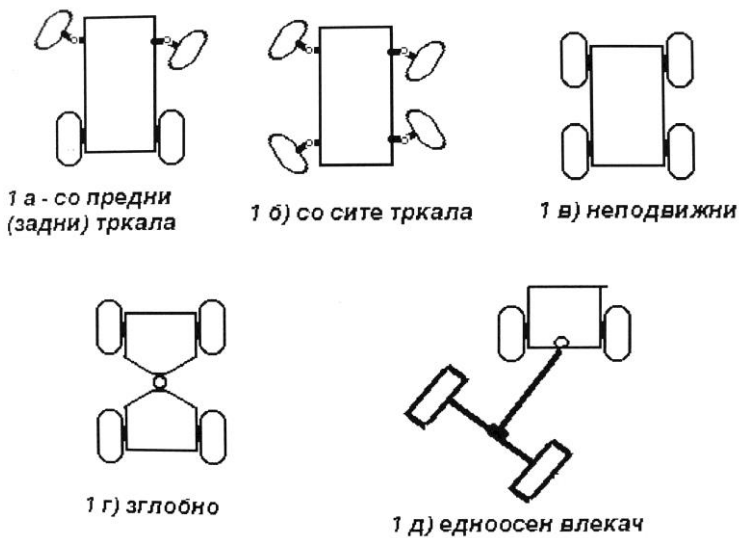
Кај механизацијата, пневматиците од аспект на напумпаноста, можат да бидат:

- пневматици со висок притисок (најчесто 5 до 7 бари),

- пневматици со низок притисок (1,5 до 2,5 бари),
- пневматици со многу низок притисок (0,5 до 0,8 бари) за зголемена проодност.

Погонот за движење е најчесто на сите тркала, но може да биде само на задните или само на предните и да се добива од еден мотор (централно) или, пак, од повеќе мотори. Постојат конструкции на градежни машини (на пример, кај големите самоодни скрепери) кои имаат вграден мотор-редуктор на секое тркало. Таквите конструкции се нарекуваат мото-тркала.

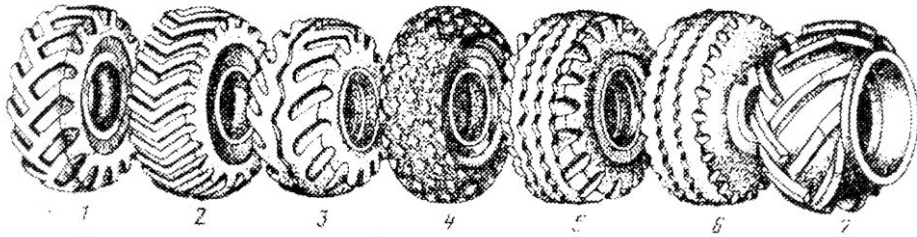
Управувањето на управувачките тркала може да се остварува со завртување на предните тркала, на задните или на сите тркала, со посредство на механички уред или, пак, со хидрауличен, пневматски, електричен или комбиниран механизам.



Сл. 1.9. Управувачки шеми на механизациските машини

Во тој поглед, на Сл. 1.9 (а-д) дадени се шеми на управувањето кај градежно-рударските машини.

Со цел да се зголеми атхезиската сила, на погонските тркала на механизациските машини се остварени длабоки шари (Сл. 1.10).



Сл. 1.10. Пневматици кај механизацијата

Кај некои машини што механизмот за движење го користат за совладување на главните работни отпори (трактори, булдозери, товарачи, скрепери и др.) врз тркалата се поставува метална мрежа, со цел да се заштити гумата од енормното триење.

Во некои случаи, за да се зголеми проодноста и стабилноста на меки подлоги, може да се употреби комбиниран систем на пневматски тркала со гасеници.

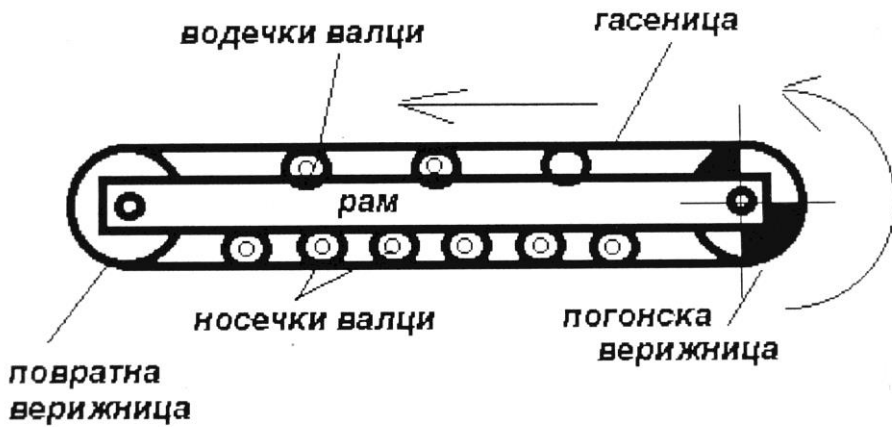
1.8.2. Механизми за движење со гасеници

Гасениците како механизам за движење се користат за меки терени и за неуредена патна подлога. Кај рударско-градежните машини се користат неколку концепции механизми и неколку видови гасеници.

Составни делови на секоја гасеница се:

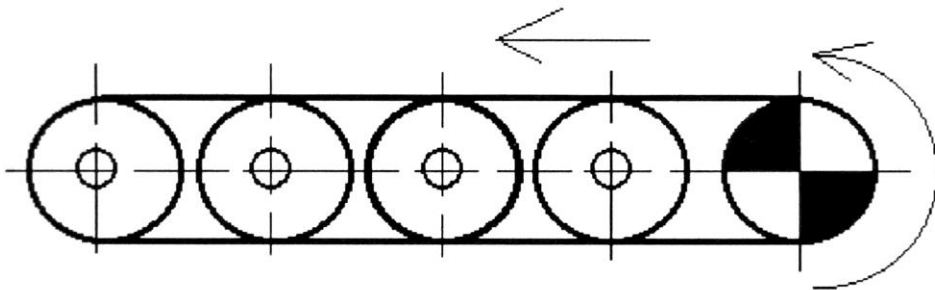
- погонски и повратни верижници,
- гасенична верига (со или без гребени),
- носечки или водечки валјаци.

На Сл. 1.11 а е прикажана концепција на гасеничен механизам со рам.



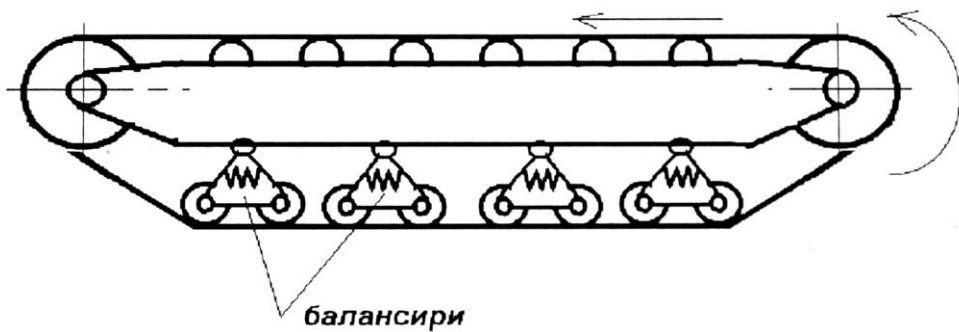
Сл. 1.11 а. Гасеничен механизам со рам

На Сл. 1.11 б е прикажана безрамна концепција на гасеничен механизам.



Сл. 1.11 б. Безрамна конструкција на гасеничен механизам

На Сл. 1.11 в е прикажана концепција на гасеничен механизам со балансири.



Сл. 1.11 в. Гасеничен механизам со балансири

Специфичниот притисок врз подлогата кај гасеничните возила е околу трипати понизок во споредба со оној кај пневматските и изнесува ориентациски 0,35 до 1 бар.

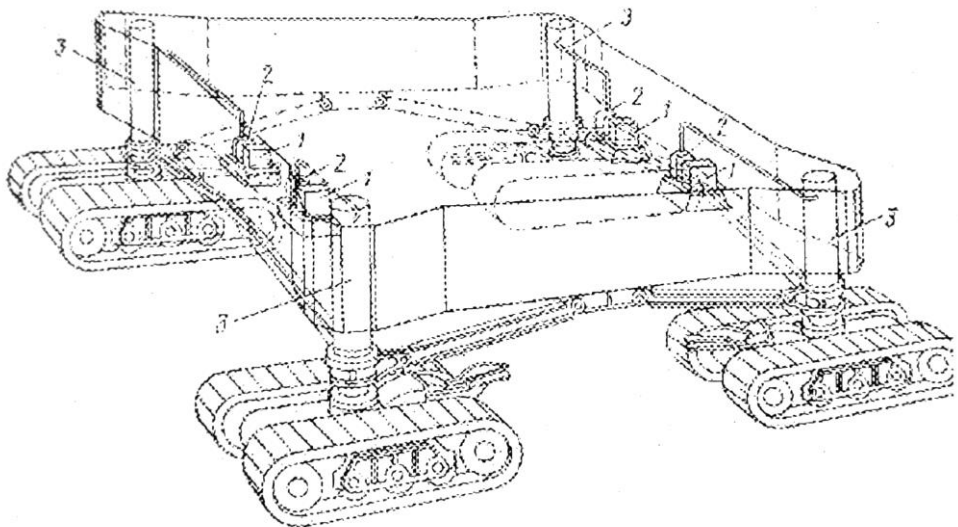
Производителите на механизациони машини нудат за една ваква машина повеќе облици и широчини и гасеници, во зависност од теренот.

Погонот, односно трансмисијата, кај гасеничарите може да биде механичка, хидромеханичка, електромеханичка и поретко пневмомеханичка. Погонски верижници, обично, се задните.

Управувањето се извршува со блокирање на едната, а запирањето со блокирање на двете гасеници.

Гребените на гасениците се поставуваат на оние гасеничари што во текот на работата ги совладуваат главните отпори, а тоа се пред сè булдозерите, но и англдозерите и тилтдозерите, но и другите трактори. Багерите што во текот на копањето не се движат, немаат гребени на гасениците.

Тешките багери можат да имаат по неколку пара гасеници (Сл. 1.12).



Сл. 1.12. Тешка рударска (градежна) машина со повеќе пара гасеници

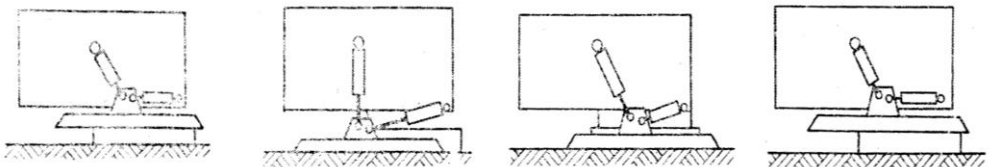
1.8.3. Чекорни механизми за движење

Кај најтешките багери (на пример, драглајн багери) системот на движење се состои од повеќе гасеници на кои во текот на работата се потпира целата машина. Изведбата на механизмот најчесто е механички или хидрауличен (Сл. 1.13).

Притисокот на подлогата се движи околу 0,8 до 1 бар.

Фазите на движењето кај чекорните механизми е следен:

1. Се подигаат нагазните плочи, а целата тежина на машината се потпира на централната потпорка. Нагазните плочи потоа се придвижуваат нанапред.
2. Нагазните плочи се спуштаат врз подлогата и ја преземаат тежината на целата машина врз себе.
3. Се подига средната нагазна база (централната потпорка) со целата машина и веднаш оди нанапред.
4. Базата се спушта и се потпира на подлогата.



Сл. 1.13. Чекорни механизми за движење на RGM (драглајн багер)

Овие фази се повторуваат онолку пати колку што е потребно машината да се намести во потребната позиција. Овие движења се мошне бавни и се извршуваат кога се во неработен режим.

1.8.4. Движење со пловен објект

Еден багер (со циклична или континуирана работа) може да биде монтиран врз пловен објект и се користи при копање или при работа на речни корита или изградба на пристаништа. Пловниот објект мора да биде димензиониран да биде стабилен и во најтешки режими на работа.



Сл. 1.14. Градежна машина (багер) поставена на пловен објект

1.9. Отпори на движење кај механизациските машини

Секоја рударска, градежна, земјоделска или шумска мобилна машина, освен отпорите што се јавуваат во процесот (работни отпори) и дејствуваат врз работниот механизам, мораат да ги совладаат и отпорите на движењето на целата машина. Кај некои од механизациските машини (градежни, рударски и други), всушност отпорите на движењето претставуваат основни работни отпори, на пример:

– **влечни трактори** (дозери, грејдери, скрепери, валјаци и др.).

Сепак, постојат работни отпори на работните механизми што се одделни од отпорите за движење (на пример, кај сите видови **багери**).

Некои од компонентите на отпорите на движење што треба да ги совлада една машина се јавуваат кај секоја машина, а некои само во исклучителни случаи.

1.9.1. Отпори на тркалање (R_f [kN])

Движењето со тркала кај една механизациона (градежна, рударска, земјоделска или шумска) машина создава отпори што произлегуваат од деформацијата (смачкувањето) на тркалото што е пневматик, но и од деформацијата на подлогата. Во идеални услови може да се смета на **круто тркало по крута подлога**. Тоа е обично случај кај шинските возила (локомотиви, вагони, кранови и некои видови градежни и рударски машини за транспорт).

Најчест случај кај механизационите машини е движењето да се одвива по неуредена патна подлога, на пример со пневматски тркала (кои се деформабилни), така што имаме случај на движење **еластично тркало по еластично-пластична подлога**.

Кај валјаците постои случај на движење на **круто тркало по еластично-пластична подлога**.

Отпорот на движење кај гасеничарите се определува експериментално или со многу сложени формули, но овде ќе биде прикажан еден упростен метод.

На Сл. 1.15 се прикажани разни случаи на деформации тркало со подлога. Како општ случај овде ќе се земе случајот под б) еластично тркало по крута подлога (пневматик, на асфалт, бетон или набиена земјана подлога), каде што подлогата, иако е деформабилна, се зема како да е крута. Со тоа се врши упростување на пресметката, но дава сосема прифатливи резултати.

Отпорот на тркалањето се пресметува:

$$R_f = f \cdot G_{vk} \cdot \cos \beta \quad [kN]$$

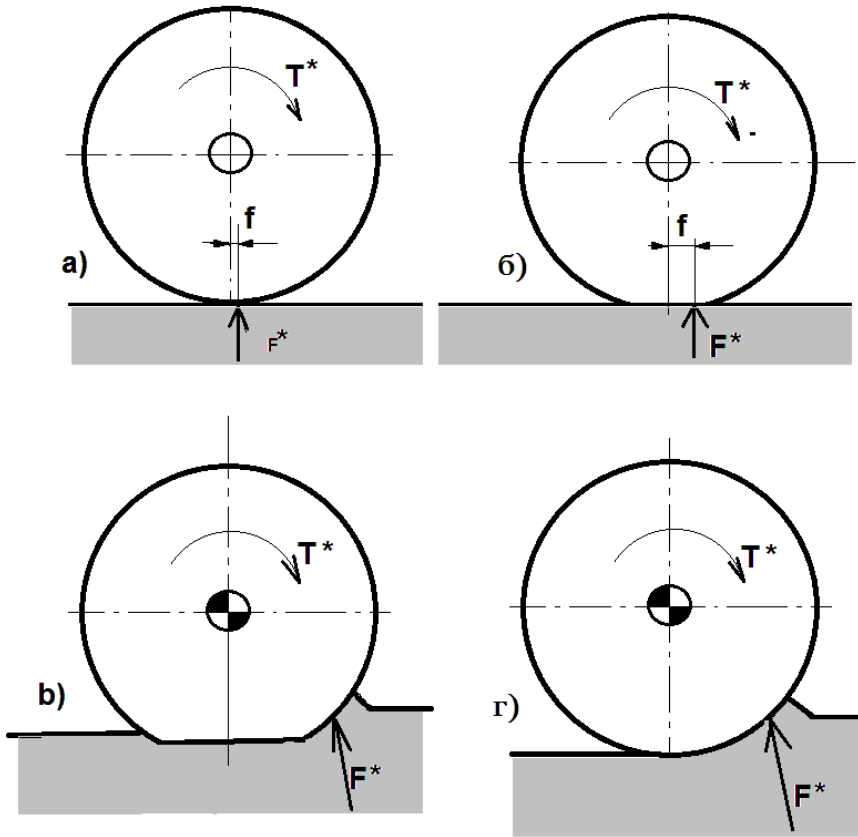
каде што се:

f – коефициент на отпор на тркалање што зависи од пневматикот и подлогата и се дава во табели за разни случаи $f = 0,025 - 0,3$.

За гасеничари се земаат податоци од соодветни табели (за разни видови гасеници, начини на подмачкување, потпирање и сл.).

G_{vk} [kN] – вкупна тежина на машината заедно со работната опрема и товарот

β – наклон на теренот (максималниот наклон кај машини со тркала се движи во границите $\beta = 150 - 200$, а кај гасеничарите $\beta = 250 - 300$).



Сл. 1.15.

- а) **круто тркало по крута подлога** (железнички возила),
- б) **еластично тркало по крута подлога** (пневматик на бетон),
- в) **еластично тркало по деформабилна подлога** (пневматик над меко земјиште),
- г) **круто тркало по деформабилна подлога** (валјаци).

1.9.2. Отпори при забрзување (Ra [kN])

Кога машината треба да тргне од место или, пак, од одредена брзина треба да забрза, се јавуваат **инерцијални сили од транслаторните маси и инерцијални моменти од ротациските (вртливите) маси** на машината.

Транслаторни маси на една градежно-рударска машина се базата на машината (кабина, шасија, мотор и трансмисија, рам и друго), додека ротациски маси се вратилата, спојките, запчениците, верижниците, тркалата и друго.

Основната равенка за пресметка на инерцијалните сили при транслација е:

$$F_i = m \cdot a \quad [N]$$

Додека, пак, основната равенка за пресметка на инерцијалните моменти при ротација е производ на материјалниот момент на инерција **J [kgm]** и аголното забрзување на набљудуваните ротирачка маса $\varepsilon [s^{-2}]$:

$$M_i = J \cdot \varepsilon \quad [N]$$

Поради сложениот систем од многубројни вртливи елементи кај една градежно-рударска машина, влијанието на нивните инерцијални моменти се зема упросто со еден коефициент $\varepsilon = 1,1 - 1,15$.

Така што, силата на отпорот за совладување на инерцијалните сили се пресметува:

$$R_i = m \cdot a \cdot \xi = m \cdot \frac{v}{t_0} \cdot \xi \quad [N]$$

каде што се:

$m[t]$ – маса на машината (вкупна)

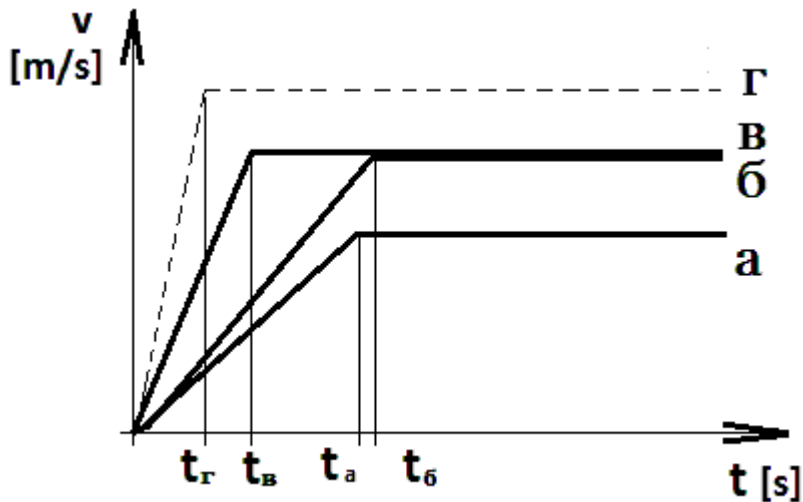
$a[m/s^2]$ – забрзување на машината при движењето

$v[m/s]$ – брзина што машината треба да ја постигне

$t[s]$ – време за кое ќе се постигне брзината v .

Со усвојувањето дека брзината расте линеарно (Сл. 1.16) се

добива мошне точна и многу едноставна пресметка на инерцијалните сили и моменти.

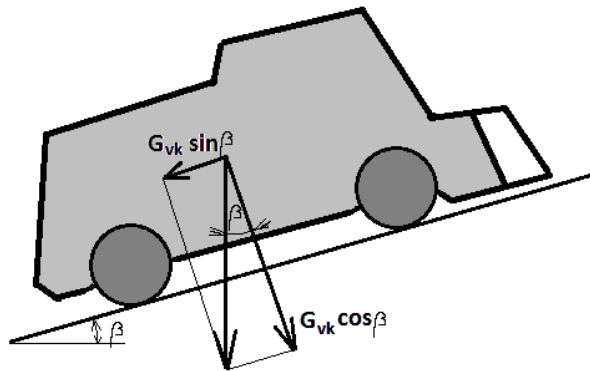


Сл. 1.16. Линеарна зависност на брзината и времето при движење на една градежно-рударска машина

1.9.3. Отпори од наклонот на теренот (R_β [kN])

Кај механизацијата често се јавува потреба да се работи на кос терен (нагорница), при што аголот на наклон β може да биде мошне голем (и преку 250). Кога машината се движи под наклон се создаваат две компоненти на вкупната тежина (Сл. 1.17). Едната од нив ја влече машината низ наклонот, и тоа е всушност отпорот на наклонот R_β [kN].

$$R_\beta = G_{vk} \cdot \sin \beta \quad [kN]$$



Сл. 1.17. Сили од наклонот на теренот

1.9.4. Отпори од ветерот (R_{vet} [kN])

Кај возилата што се движат со поголема брзина се јавува т.н. отпор од воздухот – тоа е отпорот што треба да биде совладан од моторот и тој зависи од аеродинамичниот облик на возилото и попречниот пресек на каросеријата. Овој отпор кај возилата расте прогресивно со растот на брзината.

Сепак, кај тракторите, а особено кај механизацијата не се користи голема брзина на движење, така што овој отпор се занемарува. Тука се јавува нешто друго. При дување на силен ветер спротивно од движењето на машината, а поради големиот попречен пресек и непостоењето на аеродинамичност, овој отпор од ветерот не може да биде занемарен.

$$R_{vet} = c \cdot A \cdot p \quad [kN]$$

каде што се:

c – коефициент на обликот на машината (се зема од табели за разни облици и големини на машините)

A [m²] – челен пресек на машината (површина на силуетата гледана однапред)

p [kPa] – притисок на ветерот врз челната површина. Така, на пример, кај хидрауличните багери, кога притисокот на ветерот ќе надмине 0,5 kPa, (500 Pa), багерот не смее да работи (пред сè, од аспект на

стабилност). Кај крановите што работат на отворено (столбни, портални, дерик и други), дозволено е да се работи до притисок од 0,25 kPa.

1.9.5. Работни отпори (R_k [kN])

Овој вид отпори се всушност корисните отпори, кои произлегуваат од работниот процес, а мораат да бидат совладани од моторот што ја движи машината. Секоја механизациона машина има различни работни отпори. Така, на пример, грејдерот има отпор поради туркање земјена призма пред ралникот, булдозерот исто така, но и поради режење на слој од почвата, скреперот има екстремни работни отпори при полнење на кошот и поради тоа моторот за движење е преоптоварен. Кај валјаците, работниот отпор се поклопува со отпорот при тркалање.

Работните отпори ќе бидат објаснети при проучувањето на секоја група машини поодделно.

Отпорите во трансмисијата се земаат со механичкиот коефициент на корисно дејство η_{meh} .

1.9.6. Влечна сила F_v [kN] и атхезиска сила F_{ath} [kN]

Потребната сила за влеча (движење) F_v што ја дава моторот на механизационата машина треба да биде доволна да ги совлада сите набројани компоненти како збир (вкупни отпори при движење $F_{vk} = R_f + R_\beta + R_a + R_{vet} + R_k$). Доколку влечната сила F_v биде помала, тогаш моторот ќе се задуши (или ќе забави или, пак, ќе се исклучи):

$F_v < F_{vk}$ [kN] – слаб мотор, при постојана трансмисија недоволен за да ги совлада отпорите.

$F_v > F_{vk}$ [kN] – јак мотор, при постојната трансмисија може да ги совлада отпорите.

Атхезиската сила $F_{ath} = G_{vk} \cos\varphi$ [kN] претставува способност на машината да ја придвижи (повлече) за да ги совлада отпорите без да пролизга. Како што може да се види, таа зависи од два фактора. Едниот е тежината G_{vk} на целата машина, а другиот е

коефициентот на прилепување ϕ меѓу тркалото (гасеницата) и подлогата.

Во тој поглед следниот пример дава прифатлива пропорција на овие сили:

а) **$G_{vk} = 100 \text{ kN}$, $\phi = 0,8 \Rightarrow (F_{ath} = 80 \text{ kN}) F_v = 100 \text{ kN}$, $F_{vk} = 70 \text{ kN}$**

Во овој случај, погонот е силен **$F_v > F_{vk}$** , доволен да ги совлада сите отпори и атхезиската сила е доволна за да не пролизга машината, т.е. **$F_{ath} > F_{vk} = 70 \text{ kN}$** .

При проектирање на градежните, рударските, земјоделските машини (на пример, трактори), влечата F_v е најдобро да биде малку поголема од атхезиската сила. При лизгав терен (снег, дожд), за да се зголеми атхезиската сила, на машината се додаваат дополнителни товари (тегови) или, пак, се монтираат гуми со подлабоки шари. Во некои случаи, гумите се полнат со вода. Значи, би можело да се препорача вакво неравенство:

$F_{vk} < F_{ath} < F_v$, но нивните разлики не треба да бидат преголеми.

Некои градежни машини, како скреперите или товарачите, во работниот процес се подложни на големи пролизгувања, според тоа оштетувањето на пневматиците е неминовно, што продуцира големи трошоци.

1.9.6.1. Потребна моќност за движење на машината P_v [kW]

Потребната моќност на погонскиот мотор се определува во услови на најнеповолни режими, како производ на силата на отпорот **F_{vk} [kN]** и соодветната работна брзина **v [m/s]**.

$$P_v = F_{vk} v / \eta_{meh} \text{ [kW]}$$

каде што **η_{meh}** е механички степен на искористување на трансмисијата. Тој зависи од видот на преносниците (менувачи, редуктори, влечиштувањата и др.). Кај постари градежни и рударски машини се движи од 0,75 до 0,85.

2. ВОВЕД ВО РУДАРСТВОТО И РУДАРСКАТА МЕХАНИЗАЦИЈА

Рудните богатства имаат доминантен удел во вкупното богатство на една земја. Од најстари времиња на рударењето се посветувало големо внимание. Најстарите откриени знаци на рударење се од пред 40.000 години. Рударството се занимава со добивање на корисни минерални сировини, при што целиот процес се состои од четири фази:

ИСКОП ---> ТОВАРАЊЕ ---> ТРАНСПОРТ ---> ОБЛАГОРОДУВАЊЕ

Иако под рударство во поширока смисла се подразбираат и добивањето на течни и гасовити супстанции (нафта, гас), во рамките на овој предмет ќе се разгледуваат само машините што експлоатираат цврсти минерали на копно (јамски и површински).

Машините и опремата што ги изведуваат овие четири фази се мошне различни од случај во случај, во зависност од многу фактори: вид на рудата, местоположбата, околните услови, традицијата, експлозивноста и друго.

Економскиот раст на БДП на една земја и стандардот на населението се во голема мера зависни од рудното богатство. Затоа се формираат рударско-геолошките факултети, каде што проучувањата се на највисоко ниво од сите техно-економски аспекти.

Опремата што се користи во рударството е од клучно значење, па затоа сите техничко-технолошки иновации првенствено се применуваат во воената сфера и истовремено и во рударството, а потоа во другите сфери на животот. Во рударството е богатството. Нови примери за оваа теза се примената на безжичната технологија (WIRELESS) во јамските и површинските копови и ГПС-технологијата на површинските копови. Претходно, комплетната механизираниост, автоматизација и компјутеризација беше масовно применувана во сите четири фази на рударството.

Механизирањето ги остварува следните цели:

- **забрзување на процесите,**
- **намалување на трошоците,**
- **заштита на луѓето и околината.**

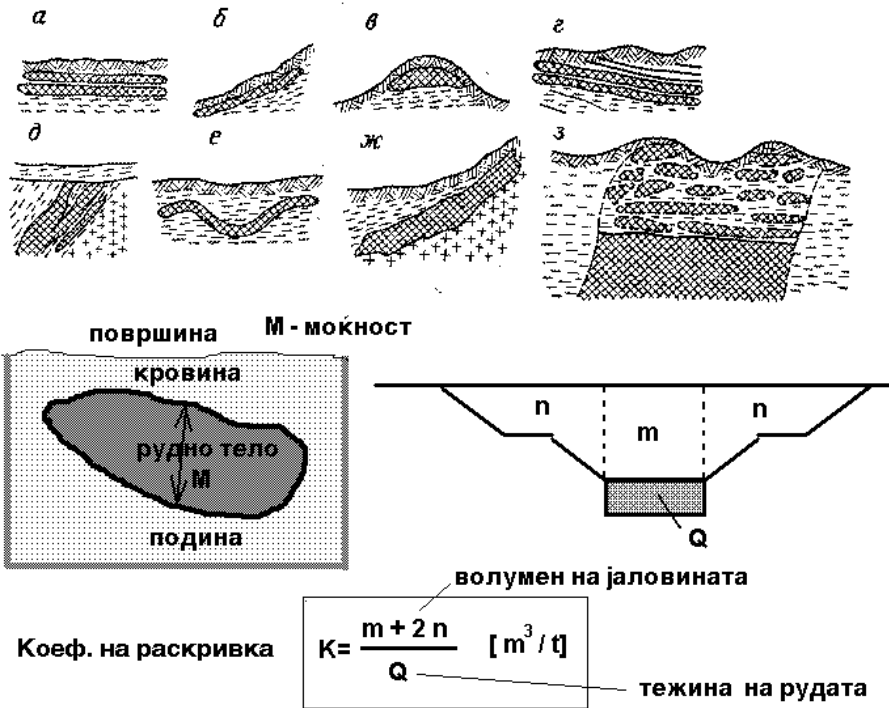
Автоматизацијата уште повеќе ги потенцира претходните цели.

Многу пронајдоци помогнале да се развие рударството, со тоа и да се зголеми богатството, што, пак, од своја страна помогнало уште повеќе да се вложува во иновации, така што развојот рапидно растел со висока прогресија. Некои од пронајдоците се:

- витла со коњска запрега,
- појавата на експлозиви (барут) – Словачка, 1627 година,
- водена пареа за погон на рударските пумпи и извозните постројки,
- парни локомотиви и парен погон за ископ (1764),
- железни шини и тркала наместо дрвени (1773),
- девиева ламба (1813),
- индустриска железница (Англија, 1815),
- челични јажиња за извозните корпи вагонети (наместо тешките синџири и конопни јажиња),
- низа извонредни технологии за прочистување на рудите,
- примена на петролејот и моторите со внатрешно согорување.

Со т.н. **технолошка револуција** и особено со електричната енергија се постигнува исклучителен динамичен прогрес – како кај техничките перформанси, така и во заштитата и здравјето на луѓето и околината.

Рудното богатство е распространето на многу локации (Сл. 2.1) со различни количества што надминуваат десетици милиони тони.



Сл. 2.1. Распоред на рудните тела во природата

Коефициентот на раскривка е показател од кој зависи како би се експлоатирала рудата (јамски или, пак, површински). Тој се добива со истражувања и се споредува со табеларни вредности. Ако е поголем од табеларната вредност, тоа значи дека површински има премногу јаловина што треба да се раскрие, па се преминува на јамска експлоатација.

Како примери би ги навеле рудниците за јаглен $K_{\text{таб}} = 2$:

- Косовскиот басен за лигнит има $K = 1,84$
- Рајнскиот басен (Германија) $K = 2,0$

Бакарот има $K_{\text{таб}} = 13 - 15$. Поради високата цена, може да се оди многу длабоко со површинска експлоатација.

Според видот на рудата постојат:

а) **Неметали**

– **индустриски** (кварц, сол, азбест, гипс, сулфур, фосфати и др.),

– **градежни материјали** (песок, чакал, варовник, глина, мермер, гранит, базалт, травертини и др.),

– **скапоцени** (дијаманти, рубини, сафири, смарагди, тиркизи, топази и друго).

б) **Метали**

– **црни** (железо, никел, титан, ванадиум, хром, кобалт и др.),

– **скапоцени** (злато, сребро, платина),

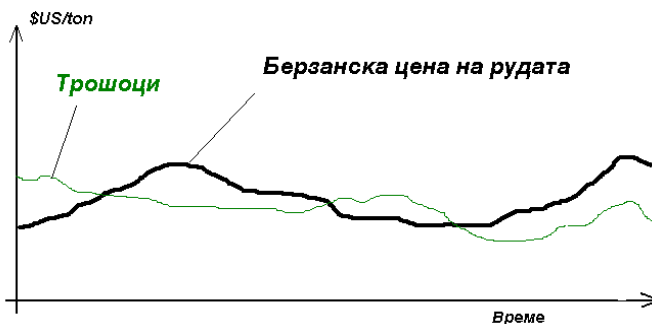
– **базични** (бакар, олово, цинк),

– **лесни** (алуминиум, магнезиум),

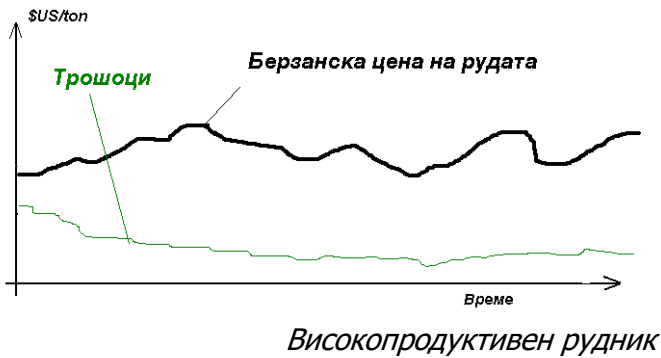
– **тешки** (ураниум, радиум, ториум),

– **специјални** (литиум, германиум, галиум, арсен и др.).

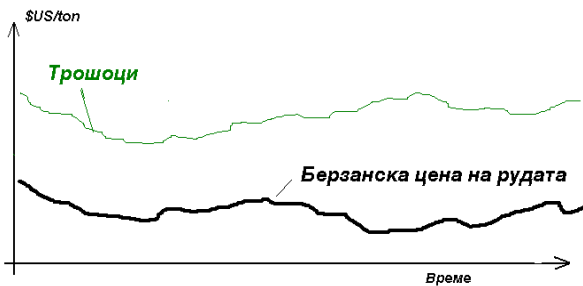
Цената на минералите ја диктира глобалниот пазар и се дава како **USA\$/ton**. Следните слики даваат преглед на берзанската цена и трошоците на производство по тон.



Сл. 2.2.
Берзанска цена и
трошоци



Сл. 2.3.



Сл. 2.4. Рудник со големи загуби

Содржината на корисната супстанција во рудата е исклучително важна. На пример, рудата се исплатува да се експлоатира ако е:

- Железо со содржина 30% до 64%;
- Олово и цинк 3%;
- Никел 1%;
- Бакар 0,3 % до 0,6%;
- Калај 0,01%.

Секако дека и многу други фактори влијаат врз исплатливоста, како што се местоположбата, методите на ископ, товарање и транспорт, експлозивноста, кадровската екипираност, економско-политичкиот систем и друго.

2.1. Површински копови

Кога коефициентот на раскривка K има помала вредност од соодветната табеларна вредност, тогаш може да се пристапи кон отворена, односно површинска експлоатација на рудата. Тоа значи дека ќе треба да се изврши раскривка на кровината (тоа е слојот што се наоѓа над рудното тело) и да се премести на друго место, а потоа да се постави механизацијата за ископ и постепено да се ископува од рудното тело и да го преместува на друго место.

Методите на површинска експлоатација се делат според начинот на транспортирање на отквивката и корисната супстанција. Потребно е сета ископана јаловина да се смести на најсоодветен начин, водејќи сметка како за економските, така и за еколошките и безбедносните услови.

Според Мељников, класификацијата на методите на површинските ископи можат да се поделат на следните групи:

- Бестранспортни („стрипинг“) методи. Се применуваат машини со циклична работа (багери со еден кош, драглајни и др.). Одлагањето е блиску, во внатрешно одлагалиште.

- Транспортни методи со одлагање, се применуваат машини со континуирана работа (роторни и верижни багери) или скрепери, хидромеханизација. (Ова има голема примена во Германија.)

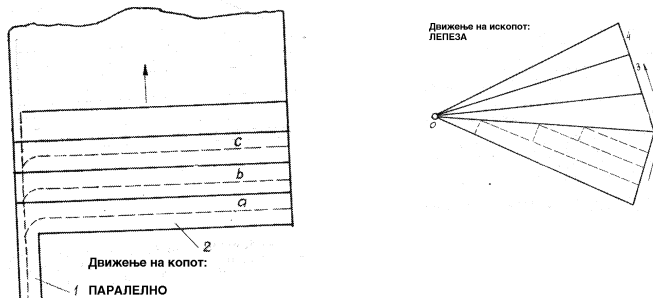
- Транспортни методи, се применуваат сите видови багери и транспортни уреди и машини, раскривката се преместува во одлагалишта како надвор од копот, така и внатре.

- Комбинирани методи, се употребуваат багери од сите видови и капацитети и сите видови транспортери и одлагачи. Кај овој метод, горните слоеви (етажи) се пренесуваат надвор, додека подолните се сместуваат на местото од каде што е извадена рудата.

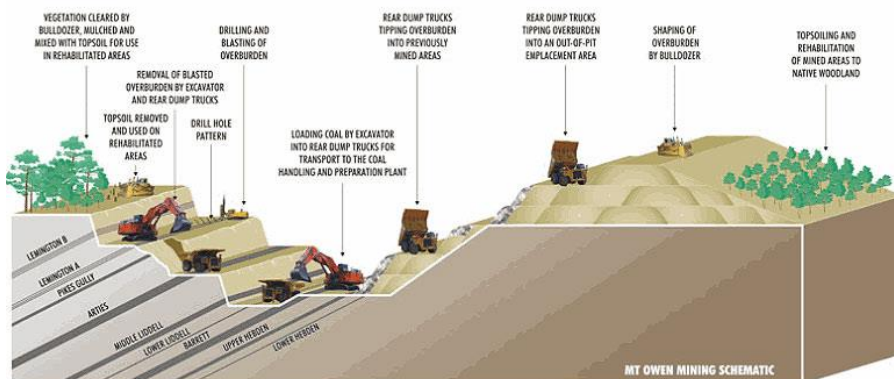
Слоевите од јаловината (кровината) не смеат да бидат стрмни, за да не дојде од обрушување, значи треба да бидат изведени косо-скалесто во етажи.

Постојат неколку начини на напредување на откопниот фронт (Сл. 2.1):

- Паралелно движење на откопниот фронт, во форма на спектар и комбинирано.

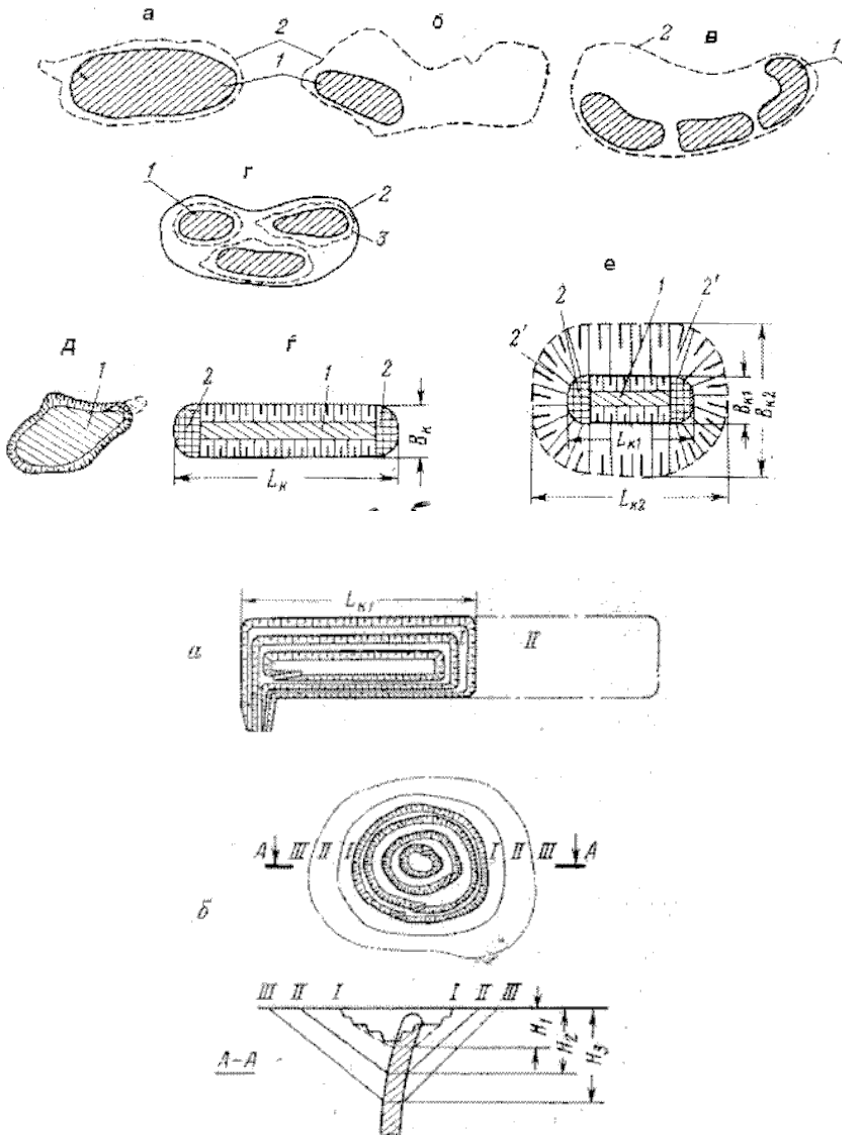


Сл. 2.1. Напредување на површинските копови



Сл. 2.2. Изглед на еден површински коп

Според димензиите и обликот на откопните простори кај површинските копови, исто така можат да се направат поделби. На Сл. 2.3 се прикажани облици на коповите што се приспособуваат според обликот на рудното тело.



Сл. 2.3. Облици на површински копови и напредување

Се прави поделба според големината на површинскиот ископ, и тоа:

– Многу мали површински копови, со површина 0,3 до 0,4 km², со длабочина 20 до 40 m, откопна маса 10.000.000 m³, тие се предвидени да работат најмногу 10 години.

– Мали површински копови, со површина 1,5 до 2,0 km², со длабочина 40 до 100 m, откопна маса до 100.000.000 m³. Овој вид копови се предвидени да работат 10 до 25 години.

– Средни површински копови, со површина 1,5 до 6,0 km², со длабочина 60 до 200 m, откопна маса до 100.000.000 до 500.000.000 m³. Предвидени се да работат 25 до 30 години.

– Големи површински копови, со површина 4,0 до 20 km², со длабочина 80 до 250 m, откопна маса од 500.000.000 m³ до 2 милијарди m³. Предвидени се да работат 30 до 60 години.

– Многу големи површински копови, со површина 10 до 40 km², со длабочина 120 до 800 m, откопна маса од 2 до 10 милијарди m³. Рок на употреба 60 до 100 години.

Етажите мораат да бидат под наклон γ , кој ќе спречи обрушување при порои, земјотреси, минирање.

Предности на површинските копови:

- *Висока продуктивност (4 до 6 пати во однос на јамската експлоатација);*
- *Мали трошоци;*
- *Висока механизированост и автоматизација;*
- *Помали опасности.*

Негативности на површинските копови:

- *Големи количества јаловина;*
- *Загадување на човековата средина;*
- *Временски непогоди.*

На Сл. 2.4 е прикажан површински коп што по исцрпувањето на сета руда е затворен. Според законите што се однесуваат за екологијата, неопходно е да се извршува покривање на длабоките и многу широки и долги дупки од кои се експлоатирала рудата, да се изврши пошумување и да се овозможи опстојување на растителниот и животинскиот свет (rehabilitation). Во Европската унија постојат мошне строги закони во тој поглед, бидејќи површинските копови ја нарушуваат екологијата како за време на експлоатацијата, така и по затворањето на рудникот.



Сл. 2.4. Вештачко езеро и пошумување на околината на поранешен површински рудник

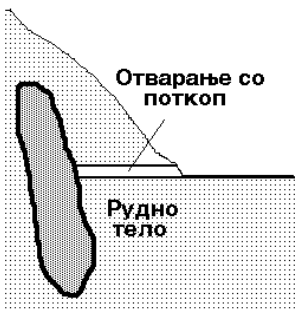
2.2. Подземни (јамски) копови

Во сите случаи каде што рудното тело е длабоко под површината на земјата, односно коефициентот на раскривка K е со повисоки вредности од препорачаните во таблица, се пристапува кон јамски методи на рударење. Тоа значи дека треба да се направи

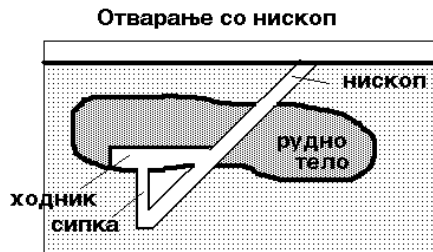
приод до рудното тело без извршување на раскривка како кај површинските копови. Постојат повеќе методи на отворања, односно пристапување до рудното тело, и тоа:

1. отворање со поткоп (Сл. 1),
2. отворање со нископ (Сл. 2),
3. отворања со вертикално окно (Сл. 3 а и Сл. 3 б),
4. комбинирани отворања – со нископ и вертикално окно или обратно.

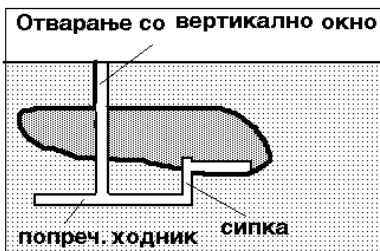
ОТВОРАЊЕ ЈАМСКИ КОПОВИ



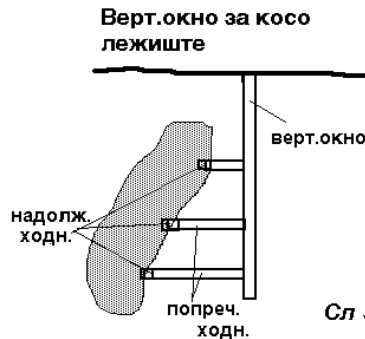
Сл 1



Сл 2



Сл 3а



Сл 3б

Се настојува да се направат колку што е можно помалку трошоци за да се дојде до целта. Тоа е многу важна проблематика што е предмет на рударските експерти и институти.

Иако предметот градежни и рударски машини ги проучува машините и уредите што се користат во рударството и

градежништвото, се смета за потребно да се наведат неколку важни поими од рударската терминологија, а тоа се:

а) Хоризонтални руднички простории

Овие простории се изведуваат со мал пад (наклон) кон излезот со околу два-три промила, заради полесен транспорт на рудата и заради природното истекување на водите.

Кон овој вид простории спаѓаат сите подземни ходници – кои се долги простории со мал попречен пресек во однос на нивната должина. Можат да бидат попречни и надолжни.

– Поткоп е хоризонтална рудничка просторија со еден излез нанадвор.

– Тунел е хоризонтална рудничка просторија со два излеза нанадвор.

б) Вертикални руднички простории – окна

Окната можат да бидат **експлоатациски и истражни**.

Експлоатациските окна можат да бидат извозни и вентилациски. Тие се со поголеми дијаметри и за нив се преземаат посебни мерки за зајакнување и обложување (сидање, бетонирање). Најчесто се со кружен облик.

Истражните окна се со помали дијаметри и служат за испитување на рудното тело за содржина на корисна супстанција и резерви на руда или, пак, за други испитувања неопходни за одвивање на процесот на експлоатација (цврстина на околните карпи и сл.).

в) Коси руднички простории

Постојат неколку вида коси простории во јамските рудници, и тоа:

– **нископ** (коса просторија – со еден излез на површината),

- **ускоп** – коса внатрешна просторија без излез на површината,
- **сипки** – коси отвори во внатрешноста на рудникот за спуштање на ископана руда под дејство на гравитацијата,
- **свозници** – простории под наклон заради транспорт со колички во внатрешноста на рудникот.

3. МАШИНИ ЗА ЗЕМЈЕНИ РАБОТИ

3.1. Физичко-механички особености на земјиштата

Горниот слој на Земјината кора што е од минерално потекло и е со голема разновидност се нарекува земјиште. Слојот од земјиштето се состои од тврди честички и од пори (шуплини, пукнатини и сл.).

Се разликуваат два вида земјишта од аспект на механичка обработка на земјиштата, т.е. ископот:

- сврзани (честичките се поврзани меѓу себе со водена обвивка што создава силна атхезиска сила меѓу честичките),
- неврзани (честичките се неповрзани меѓу себе, на пример сув песок).

Токму водената обвивка (влажноста на земјиштето) е една од највлијателните параметри за отпорите за копање. Сепак, за секој вид минерални честички постојат одредени проценти на влажност што создаваат најголеми атхезиски сили. Помалку или повеќе влага од тој процент дава намалена цврстина на почвата.

Според големината на честичките во земјиштето направени се следните градации:

- глина, со големина на честичките 0,2-2 μm ;
- прав, со големина на честичките 2-20 μm ;
- песок, со големина на честичките 20-2.000 μm ;
- чакал, со големина на честичките 2-70 mm;
- камен, со големина на честичките 70-300 mm.

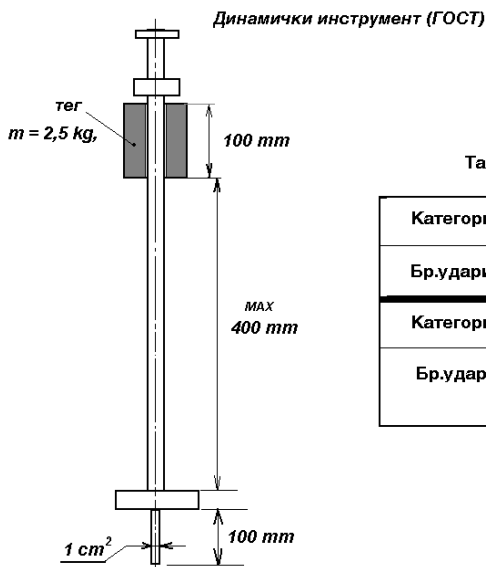
Називите на земјиштата се според содржината на глина во себе:

Песокот (содржи под 3% глина) --> глинен песок --> песочна глина --> глина (глината содржи над 20 % глина).

Насипната маса [kN/m^3] или [t/m^3] е важна карактеристика на земјиштата. Таа претставува тежина на еден кубен метар ископана земја (во раситнета состојба).

Ровкоста, пропустливоста, лепливоста, абразивноста и др., се особини што исто така имаат одредено значење за работните процеси кај машините за земјени работи. Сепак, една од најважните е цврстината на земјиштето за продирање на сечило или клин. Всушност, тоа е особеност за машинска обработка.

Во Русија (СССР), вршени се големи теориски и обемни експериментални истражувања на утврдувањето на цврстините на земјиштата. Ваквите истражувања се најрелевантни во светски рамки и ги користат сите компании во светот, при проектирање на работни органи за ископ (за багери, скрепери, дозери, грејдери, ралници и др.).



Таб.1. Категории на земјишта

Категорија	I	II	III	IV
Бр.удари С	1 - 4	5 - 8	9 - 15	16 - 34
Категорија	V	VI	VII	VIII
Бр.удари С	С до 560 карпи и смрзнати земјишта			

Сл. 3.1. Динамички инструмент и класи на земјишта

Категоризацијата на почвите се утврдува со помош на т.н. динамички инструмент според ГОСТ-стандардот (Сл. 3.1). Принципот е следен:

1. Инструментот се поставува вертикално врз теренот што треба да се испита.
2. Се подига тегот до горната највисока позиција и се пушта слободно да падне.

3. Под дејство на ударот, трнот се набива во земјата за одреден износ.

4. Процесот се повторува сè додека трнот не навлезе 100 мм во почвата.

5. Бројот на удари C при кој трнот навлегол за 100 мм во почвата е многу значаен податок што најточно ја дава класата на земјиштето од аспект на механичка обработка.

На овој начин, земјиштата според цврстината се поделени во осум класи (Таб. 1 на Сл. 3.1).

3.2. Методи на ископ

Ископот е одвојување на земја од масивот. За тоа е неопходно вложување сила, со цел да се направи раскинување на атхезиските сили што го држат земјениот масив во една целина.

Постојат повеќе начини на ископ, пред сè зависно од категоријата на земјиштето, односно од бројот на удари C .

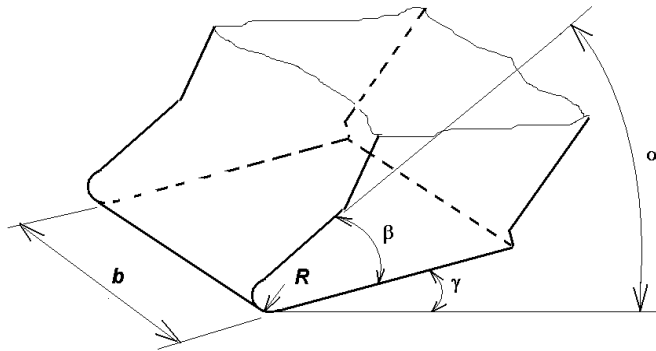
1. Механички, се користат клиновидни органи (сечила, ножеви), статички и динамички. Специјалната потрошувачка на енергија се движи во границите, од 0,3 до 0,5 kWh/m³.

2. Хидрауличен метод, со силен млаз вода при истовремено вшмукување на смесата, се врши раскопување на обично песокливи земјишта. Специјалната потрошувачка на енергија се движи во границите, од 3 до 5 kWh/m³.

3. Експлозивни, се користат за категории земјишта над четири (карпи).

4. Комбинирани методи.

Механичкиот ископ е применет со над 90 проценти, пред сè поради економичноста. Примената зависи од конкретните услови. И тој метод се заснова на продирање на клиновидно тело (Сл. 3.2.), што мора да биде легиран челик со високи проценти на манган, поради интензивното абење.



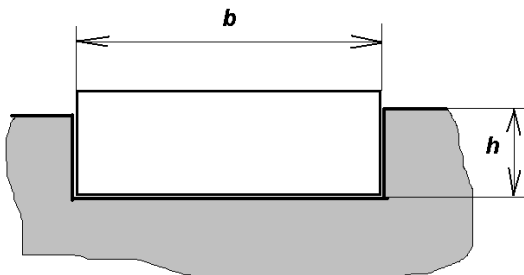
Сл. 3.2. Основен облик на клиновидно тело за ископ

Според проф. Домбровски (Русија), врз основа на бројот на удари со динамичкиот инструмент **C**, може да се направи базична формула за пресметка на отпорите на копање **F_{wkop}**:

$$F_{wkop} = k_{kop} b h [kN]$$

каде што **k_{kop}** = (7 – 8) C [kPa] е специфичен отпор на копање.

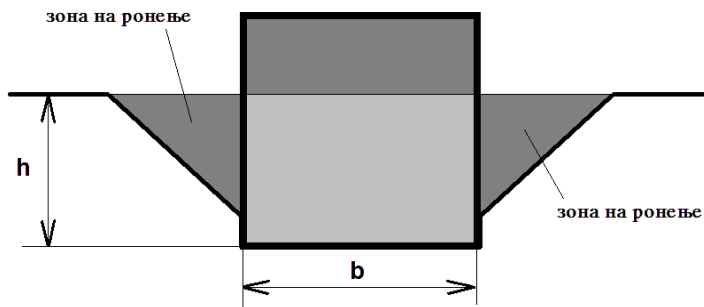
b, h [m] се димензии на резот, прикажани на Сл. 3.3.



Сл. 3.3. Пресек на резот при копање со основен клиновиден орган

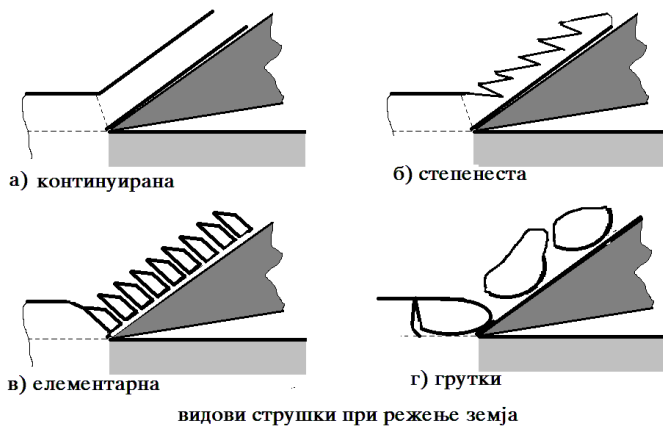
Поновите истражувања ги земаат предвид сите сознанија од проблематиката на копањето, а пред сè дека длабочината **h** и широчината на копањето **b** се факторите со најголемо влијание, а особено длабочината **h**. Се смета дека соодносот **h/b = (2 – 4)** е најповолен и тогаш има најмал отпор на копање.

При копањето, обично се јавува раздробување од страните (според проф. Зеленин), што претставува една поволност. Зоните на ронење (Сл. 3.4.) зависат од видот на земјиштето и неговата влажност.



Сл. 3.4. Зони на ронење при копањето со клиновиден орган

Струшката (Сл. 3.5.), која се формира при копањето, може да биде различна во зависност од видот на земјиштето и неговата влажност.



Сл. 3.5. Видови струшка при режење земја

Освен набројаните случаи и сознанија, треба да се нагласи дека кошевите (корпите, лопатите) што имаат заби значително го намалуваат отпорот на копање. Сепак, кај многу широки кошеви таа предност веќе ја нема. Имено, со порастот на широчината на кошот, забите сè помалку влијаат на намалувањето на отпорите на копање, така што кај многу широките кошеви, забите се излишни. На пример, кај кошеви со широчина преку 1,5 m забите дури го зголемуваат отпорот на копањето.

Обично, предниот агол на режењето $\alpha = 20^{\circ} - 30^{\circ}$, а задниот агол $\gamma = 7^{\circ} - 10^{\circ}$.

Заоблената зона на сечилото на кошот, според проф. Фјодоров, ги намалува отпорите дури до 30%. Сечилото мора да биде остро (показател е радиусот на затапеноста). Затапеноста може да ги зголеми отпорите и над 100%.

Брзината на режењето има влијание на отпорите само ако е над 2 m/s.

3.3. Компоненти на отпорот на копање

Кај сите машини за ископ се јавува вкупен отпор на копањето F_w , кој се состои од три компоненти:

$$F_w = F_{w1} + F_{w2} + F_{w3}[\text{kN}]$$

каде што се:

F_{w1} – отпор на режењето

F_{w2} – отпор од полнењето на кошот

F_{w3} – отпор од туркањето земјена призма (куп) пред работниот орган (кош, ралник).

3.3.1. Отпор на режење

Во зависност од тоа дали кошот има или нема заби, од неговиот облик и слично, многу автори вршеле пресметки на отпорот на режењето. Оваа компонента може да биде многу голема и таа е доминантна кај многу машини за ископ. Една од најкомплетните формули за пресметка на отпорот на копањето е следната:

$$F_{wl} = k_l h (B + h) (0,55 + 0,015\alpha) (\sigma (znb + \mu_l ynb)) \quad [kN]$$

каде што се:

k_l [kN/m²] – специфичен отпор на режење (се зема од табели)

h [m] – дебелина на струшката што се реже (или длабочина на режење)

B [m] – широчина на кошот

α [°] – преден агол на режење

σ [kN/m²] – гранична носивост на земјиштето (се зема од табели)

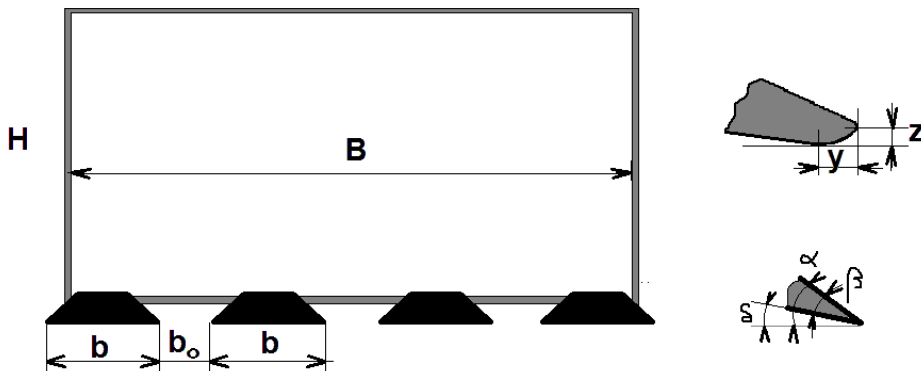
z [m] – вертикална проекција на затапување на сечилото

y [m] – хоризонтална проекција на затапување на сечилото

b [m] – широчина на еден заб на кошот

n – број на заби на кошот

μ_l – коефициент на триење челик по земја



Сл. 3.6. Пресметковна шема на кош со заби

Сите вредности употребени во формулата се земаат од соодветни табели и дијаграми, во зависност од видот на кошот (багер, скрепер, драглајн и др.) и од други околности (вид на почвата и др.).

3.3.2. Отпор на полнење на кошот (F_{w2} [kN])

При процесот на копање истовремено со режењето на слојот земја, тој слој влегува во кошот и притоа создава отпори. Во зависност од големината на кошот, тој отпор може да биде многу голем. Така, на пример, кај скреперите тој отпор ги надминува сите други отпори, т.е. тој е доминантен.

$$F_{w2} = BHh\gamma + \mu_2BH^2\gamma \quad [kN]$$

каде што се:

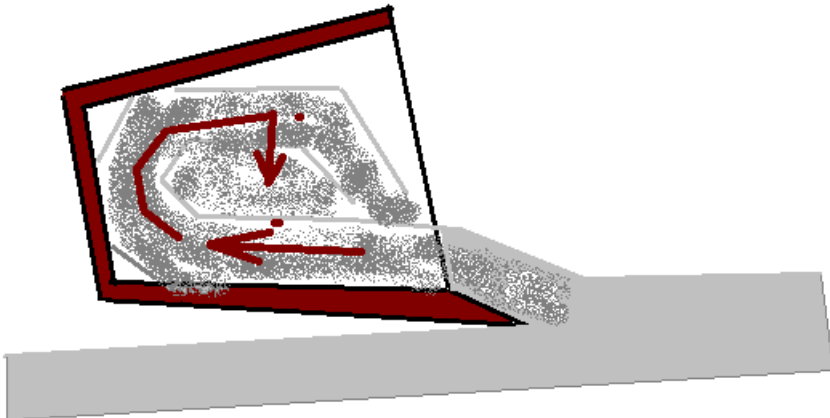
h [m] – дебелина на струшката што се реже

B [m] – широчина на кошот

H [m] – висина на кошот

γ [kN/m³] – насипна маса на земјиштето во кошот

μ_2 – коефициент на внатрешно триење на земјата во кошот



Сл. 3.7. Отпори при полнење на кошот

3.3.3. Отпор на туркање на земјената призма (F_{w3} [kN])

Кога се врши копање со механички орган (кош, ралник и др.) во голем број случаи се јавува еден куп земја пред работниот орган, кој треба да се турка напред. Тој отпор е доминантен кај грејдерите и кај дозерите (булдозери, тилтдозери). Тој куп има облик на триаголна призма.

$$F_{w3} = k_y B H^2 \gamma (\mu_3 \pm i) \quad [kN]$$

каде што се:

$B [m]$ – широчина на кошот

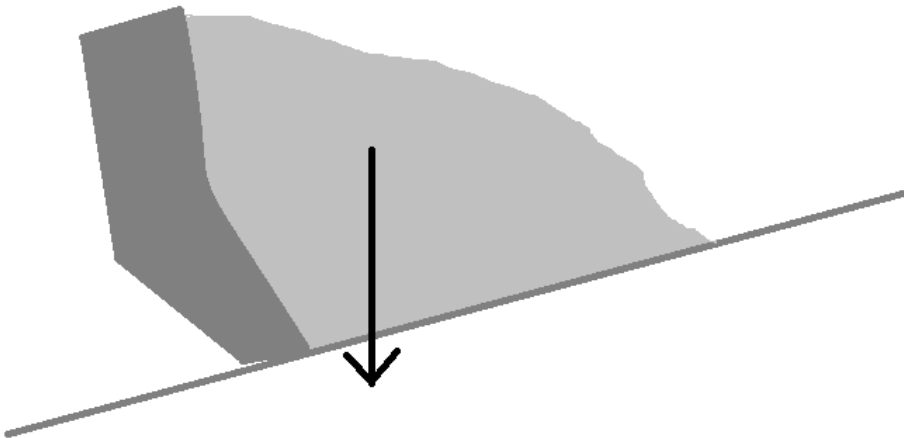
$H [m]$ – висина на кошот

$\gamma [kN/m^3]$ – насипна маса на земјиштето во кошот

μ_3 – коефициент на внатрешно триење на земјата во кошот

$i = th\alpha_{naklon}$ – тангенс од наклонот на теренот под кошот

$k_y = 0,5 - 0,6$ – корекциски фактор на обликот на призмата.



Сл. 3.8. Отпор од туркање на земјената призма

4. ТЕХНИЧКО-ЕКСПЛОАТАЦИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА МЕХАНИЗАЦИСКИТЕ МАШИНИ

Техничко-експлоатациските показатели што ја одразуваат ефикасноста на една машина, но исто така големината и капацитетот, маневарските способности, надежноста, трајноста и друго, се изразуваат со многубројни вредности и служат за споредби со сродни машини.

Еден од најважните такви показатели е **теорискиот капацитет**. Тоа е показател на учинокот на секоја одделна машина.

$$Q_{thcikli} = n Q_1 [m^3/h] \text{ (за машини со циклична работа)}$$

каде што се:

n – број на циклуси за еден час

Q_1 – количество на извршено производство во текот на еден циклус. Тоа најчесто претставува волумен на работниот орган, иако во многу случаи тоа се изразува и на друг начин.

$$Q_{thcont} = A v [m^3/h] \text{ (за машини со континуирана работа)}$$

каде што се:

$A [m^2]$ – површина на попречен пресек на текот на материјалот (на пример, случај кога се реже слој – дозери, грејдери, или поставување слој асфалт и др.)

$v [m/h]$ – брзина на движење на текот на материјалот.

Теорискиот капацитет кај некои градежни машини може да се изрази и преку други мерки, на пример $[m^2/h]$ како кај валјациите – колку површина ќе се набие за еден час. (Кај некои земјоделски трактори, на пример колку површина ќе се изора.) Освен мерката $[m^3/h]$ може да се применува и мерката $[t/h]$.

Во поглед на теориските капацитети, за секоја машина и постројка ќе бидат изразувани одделно со најсоодветните формули и мерки.

Техничкиот капацитет претставува друга важна карактеристика на учинот на една машина. За разлика од теорискиот капацитет, техничкиот ги зема предвид коефициентите на полнење и коефициентот на ровкост.

$$Q_{teh} = Q_{th} \cdot \frac{k_p}{k_r} \quad [m^3 / h]$$

каде што се:

k_p – коефициент на полнење на работниот орган

k_r – растреситост (ровкост) на земјата

Експлоатацискиот капацитет го зема предвид временското искористување на една машина, како и начинот на управување на машината (рачно, серво, автоматизирано и сл.) и условите за работа (ергономија).

$$Q_e = Q_{teh} k_n k_v [m^3 / h]$$

каде што се:

$k_n = 0,82 - 0,92$ – коефициент на управувањето (рачно)

$k_n = 0,96 - 0,98$ – коефициент на управувањето (серво)

$k_v = 0,75 - 0,85$ – коефициент на временско искористување.

Овој коефициент е директно зависен од начинот на организацијата на производството и менаџментот.

Така, на пример, за добро искористена машина се смета ако работи 3.500 часа годишно во една година во две смени, а 2.000 часа за една година едносменски. Сепак, овие бројки се ориентациски, а во практиката се менуваат во многу широки граници. Освен капацитетите, други показатели за една механизациона машина се:

- Индекс на ангажирана енергија ($I_e = E/Q_t$)
- Индекс на вградена маса ($I_m = m/Q_t$)
- Индекс на потрошувачка на гориво ($I_g = q/Q_t$)
- Цена на чинење на единица производ:

$$C_k = k \cdot \frac{\sum T}{Q_t}$$

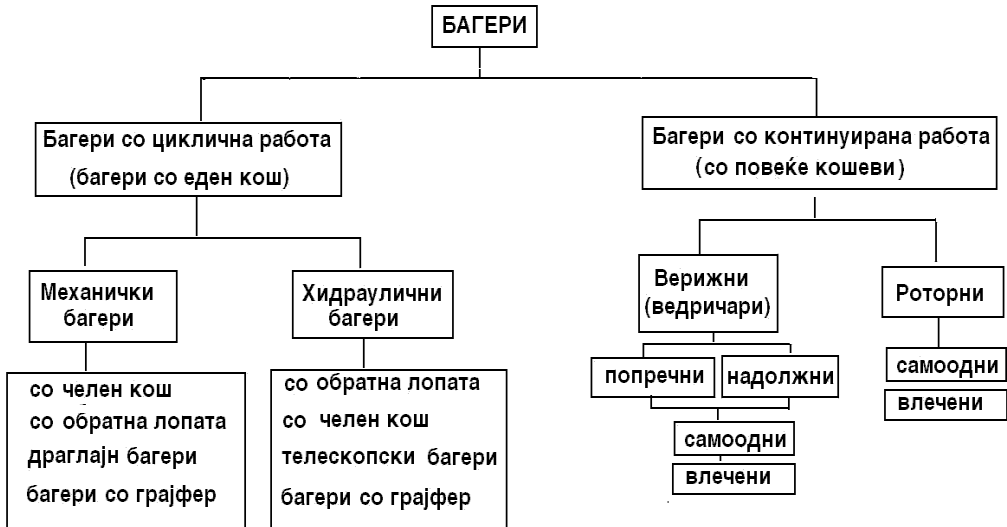
k – коефициент на добивка (профит)

T – вк. трошоци (амортизација, одржување)

Векот на траење на една градежно-рударска машина, според литературни извори, изнесува 8.000 до 30.000 работни часа. И ова се груби ориентациски податоци.

5. БАГЕРИ

Багерите се машини за ископ. Принципот на работа е таков што при ископот се врши и полнење на кошот со ископаната земја. Наполнетиот кош се подига и се завртува до соодветната позиција за истовар. Имајќи го предвид овој принцип, направени се многу концепции и варијанти на багерите. На Сл. 5.1 е дадена општата класификација на багерите.



Сл. 5.1. Општа класификација на багерите

5.1. Механички багери

Овие багери припаѓаат на групата багери со еден кош, односно багери со циклична работа. Оваа група ги опфаќа следните видови:

1. со челен кош (лопата, корпа или лажица),
2. со обична лопата (кош, лажица),
3. драглајн (со влечна кошница или кош),
4. со грајфер.

Механичките багери со еден кош се самоодни машини за ископ на земјишта од I до IV категорија. Циклусот на работа кај сите овие багери се состои од следните фази:

1. ископ,
2. пренос на ископаната земја, со вртење на куполата,
3. растоварање,
4. враќање во почетна положба за копање.

Во САД, првиот механички багер е изграден во 1836 година, поставен на шини, со волумен на кошот од само 0,75 m³. Во Европа и Русија, багерите почнуваат да се користат дури во 1901 година. До 1917 година во Русија имало само 37 багери. По 1931 година почнале да се произведуваат багери со дизел-погон, а подоцна и поголеми багери на електричен погон.

5.1.1. Механички багери со челен кош

Овие машини се најчесто применувани механички багери (Сл. 5.2). Служат за ископи над нивото на стоење и нивната најголема примена е, всушност, на површинските копови во рударството, но и при ископи во градежништвото (брани, патишта и друго), односно таму каде што се потребни масивни ископи.

По своите габарити и по капацитетите, тие се многу силни и достигнуваат мошне високи граници (на пример, вкупната маса до 14.000 тони и волумени над 100 m³, капацитети од 9.000 m³/h и моќност над 30.000 kW).

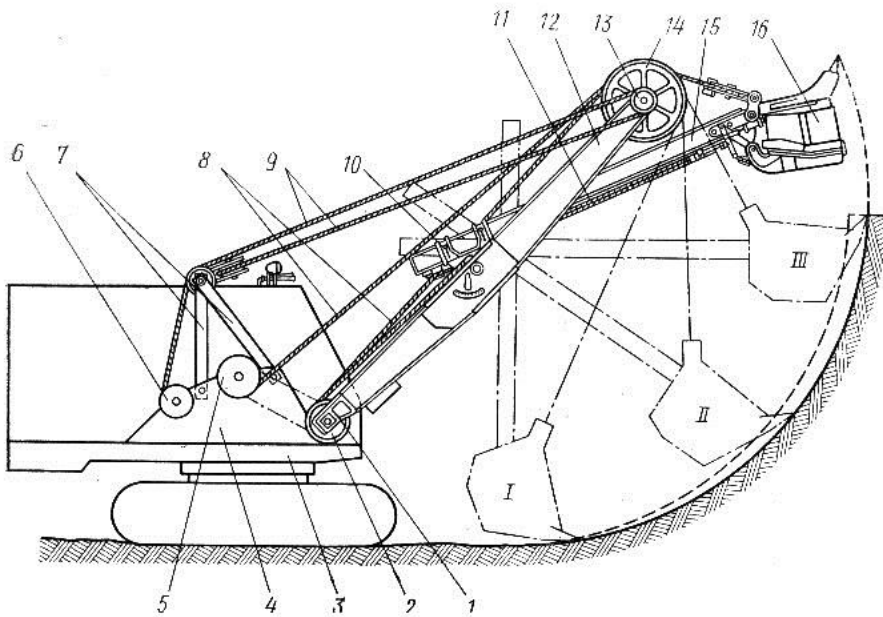


Сл. 5.2. Изглед на еден механички багер со челен кош

Механичките багери од овој вид сè уште не можат да бидат истиснати од хидрауличните багери со челен кош. Иако овој вид багери претежно работи на отворено, тие можат да се применат и во подземни рударски ископи и тунели.

Движењата на главните делови на работната опрема се остварува со помош на челични јажиња, што се влечат со барабани сместени во вртливата купола.

Делот што се движи на овие багери најчесто е гасеница без гребени, но помалите машини можат да се движат и со пневматици. Поретки се случаите овие багери да се вградат на пловен објект или, пак, на шини. Најтешките багери од овој вид се поставени на т.н. чекорен механизам.



Сл. 5.3. Шема на погоните на МБЧК и работна зона



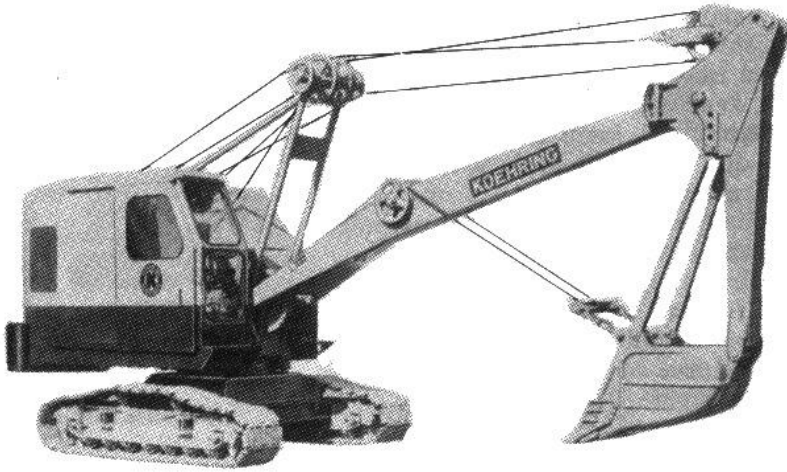
Сл. 5.4. МБЧК со голема корпа за рудници со површинска експлоатација



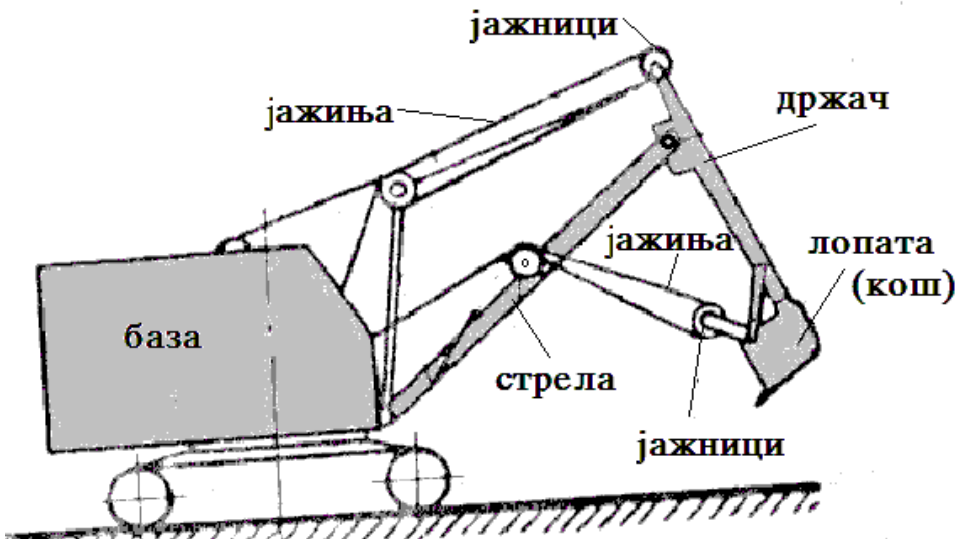
Сл. 5.5. МБЧК со парен погон (музејски експонат)

5.1.2. Механички багери со обратна лопата (МБОЛ)

МБОЛ служат за ископи под нивото на стојење. Денес веќе не се произведуваат, бидејќи се истиснати од хидрауличните багери со обратна лопата, поради убедливата надмоќност во секој поглед, и тоа: сила, капацитет, лесно ракување и одржување и др.



Сл. 5.6. Изглед на МБОЛ



Сл. 5.7. Шема на движењето работната опрема на МБОЛ



Сл. 5.8. Изглед на еден МБОЛ што сè уште е во употреба

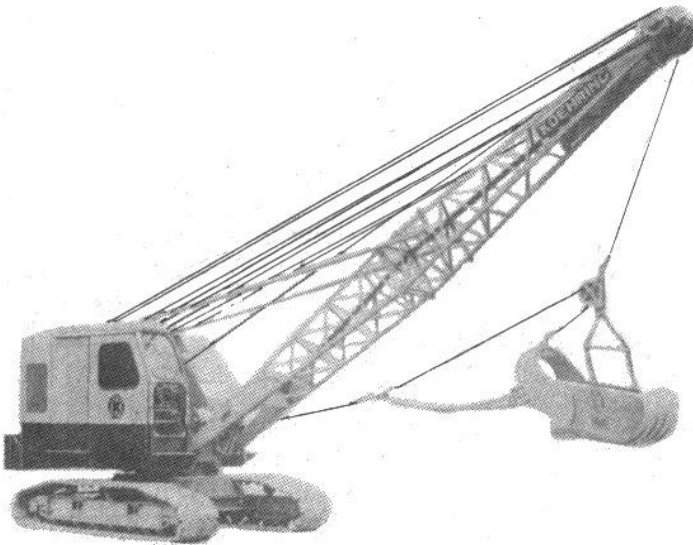
МБОЛ се помали од МБЧК и со помал капацитет и често се поставени на база со пневматски тркала. Делот што се движи, исто така, може да биде гасеница, но и пловен објект. Овие багери се мали за да бидат поставени на чекорен механизам. Движењата на работната опрема се остваруваат со помош на челични јажиња, што се влечени од барабани што се приклучуваат со фрикциски и вклучно-исклучни спојки (на пример, канцести спојки). Погонот е најчесто дизел-мотор, поретко со електромотори.

МБОЛ ископува под нивото на стоење, при ископ на длабоки ровови, темели или слоеви руда и во текот на својата работа потсетуваат на човек со мотика, но положбите што можат да бидат заземени укажуваат на тоа дека тие имаат особено широка работна зона. Ископува под нивото на стоење, при ископ на длабоки ровови, темели или слоеви на руда.

5.1.3. Драглајн багери

Драглајн багерите (или како што понекогаш се нарекуваат: багери со влечна корпа) се користат за ископи на песок и чакал во речни корита или, пак, на површински копови во рударството. По својата конструкција и начин на работа значително се разликуваат од другите механички багери. Радиусот и длабочината на ископите со драглајни е поголем отколку кај другите механички багери.

На Сл. 5.9. е прикажан изглед на еден драглајн багер.



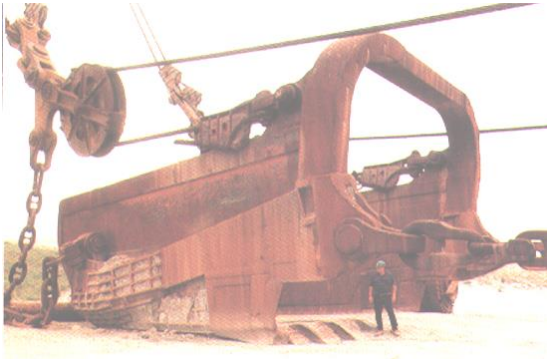
*Сл. 5.9.
Драглајн
багер за ископ
на песок и
чакал во
речни корита*

Составните делови кај драглајнот се:

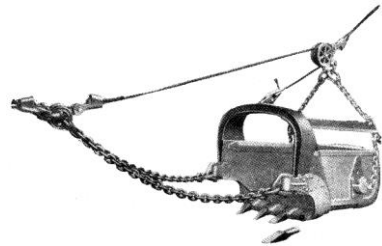
Вртлива база поставена на гасеници (или на чекорен механизам или пловен објект), работна опрема што се состои од едноделна или повеќеделна решеткава стрела, на која со јажиња е врзана влечната корпа.

Процесот на копање почнува со брзо завртување на вртливата база, при што високоподигнатата корпа под дејство на центрифугалната сила се фрла нанапред далеку. Кога ќе падне корпата, со влечење на јажињата се полни со руда или песок. Откако ќе се наполни, со системот се крева. Со вртење на платформата, полната корпа се донесува до местото за истовар и се олабавува јажето со што корпата се навалува и се исипува. Потоа, со брзо вртење, се повторува циклусот.

Драглајн багерите се со екстремно големи димензии. Надминуваат вкупна тежина од 14.000 т, распоните се над 100 м, а тежината на празна корпа е над 200 т. Таков рударски драглајн е инсталиран на површински коп за јаглен во Јута, САД. Тој се вика „Биг Маски“ и е најголем светски драглајн (Сл. 5.10).



Сл. 5.10. а) Корпа од крупен драглајн применет на површински копови и



б) Корпа од мал драглајн



Сл. 5.11. Драглајн багери

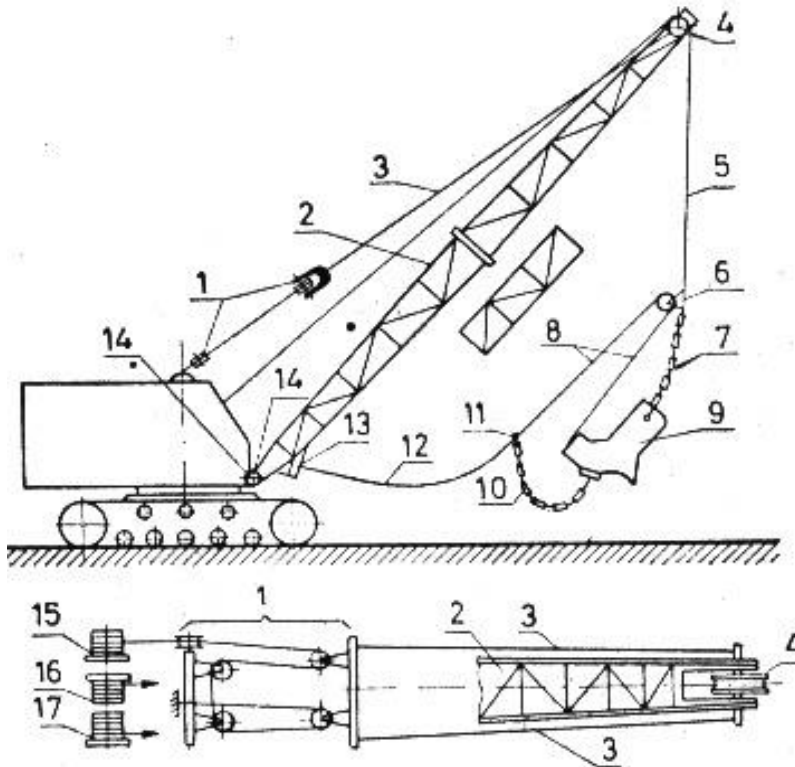
а) Крупен драглајн на површински коп б) Драглајн за ископ на песок

Во моментов во нашата земја, најголеми драглајн багери се поставени на површинските копови за јаглен во РЕК „Битола“ и РЕК

„Осломеј“, и тоа: три ЕШ 6/45 (волумен 6 m³, распон на стрелата 45 m) и неколку ЕШ 10/70 (волумен 10 m³, распон 70 m) ископ на јаловина (РЕК „Битола“).

Еден ЕШ 6/45 и еден ЕШ 10/70 за ископ на јаловина (РЕК „Осломеј“).

Управувањето на еден драглајн багер бара голема обука и искуство, со цел корпата да биде добро наполнета (таа треба да се исфрли колку што е можно подалеку или попрецизно до местото каде што треба да копа), а при транспортот (движењето) на полната корпа, таа да биде во хоризонтална положба за да не се просипува ископаниот материјал. Учинокот може да варира во мошне широки граници.



Сл. 5.12. Шема на влечење на јажињата за управување на работната опрема на еден драглајн багер

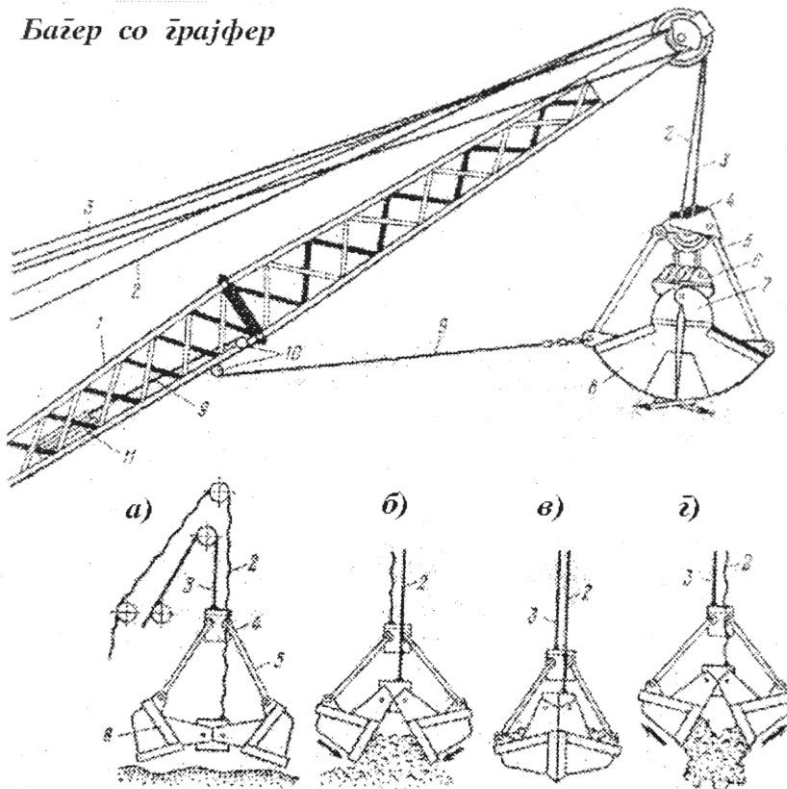
5.1.4. Механички багери со грајфер

Механичкиот грајфер е тежок склоп – грабалка, што се состои од две полутки и најчесто се користи како средство за црпење песок или иситнета земја, а поретко за ископ. Сепак, постојат багери што користат механички грајфер за извршување ископи во меки земјишта, а пред сè во речни корита, пристаништа и слично. Во рударството се користат само за ископи за меки неметални руди.

Базната машина за овој тип може да биде истата како за драглајн багерите, но принципот на работа им е мошне специфичен. Составните делови на багерот со грајфер се: едноделна или повеќеделна решеткава стрела, база на гасеници или пневматици и секако грајфер.

На Сл. 5.13 се прикажани четири карактеристични положби на грајферот, и тоа:

Багер со грајфер



Сл. 5.13. Изглед на механички багер со грајфер и фази на работа

- а. Грајферот е спуштен во почетна положба за ископ (црпење).
- б. грајферот се затвора, со тоа копа. Ова се постигнува со влечење на јажето (2). Со копањето, се исполнува со материјал внатрешноста меѓу двете полутки на грајферот.
- в. Јажето (2) се влече и понатаму, со што грајферот се подига и го пренесува ископаниот материјал до местото на исипување.
- г. Јажето (1) се затега, а се олабавува јажето (2), со што под дејство на тежината на материјалот и долниот тег, грајферот се отвора и материјалот се исипува.

Фазите од а. до г. го сочинуваат целиот циклус. Тој циклус се повторува.

Механичките грајфери мораат да бидат тешки, за да ја извршат својата функција. Затоа, денес, механичките грајфери се заменуваат со хидраулични, кои се многу полесни, а многу посилни.

Грајферите, како средство за ископ, се незаменливи за копање бунари и длабоки дупки и окна.



Сл. 5.14. Изглед на грајфер

5.2. Хидраулични багери

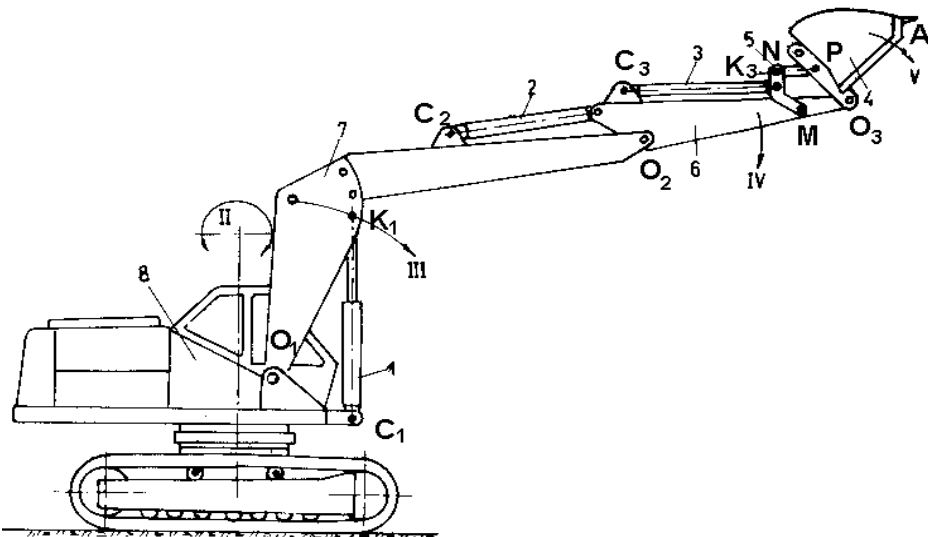
Овој вид багери припаѓаат на групата багери со циклична работа (и имаат еден кош, односно лажица или кошница).

Постојат четири главни концепции хидраулични багери, и тоа:

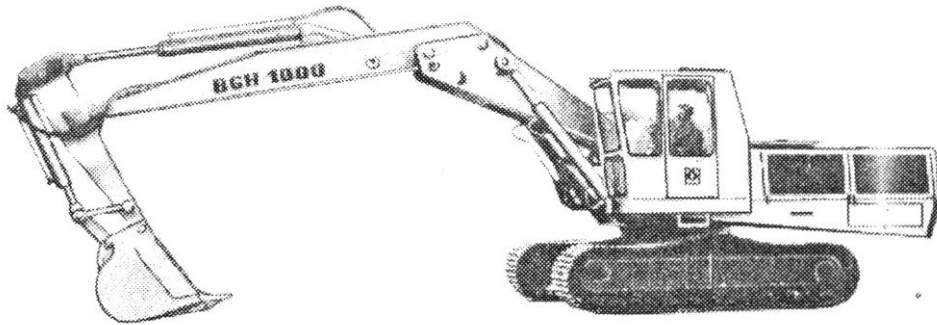
- со обратна лопата (или со длабинска лажица) – ХБОЛ,
- со челен кош – ХБЧК,
- телескопски,
- со хидрауличен грајфер.

5.2.1. Хидраулични багери со обратна лопата (ХБОЛ)

Исто како и МБОЛ, хидрауличните багери со обратна лопата (ХБОЛ) се употребуваат за ископи главно под нивото на стоење (ровови, темели, канали, речни корита и друго). Тие денес потполно ги истиснуваат механичките багери со обратна лопата, поради низата предности. На Сл. 5.14 е прикажана шема на еден ХБОЛ, на која можат да се забележат главните делови.



Сл. 5.14. Шема на ХБОЛ со дводелна стрела и обележани позиции, движења и зглобови на работната опрема: 1, 2, 3 – хидраулични цилиндри, 4 – кош (лопата), 5 – дијада, 6 – држач, 7 – стрела, 8 – вртлива база, 9 – дел што се движи (гасеница)



Сл. 5.15. ХБОЛ со дводелна стрела тип BGN-1000
(„14 Октомври“, Србија)

За разлика од МБОЛ, ХБОЛ ги остварува сите движења на работната опрема, наместо со челични јажиња, со помош на хидрауличните цилиндри. Силите што се остваруваат на забите од кошот (т.н. сили на кинење) се многу големи. Движењата што може да ги изведе еден ХБОЛ се:

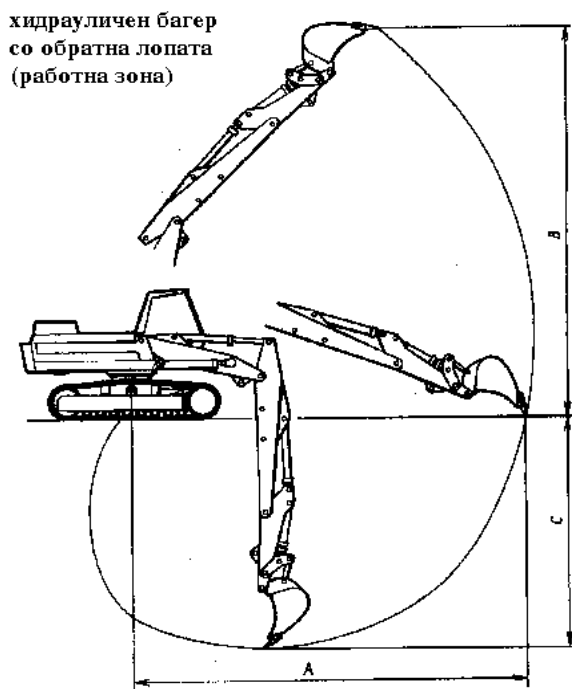
- вртење – движење на стрелата,
- движење – вртење на држачот,
- движење – вртење на кошот,
- ротација на вртливата база (купола),
- движење на целата машина (маневрирање).

Производителите на багери секогаш го даваат дијаграмот на работната зона (Сл. 5.16).

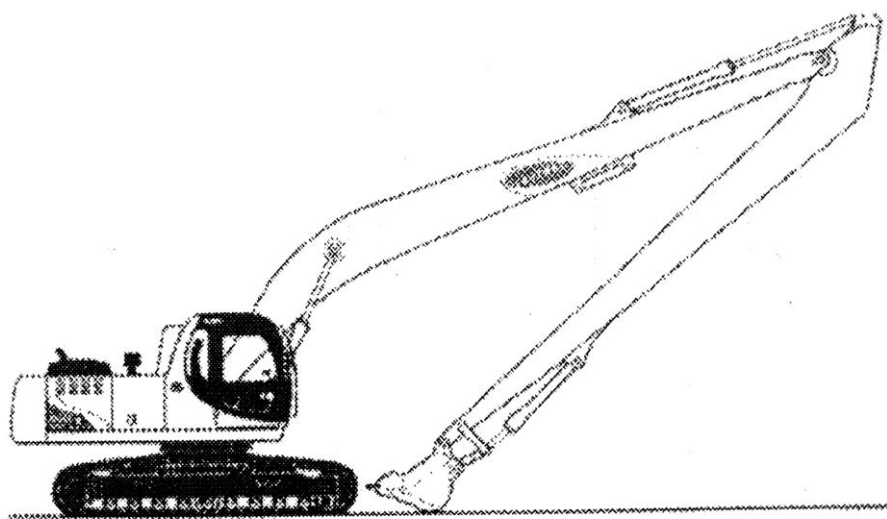
Зглобовите кај работната опрема ХБОЛ се според иста шема, и тоа:

O1, стрела со база, O2, држач со стрела, O3, лопата со држач, C1 – K1, C2 – K2, C3 – K3 (цилиндри со клипници), C3 – M – N (дијада), N – P (лост што се врзува за лопатата).

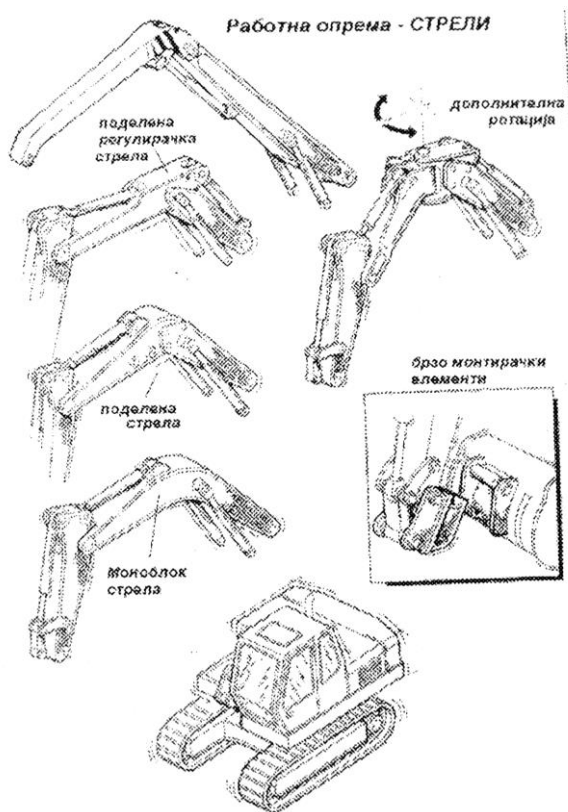
Кај секој багер можат да се сретнат истите зглобови, но разлики има само во димензиите и аглите на поставеност на зглобовите (Сл. 5.17). Единствена разлика е кај малите ХБОЛ (касмет-багерите), првиот хидрауличен цилиндар може да биде поставен над стрелата.



Сл. 5.16. Работна зона на ХБОЛ



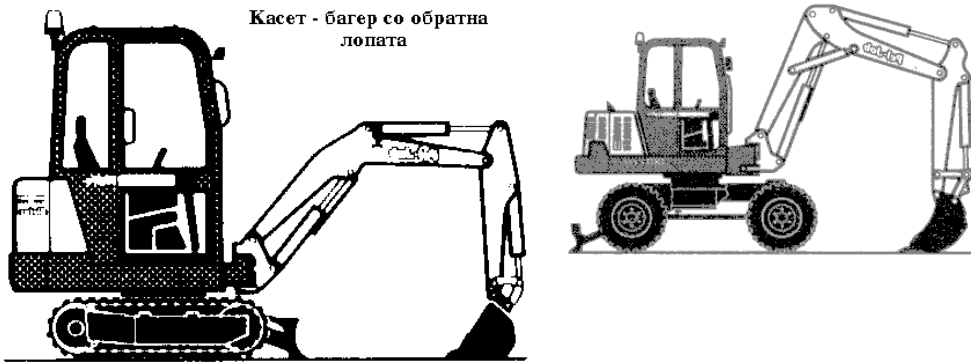
Сл. 5.17. Багер со долга моноблок стрела и долг држач за длабоки ископи на меки земјишта



Сл. 5.18. Видови стрели кај ХБОЛ

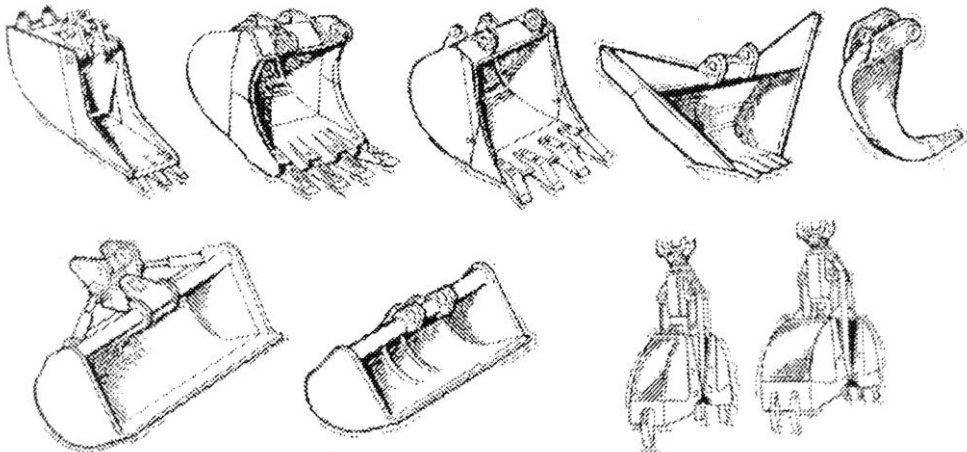
Заради остварување на повеќе функции, производителите на ХБОЛ ги снабдуваат со брзомонтирачка опрема. Обично, за зглобовите се предвидуваат повеќе места за прекопчување (на пример, K2, P и др.). На Сл. 5.18 се прикажани неколку вида стрели кај ХБОЛ.

Иако денес е јасна тенденцијата за развој на сè поголеми багери, постојат диктирања од пазарот дека треба да се развиваат и мали и микро ХБОЛ. На Сл. 5.19 се прикажани такви багери.



Сл. 5.19. Мали ХБОЛ поставени на гасеница и на тркала

ХБОЛ се помали од другите хидраулични багери. Нивниот капацитет зависи, пред сè, од волуменот на лопатата. На Сл. 5.20 се прикажани неколку вида работни органи што можат да се приклучат на ХБОЛ, во зависност од видот на земјиштето. Како што може да се забележи на сликата, речиси сите ХБОЛ имаат низа различни приклучни уреди, така што багерите можат да се користат и како товарачи и како автокранови.



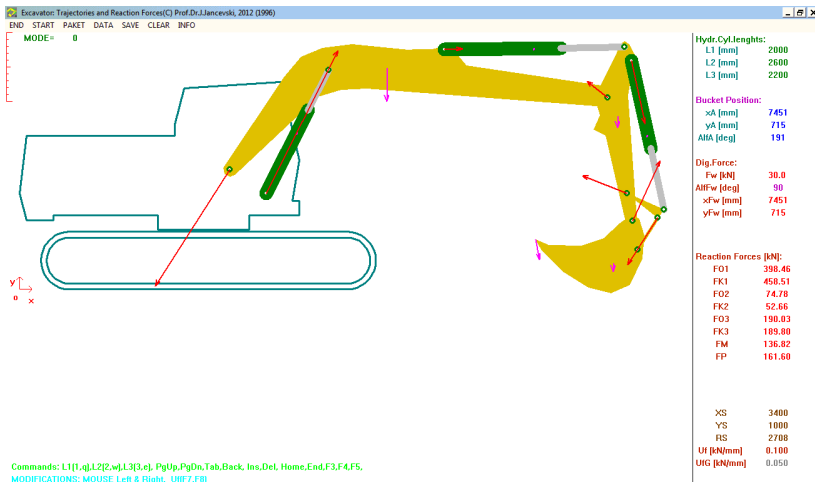
Сл. 5.20. Видови работни органи што можат да се монтираат кај ХБОЛ

На Сл. 5.21 е прикажан ХБОЛ („Комацу PC650“) со моноблок стрела, со дефинирани димензии.



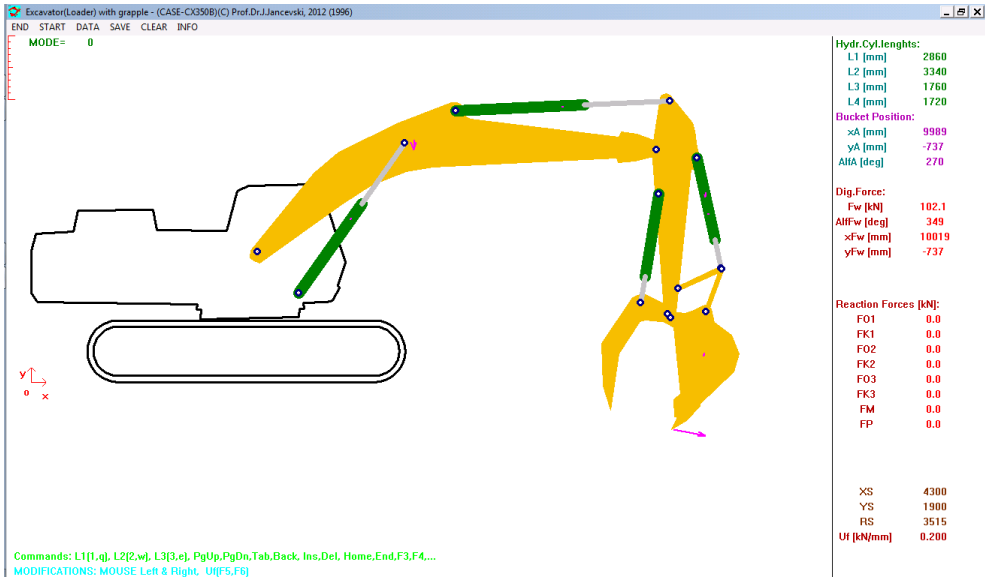
Сл. 5.21. Хидрауличен багер „Комацу PC650“ (Јапонија)

Во суштината, работниот механизам на ХБОЛ претставува сложен лостов повеќечлен зглобен механизам, чија пресметка се извршува според теоријата на механизмите или според методологији што се базирани на нови компјутерски базирани методологии (на пример, **TRET** и **SCREEN CONTACT**), со можности за компјутерски анимации и симулации на работата.



Сл. 5.22. Секвенција од компјутерската програма LIEB922.EXE (JJ-1996)

На Сл. 5.22 и Сл. 5.23 се прикажани секвенции од анимацијата на два ХБОЛ, каде што се гледаат координатите на забот од лопатата, како и реакциите во зглобовите во дадениот миг од анимацијата. Овие програми имаат можности за модификации на влезните параметри директно од компјутерскиот екран.



Сл. 5.23. Секвенција од компјутерската програма CASE.EXE (JJ-2012) за багерот CASE CX3508, кој има и дополнителен лост – клешта



Сл. 5.24. Комбинирана машина за ископ (ХБОЛ) и товарач

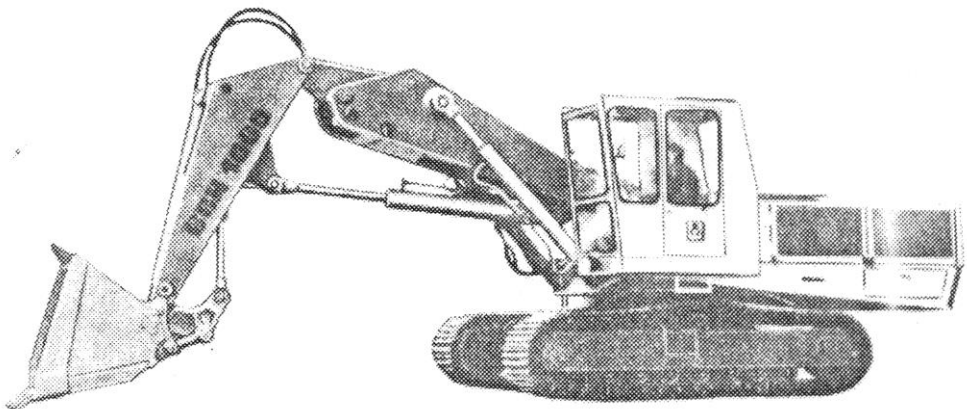
Производителите настојуваат да произведат такви машини што ќе имаат голема употребливост. На Сл. 5.24 е прикажана мала комбинирана машина за ископ и товарање, што наоѓа голема примена за извршување на градежни работи во градски услови.

Механизмот за движење кај ХБОЛ може да биде: гасеница, тркала, шини, пловен објект. Управувањето е лесно, со серво-уреди (со џојстици), кабините се ергономски изведени. Се користи хидроволуменска трансмисија (пумпи, хидроцилиндри, хидромотори за вртење на куполата и движење на гасениците). Сè почеста е автоматизацијата на движењата и групирање на операциите.

5.2.2. Хидраулични багери со челен кош (ХБЧК)

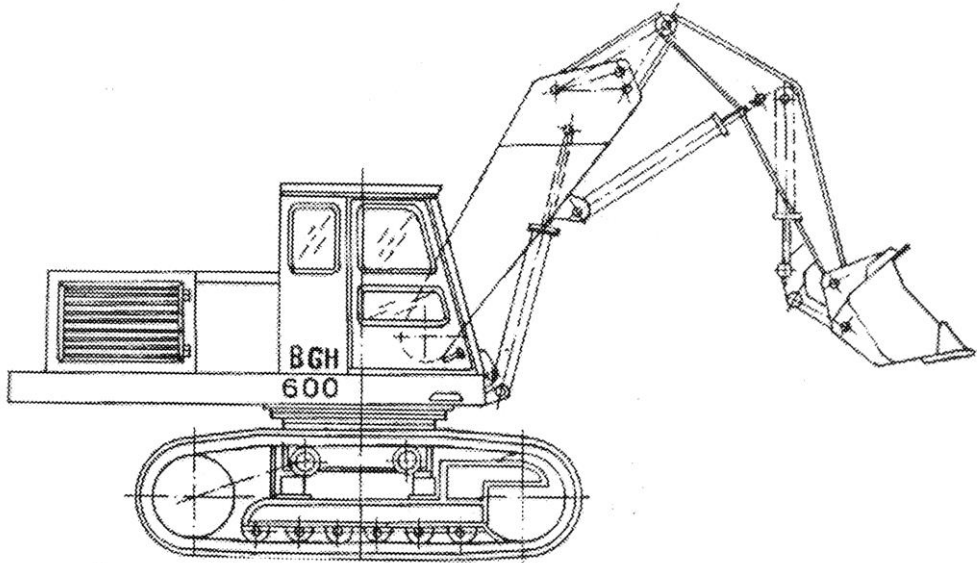
Хидрауличните багери со челен кош (ХБЧК) или хидрауличните багери со челна лопата секогаш се користат за ископи над нивото на стоење (при ископи за брани, тунели, површински копови во рударството и др.). Тие денес сè повеќе се применуваат, но не се во состојба да ги истиснат големите механички багери со челна лопата. Тоа е поради енормните нивоа на површински притисоци во зглобовите од работната опрема.

На Сл. 5.25 е прикажан изглед на еден багер ВGH-1000, кој е опремен како ХБЧК.



Сл. 5.25. Багер тип ВGH-1000 („14 Октомври" – Крушевац, Србија), опремен како ХБЧК (концепција 1 со зглобен механизам за превртување на кошот)

На Сл. 5.26 е прикажана шема на багерот БГХ 600, еден ХБЧК, на која можат да се забележат главните делови.

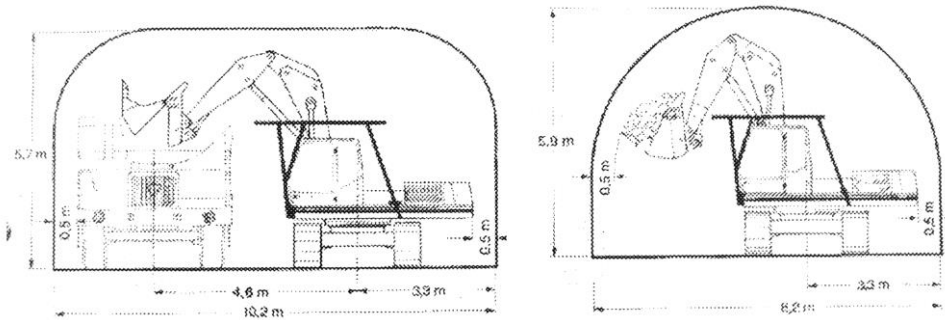


Сл. 5.26. Шема на багерот BGH-600 („14 Октомври“ – Крушевац, Србија), опремен како ХБЧК (концепција 1 со зглобен механизам за превртување на кошот)

Елементи на работната опрема и на овие багери се исти (вртлива база, дел што се движи, стрела, држач, кош, цилиндри). Движењата што може да ги изведе еден ХБЧК се:

- вртење – движење на стрелата,
- движење – вртење на држачот,
- движење – вртење на кошот,
- превртување на кошот или отворање на дното на кошот,
- ротација на вртливата база (купола),
- движење на целата машина (маневрирање).

Кај овој вид багери постојат четири различни концепти на шеми на работниот механизам. Во некои случаи се настојува овие багери да бидат покомпактни. Тоа се случува на ископ во јами и тунели.



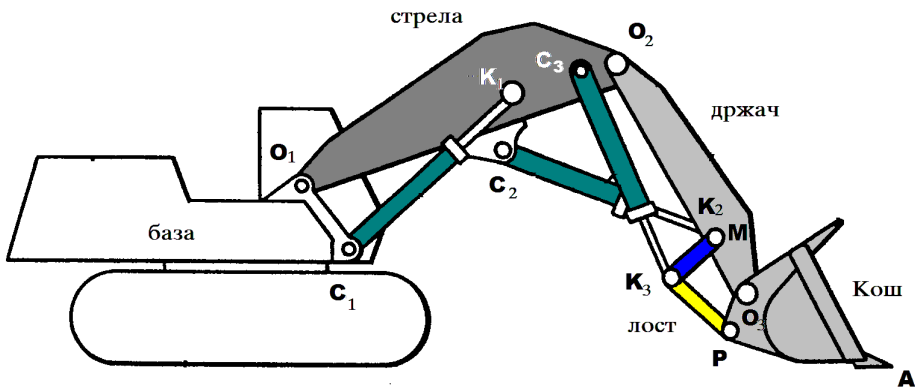
Сл. 5.27. Примена на ХБЧК во јами (тунели) (концепција 2 – со отворање на кошот)

Заради остварување на повеќе функции, производителите на ХБЧК ги снабдуваат со брзомонтирачка опрема. Обично, за зглобовите се предвидуваат повеќе места за прекопчување, но овие багери се помалку универзални.

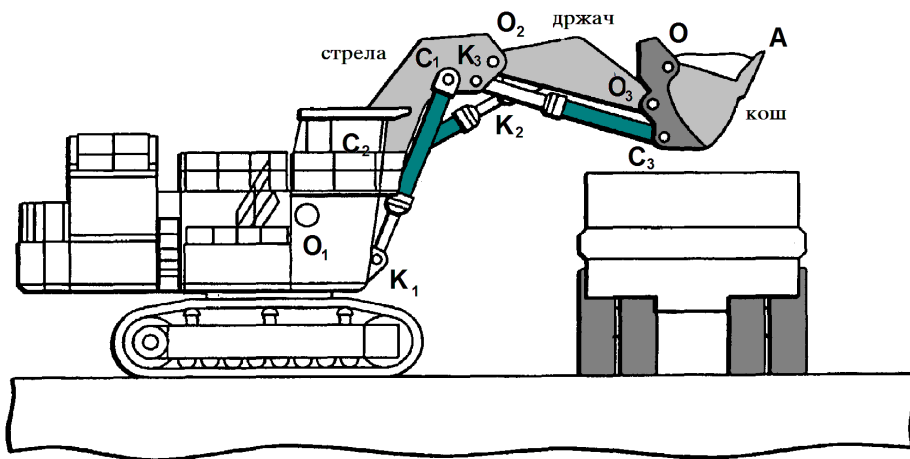
ХБЧК се поголеми од ХБОЛ. Нивниот капацитет зависи, пред сè, од волуменот на лопатата. Денес се надминуваат 20 м³.

Одниот дел кај ХБЧК може да биде: гасеница, поретко тркала, ретко пловен објект. Управувањето е секогаш со сервоуреди и со џојстици, кабините се ергономски изведени и заштитени од одрон на камења. Се користи хидроволуменска трансмисија (пумпи, хидроцилиндри, хидромотори за вртење на куполата и движење на гасениците). Се јавуваат и автоматизирани конструкции. Поради големината, многу често се користат електромоторни погони, иако дизел-моторите се доминантни.

Концепцијата бр. 3 може да биде со лостов механизам за превртување на кошот (Сл. 5.28 а) или, пак, со отворање на дводелниот кош (Сл. 5.28 б), но поважно е да се каже дека третиот хидрауличен цилиндар не се врзува за држачот, туку за стрелата (Сл. 5.28 а и б).



Сл. 5.28 а. Трета концепција на ХБЧК, со механизам за превртување на кошот



Сл. 5.28 б. Трета концепција на ХБЧК, со отворање на дводелниот кош

На овој начин, ако се задоволени условите $O_2K_3 = O_3C_3$, може да се постигне т.н. **механизам паралелограм**, со чија помош се постигнува ТРАНСЛАЦИЈА на кошот, со што исполнувањето на кошот е многу подобро, така што оваа концепција се применува сè почесто (на пример, „Либхер“, „Катерпилар“, O&K, „Като“, „Комац“, „Хјундаи“, „Волво ВМ“ и многу други).

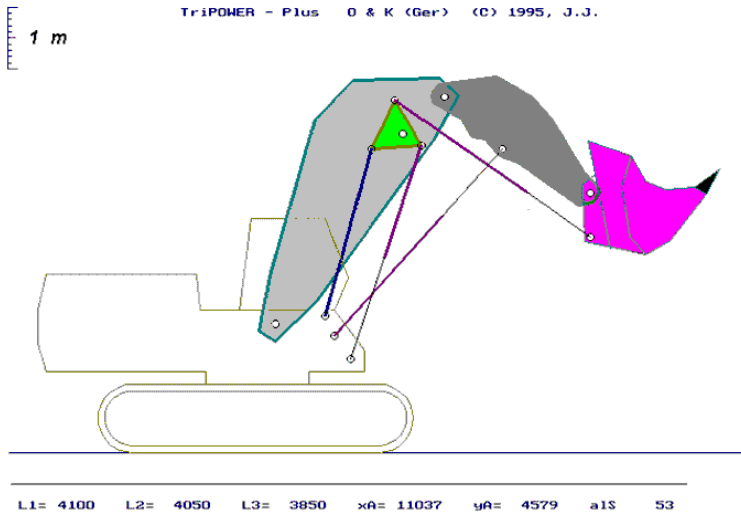
Четвртата концепција е всушност специјална концепција на фирмата „Оренштајн и Копел“ (**Orenstein & Koppel – O & K**), т.н. **Tri-Power**, која претставува вистински напредок кај овој вид багери. Имено, тоа е сложен механизам што користи тријада, а овозможува многу добро искористување на механизмот (избегнување на т.н. мртви положби) и распоредот на силите е исклучително добар. Ефикасноста на оваа концепција е поголема во споредба со другите три, но таа е и многу поскапа. Механизмите од овој тип се пресметуваат со специјални методологии, кои не се традиционални и не се слушаат на редовни студии по машинство, туку само на постдипломски или докторски студии (Сл. 5.29).



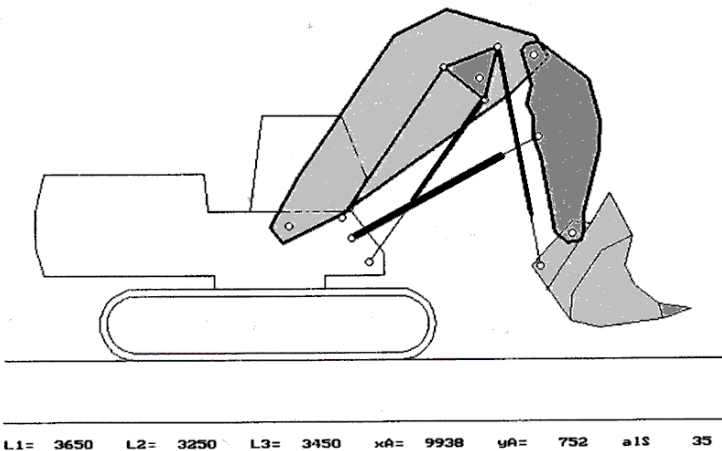
Сл. 5.29. Tri-Power концепција на ХБЧК (O&K RH 120C)



На Сл. 5.30 и Сл. 5.31 се прикажани две положби на багерот на O&K од компјутерската програма TRIPOW.EXE од 1995 година, која се базира на компјутерската методологија SCREEN-CONTACT, а таа е официјално претставена во 1996 година, со која се врши компјутерска анимација и на оваа концепција хидраулични багери.



Сл. 5.30. Приказ на една положба од анимацијата на багерот на O&K

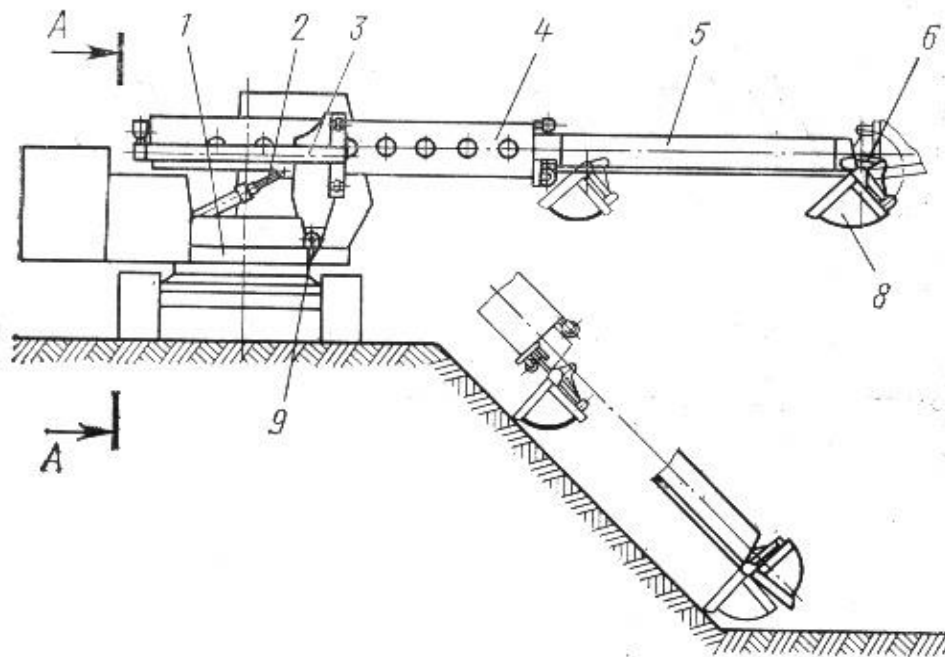


Сл. 5.31. Друга положба од анимацијата на багерот на O&K со програмата TRIPOW.EXE (1995)

5.2.3. Телескопски хидраулични багери

Телескопските багери се користат многу помалку од другите хидраулични багери, но имаат одредени специфични карактеристики што им овозможуваат да бидат употребени на места каде што другите багери не можат да ја извршат поставената задача.

Телескопските багери имаат способност кошницата (лажицата, кошот) да ја движат транслаторно по праволиниска траекторија, додека кај сите други багери траекторијата е кружен лак. Оваа карактеристика ги прави особено соодветни за чистење на мелиоративни канали (Сл. 5.32) или, пак, за расчистување урнатини по елементарни непогоди.



Сл. 5.32. Телескопски хидрауличен багер

Стрелата на телескопските багери може да се подига со помош на хидраулични цилиндри, телескопски да се извлекува и кошот да се врти во сите правци. Овој вид багер може да биде поставен на база со тркала или на гасеници. Понекогаш може да биде поставен на железнички колосек или на пловен објект (брод).



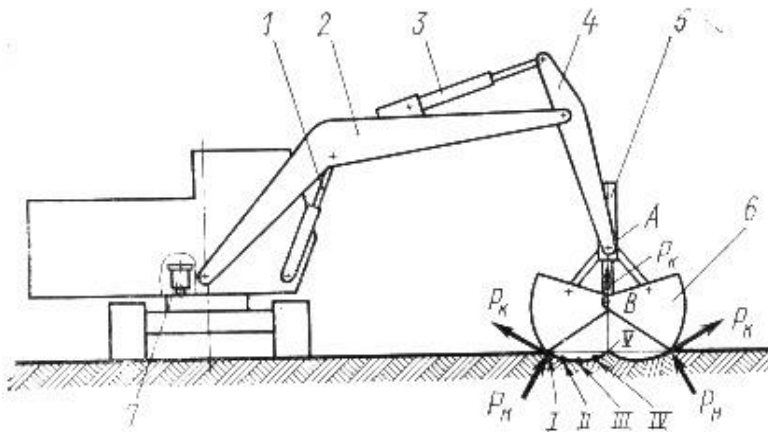
Сл. 5.33. Телескопски хидрауличен багер на база со пневматици



Сл. 5.34. Телескопски хидрауличен багер на база со гасеници

5.2.4. Хидраулични багери со грајфер

Хидрауличните багери со грајфер се најслични со ХБОЛ, но наместо лопата, се монтира грајфер, чии две полутки се затвораат со помош на еден или најчесто два хидраулични цилиндра. Овој вид багери остварува значително поголема сила на копање од механичките, па можат да бидат изведени полесни. Се користат во градски услови за копање бунари и длабоки јами. Можат да се монтираат на сите ХБОЛ.



Сл. 5.35. Шема на хидрауличен багер со грајфер (сили на копање)

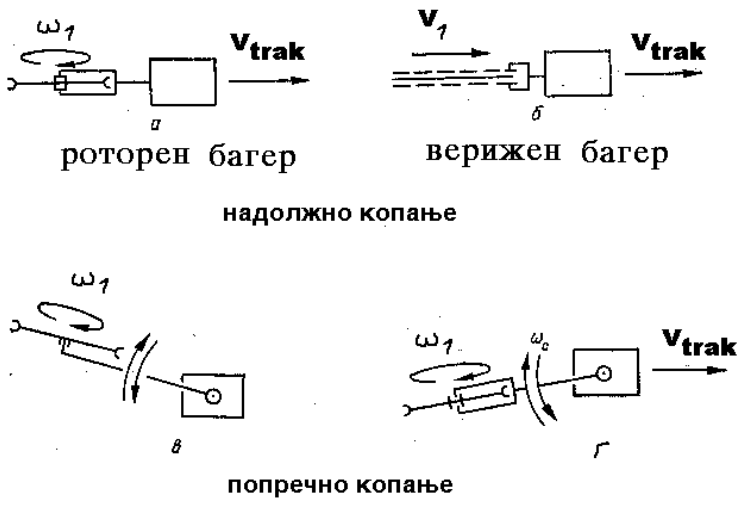


Сл. 5.36. Хидрауличен багер со монтиран грајфер на ХБОЛ

5.3. Багери со повеќе кошеви

Багерите со повеќе кошеви всушност се машини што работат континуирано. На верига или ротор се поставени (прицврстени) кошеви со сечила на исто растојание еден од друг или, пак, без кошеви – само сечила на одредено еднакво растојание. Овие машини, за разлика од багерите со еден кош (со циклична работа), работат побрзо и попродуктивно, но не можат да бидат користени на многу цврсти категории земјишта (обично на I, II и евентуално III категорија земјишта). Потрошувачката на енергија е поповолна во однос на багерите со еден кош.

БАГЕРИ СО ПОВЕЌЕ КОШЕВИ



Сл. 5.36. Шеми на багери со повеќе кошеви (надолжни и попречни)

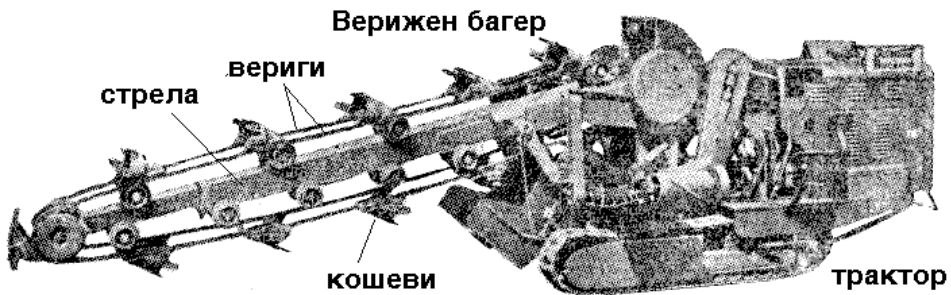
5.3.1. Верижни багери

Верижните багери спаѓаат во групата механички багери со континуирана работа, т.е. багери со повеќе кошеви. Багерите од оваа група се одликуваат со голема продуктивност и релативно ниска цена на чинење. Наменети се за ископ на меки и хомогени земјишта. Се користат поретко, но најмногу за ископи за мелиорација. Постојат примери за примена на површинските копови.

Верижните багери можат да бидат изведени во две главни групи:

- а) верижни надолжни багери (Сл. 5.37, Сл. 5.38, Сл. 5.39),
- б) верижни попречни багери (Сл. 5.40 – Сл. 5.44).

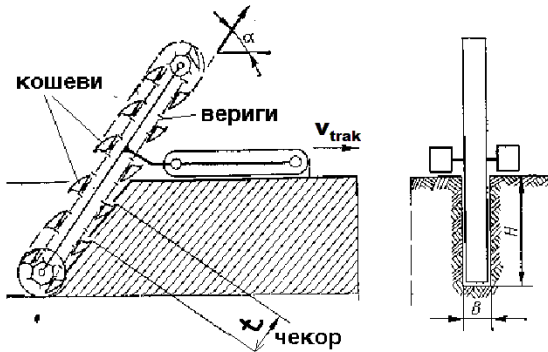
На Сл. 5.37 е прикажана една ваква мала машина монтирана на гасеничен трактор.



Сл. 5.37. Изглед на надолжен верижен влечен багер

Главното движење е она на веригата и кошевите ($v_1 = 0,4 - 0,8 \text{ m/s}$), додека поместите се движењето нанапред на целата машина (v_{trak}), и тоа движење е многу бавно, зависи од отпорите, но и од брзината на копање. Кај надолжните верижни багери се совпаѓа векторот на движење v_{trak} со правецот на ровот.

Стрелата може да се навалува под разни агли за да се постигнат различни длабочини на ровот, но и за различна дебелина на струготина.



На Сл. 5.38 е прикажана шема на процесот на копање на еден надолжен верижен багер.

Сл. 5.38. Шема на надолжен верижен багер и работни движења



Сл. 5.39. Надолжен верижен багер

Кај попречните верижни багери, векторот на брзината v_1 на копањето и правецот на движењето v_{trak} не се во ист правец. Стрелата што ја носи веригата со кошеви може да биде под нивото на стојење, но во некои случаи може да биде поставена и над нивото на стојење. Во тој случај сечилата на кошевите би биле соодветно поставени.

На следните слики се прикажани неколку попречни верижни багери.

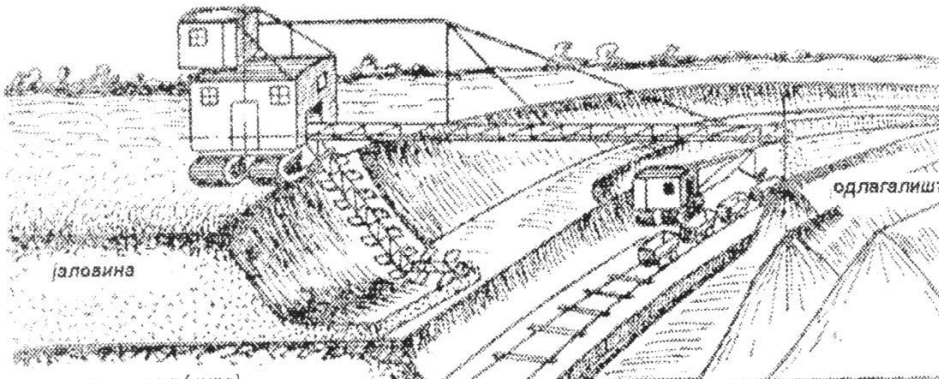


Сл. 5.40. Попречни верижни багери поставени на шини

На Сл. 5.41 е прикажан голем рударски верижен попречен багер.

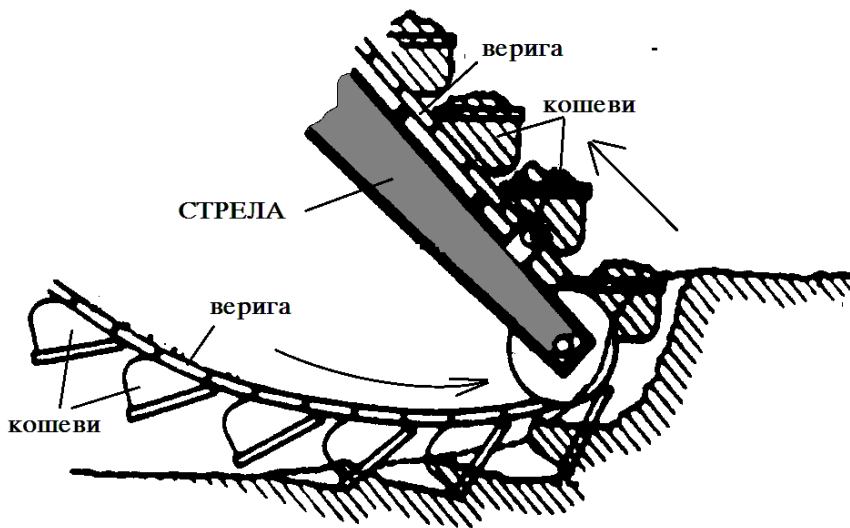


Сл. 5.41. Попречен верижен багер применет во рударството



Сл. 5.42. Шема на попречен верижен багер за раскривка во рударството

На Сл. 5.43 е прикажан процес на копање со еден попречен верижен багер.



Сл. 5.43. Шема на напречен верижен багер и работни движења

Волумените на корпите кај овие багери варираат во мошне широки граници ($V = 0,015 - 4,5 \text{ m}^3$), а капацитетите $Q = (8.000 - 18.000) \text{ m}^3/\text{h}$. Нивната вкупна тежина може да достигне до **8.600 t**, сепак за единица капацитет овие машини се многу полесни и со помала инсталирана моќност. Речиси сите денешни верижни багери се автоматизирани. Движењето на верижните багери е на гасеници и многу често на шини. Но, постојат конструкции кога целиот овој багер е поставен на пловен објект, за ископи во речни корита, Сл. 5.44.

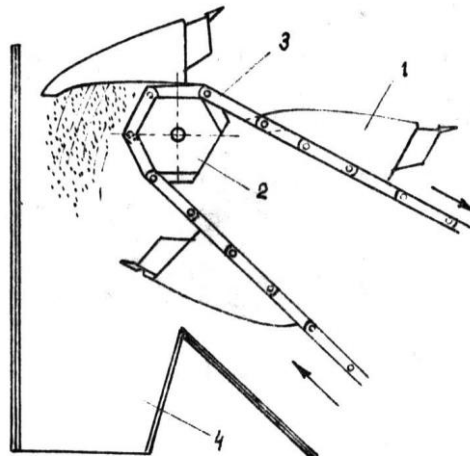


Сл. 5.44. Верижен багер на пловен објект за ископ во вода

Попречните верижни багери се поголеми и со мошне долга стрела, односно длабочина или височина на копање ($H = 60 \text{ m}$). Обично се монтираат 20 до 60 кошеви.

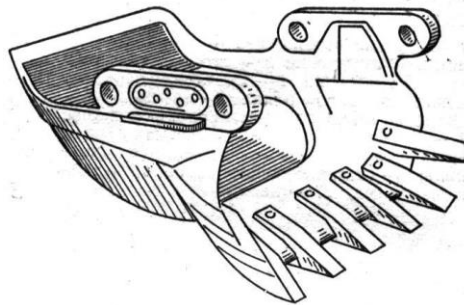
И надолжните и попречните верижни багери се мошне осетливи на зголемени отпори. Веригата како најосетлив дел обично прва се кине. Спојот меѓу копачите и веригата се зајакнува, но не е доволно цврста.

На Сл. 5.45 е прикажан процесот на празнење на корпите кај верижните багери.



Сл. 5.45. Празнење на ископаниот материјал од корпата на верижен багер

(1 – кош, 2 – верижник, 3 – верига, 4 – инка за собирање на ископаниот материјал)



Сл. 5.46. Корпа од верижен багер

5.3.2. Роторни багери

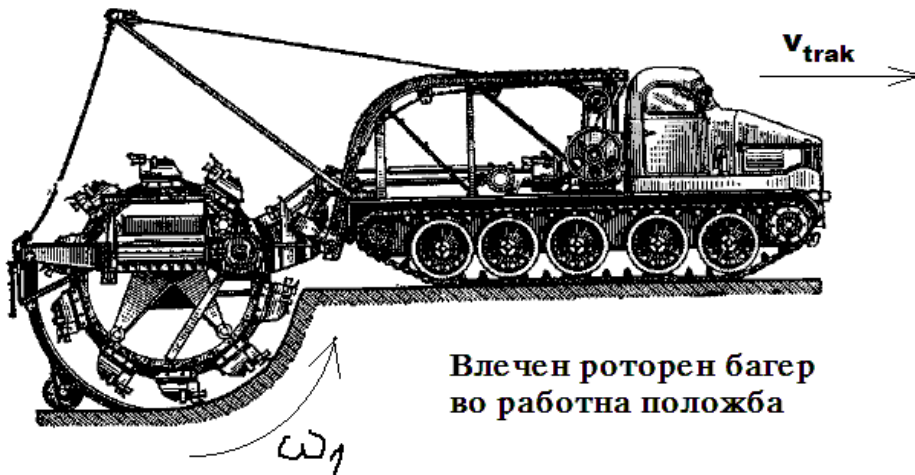
И овој вид багери спаѓаат во групата механички багери со континуирана работа. И тие, како верижните, се состојат од повеќе кошеви што се цврсто поставени на кружен ротор и копањето го изведуваат при ротација (главно движење) на роторот. Притоа, кошевите се полнат и кога ќе дојдат во најгорна положба се празнат во посебни инки или комори.

Многу се поцврсти од верижните багери, така што се користат во рудници и за повисоки категории земјишта. Сепак, и тие се послаби од багерите со еден кош.

По својата концепција можат да бидат:

- влечени,
- самоодни.

На Сл. 5.47 и Сл. 5.48 се прикажани влечени роторни багери – каналокопачи, односно ровокопачи. Влечниот трактор е најчесто тежок гасеничар. Се користат во градежништвото (мелиорацијата), во воени цели за копање ровови и во рударството.



Влечен роторен багер
во работна положба

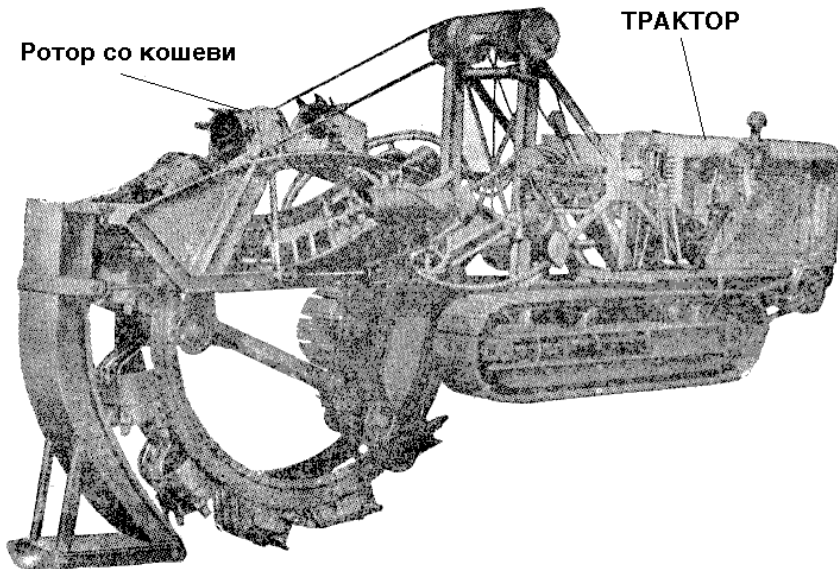
Сл. 5.47. Влечен роторен багер со ротор со кошеви спуштени во работна положба

Силата на режење на роторните багери е поголема во однос на верижните и изнесува околу 150 kN/m по должина на кошот.

Кошевите на врвот имаат заби или ножеви. Некои ротори немаат кошеви, туку само сечила, и тие се наменети за копање на потесни ровови за кабли или цевки со помали дијаметри.

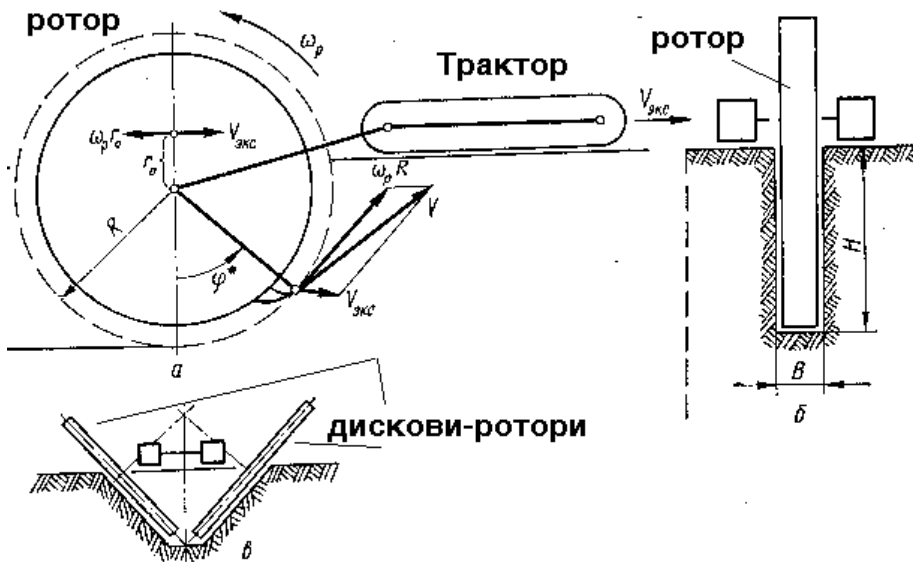
Пречниците на роторите се различни, кај влечените се значително помали и се движат од 1,5 до 4 m, додека кај самоодните денес надминуваат и 25 m. И волуменот на корпите е различен, се движи од 0,015 до 4,5 m³.

Капацитетот на самоодните роторни багери е многу висок. Се движи во границите од 1.500 до 100.000 m³/дневно. Бројот на корпи е обично од 6 до 16.



Сл. 5.48. Влечен роторен багер – составни делови

На Сл. 5.49 е дадена шема на влечен багер со два ротора со сечила за ископ на канал со трапезна форма и еден влечен ротор за ископ на длабок ров со правоаголна форма.



Сл. 5.49. Влечени роторни багери – каналокопачи



Сл. 5.50. Мал самооден рударски багер (компакт роторен багер)

Одниот дел е гасеница, и тоа кај големите багери се применуваат неколку пара широки гасеници без гребени.

На Сл. 5.50 и Сл. 5.51 се прикажани самоодни роторни багери, применети на површински копови во рударството.



Сл. 5.51. Голем самооден роторен багер на површински коп



Сл. 5.52. Самооден роторен багер на површински коп

Движењата на еден самооден багер се:

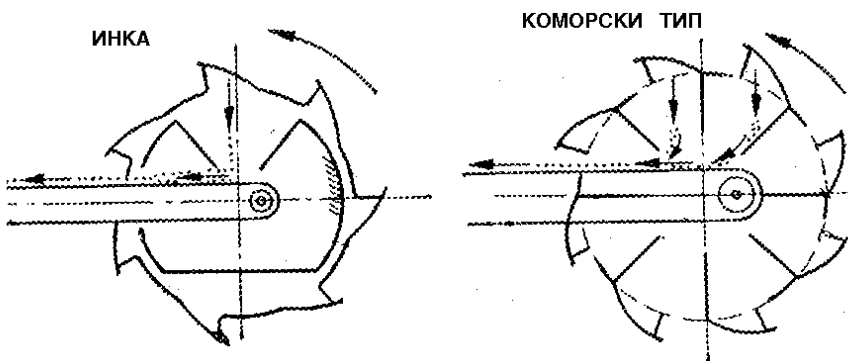
– Ротација на роторот со кошеви (сечила) – тоа е главно движење;

- Бавна ротација на стрелата околу вертикалната оска (помошно движење);
- Подигање на стрелата во ново ниво (ова движење се извршува по копањето на едно ниво, може да биде над нивото на стоење, но во одредени ситуации и малку под нивото на стоење);
- Поместување на целата машина кон масивот со движење со гасениците;
- Телескопско извлекување на стрелата со цел приближување кон масивот (ова може да биде остварливо само кај некои конструкции самоодни роторни багери).

Кај влечените багери, освен ротацијата на роторот како главно движење v_1 , истовремено се движи тракторот со работна брзина v_{trak} . Спуштањето на роторот може да се извршува и во текот на процесот на копањето. Доколку се констатира дека отпорите се големи, роторот може и да се подигнува. Сепак, при зголемени отпори се намалува транспортната брзина v_{trak} . На тој начин, длабочината на каналот може да остане константна.

Од особена важност за роторните багери е способноста за празнење на кофичките. Празнењето се извршува на два начина: бескоморно – со инка (Сл. 5.53 – лево) и – со комори (Сл. 5.53 – десно).

Првиот начин создава отпори поради зголеменото триење меѓу земјата во кошот и неподвижниот цилиндричен кожув.



Сл. 5.53. Начини на празнење на кошевите кај роторните багери

6. ДУПЧЕЊЕ И ДУПЧАЛКИ

Кај тврди карпи и земјишта над V категорија (во рударството наречени HARD ROCK), дупчењето е еден од најчесто применуваните начини за одвојување на рудата од масивот. Тоа е многу напорна работа што бара големо вложување енергија. Дупчењето, во голем број случаи, покрај намената за добивање, т.е. одвојување на рудата, се користи и за правење на длабоки дупки (вертикални, коси и хоризонтални), за поставување експлозив.

Дупчењето може да се изврши на повеќе начини во зависност од цврстината на рудата, односно од видот на масивот. Познати се следните начини на дупчење:

1. Вртливо дупчење. Ова е механички начин на дупчење и се извршува со сврдла што се вртат при истовремено притискање кон масивот. Се користат за малку абразивни, но цврсти масиви.

2. Ударно-вртливо дупчење. И ова е механичко дупчење и се изведува со длета (чекани) што со голема брзина удираат во масивот, го разоруваат и прават повратно движење со завртување под одреден агол. Се користат за дупчење на дупки до дијаметар од **85 до 150 mm** со длабочина до **70 m** во многу тврди и абразивни масиви.

3. Термичко-огнено дупчење. Овој метод на дупчење се користи за правење дупки со дијаметар до 300 mm и длабочини до 30 m. Разрушувањето на масивот не е механичко, туку со помош на термонапрегање под дејство на висока температура (2.000 до 2.500 °C), при што пламеникот исфрла пламен со брзина и до 2.000 m/s. Разрушената смеса во вид на гареж се издувува и се отстранува до дупката.

4. Ултразвучно дупчење. Дупчењето се извршува со помош на високофреквентни ултразвучни бранови во комбинација со кавитација на соодветна течност за плакнење на она што се разрушува во дупката.

5. Хидродинамичко дупчење. Ова дупчење се изведува со тенок млаз вода (**0,8 до 1,0 mm**) под висок притисок (**200 MPa**), млазот е со надзвучна брзина.

6. Електрохидраулично дупчење. Дупчењето се извршува под дејство на висок напон на контактите на масивот со електродите што се притиснати во дупката во масивот што е исполнета со вода. Притисокот што се постигнува со високиот напон на местото на контактот е екстремно висок и се движи од 600 до 1.500 MPa. Тоа доведува до разрушување на масивот.

7. Термомеханичко дупчење. Ова претставува комбинација на термичкото и механичкото (ударно или вртливо) дупчење. Термичката фаза има цел да го ослабне масивот (да се јават пукнатини и делумно разрушување под дејство на високотемпературниот млаз), а потоа полесно и со помали механички отпори да се издупчи со сврдла или длета. На ваков начин се зголемува продуктивноста за 30 до 50% во споредба со чисто механичкото дупчење.

Ултразвучното, хидродинамичкото и електрохидрауличното дупчење сè уште се во фаза на истражување.

Механичкото разрушување настанува оној момент кога силата F_p со која се притиска врз масивот ќе предизвика напрегање σ поголемо од критичното $\sigma_{кр}$.

$$F_p > \sigma_{кр} A [N]$$

каде што се:

$\sigma_{кр}$ [N/mm²] – критично напрегање на разрушување на масивот

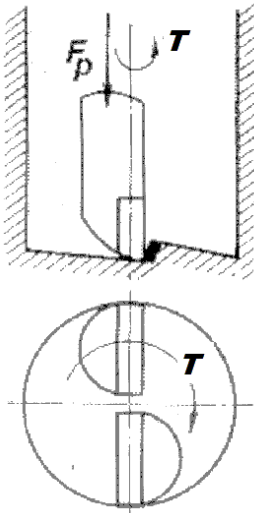
A [mm²] – плоштина на контактот меѓу алатот и масивот

Дебелината на струшката при дупчењето е:

$$h = \frac{v_p}{n \cdot z} [mm]$$

коефициентот на триење $\mu = 0,55 - 0,7$.

6.1. Вртливо дупчење



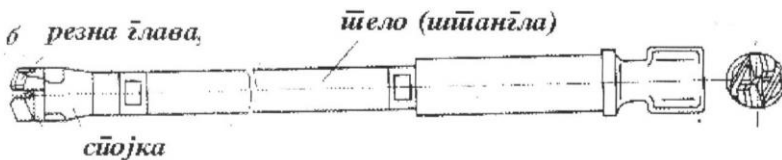
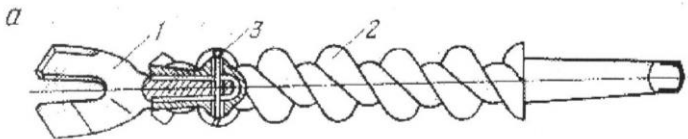
Вртливото дупчење се изведува со сврдла (бургии) кај кои главното движење е ротација, а аксијалното движење е поместот.

Со истовремено притискање со силата F_p и ротацијата под дејство на вртежниот момент $T [Nm]$ се врши цепање и разорување на материјалот. На Сл. 6.1 е прикажан принципот на работа на вртливото дупчење.

Сл. 6.1. Шема на принципот на вртливо дупчење

Сврдлото се состои од глава за режење и тело, кои се спојуваат преку спојка (Сл. 6.2).

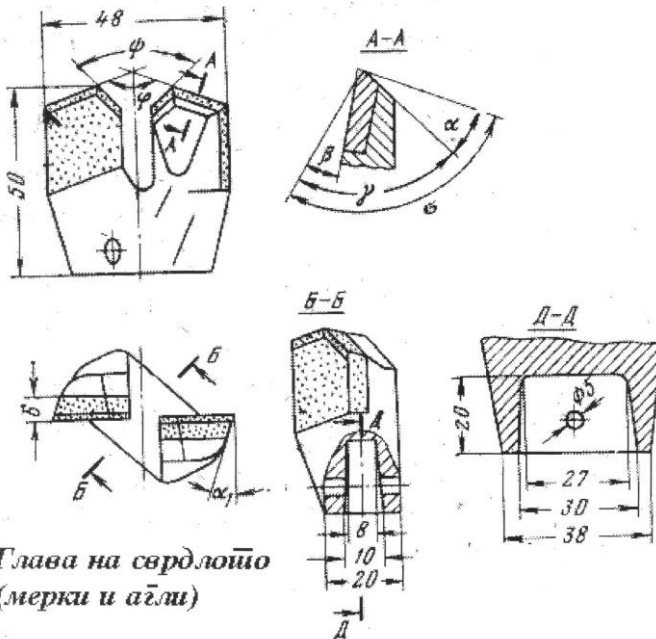
1- резна глава, 2- завојно тело (шипангла) 3- спојка



Сл. 6.2. Изглед на сврдлото за вртливо дупчење

Телото може да биде завојно, при што се врши отстранување на разрушениот материјал. Обликот на телото, попречниот пресек на телото и завојниците, чекорот и другите карактеристики на

сврдлата се менуваат во зависност од конкретните услови. На Сл. 6.3 се прикажани некои видови тела и завојници на сврдлата.



Сл. 6.3. Облици на телото на сврдлото и видови попречни пресеци

Глава на сврдлојќо (мерки и агли)

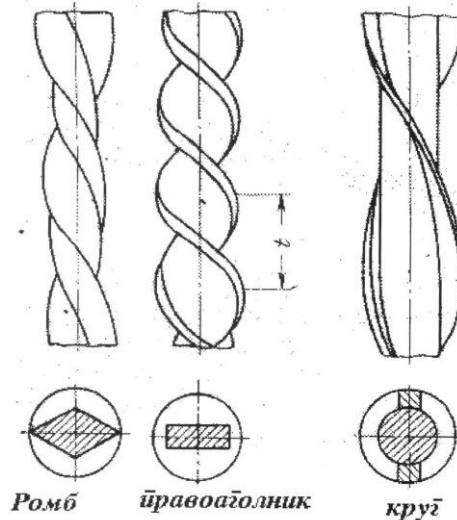
Сечилото на главата на сврдлото е поставено под одредени агли со цел да се постигне ефикасно режење.

Дијаметарот на главата за режење е за **3 до 4 mm** поголема од телото на штанглата.

Спојувањето (на спојката) на главата со телото на сврдлото се врши со помош на чивии.

Ориентациските вредности на аглите на сврдлата се:

Облици на шелојќо на сврдлајќа



Ромб

правоаголник

круг

$\alpha = 18 - 20^\circ$ – заден агол

$\beta = 20 - 0^\circ$ – преден агол

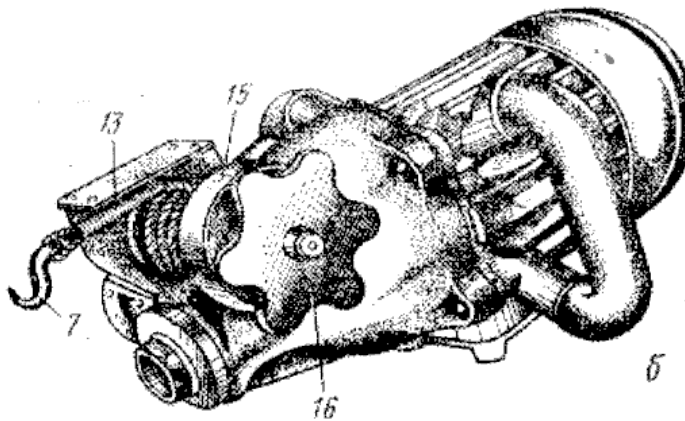
$\gamma = 70 - 92^\circ$ – агол на клинот на сечилото

$\sigma = 90 - 110^\circ$ – агол на режење

$\varphi = 138 - 150^\circ$ – челен агол

$\alpha_1 = 15^\circ$ – агол на перото

Дупчалките можат да бидат преносни и со нив да се остварува вртежниот момент T [Nm], со електромотор, со пневматски мотор и хидромотор, додека потиснувањето F_p се извршува со силата на мускулите на работникот. Тоа е напорно, па затоа таквите машини се исфрлаат и наместо нив се применуваат дупчалки, каде што и вртежниот момент и потискувањето се извршуваат механизирани (Сл. 6.5). Инаку, сврдлата можат да бидат лесни, средни и тешки. Електромоторниот погон е со висока фреквенција 150 до 250 Hz и број на вртежи 7.000 до 15.000 vrt/min, со што се намалува нивната маса. Редукторот е обично планетарен и постигнува излезен број на вртежи на сврдлото $n = 300 - 750$ vrt/min, при моќност од 0,8 до 1,2 kW. Брзините на продирање се до 700 mm/min. Често се користат двобрзински мотори. Силата на потискање се движи од 2,0 до 15 kN.

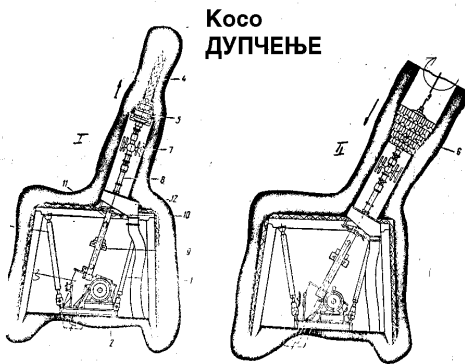


Сл. 6.5. Дупчалка што се држи во раце, но е со механизирани потискување и вртење

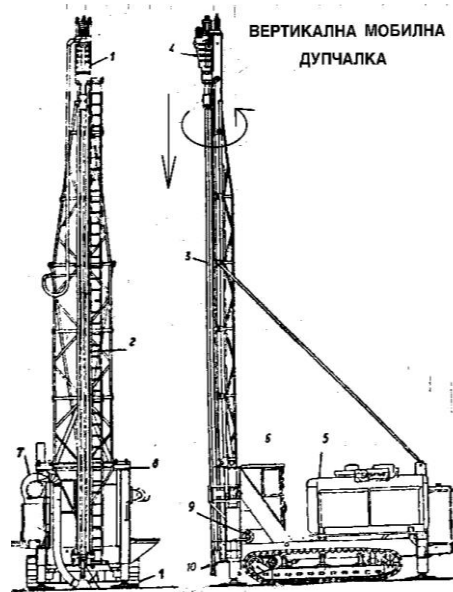
Модерните дупчалки се поставуваат на лафет или, пак, на возило (Сл. 6.6).



Сл. 6.6. Дупчалка поставена на лафет (постар модел) и модерна дупчалка



Сл. 6.7. Машини за косо дупчење со развртувачи со потисно и влечно дејство



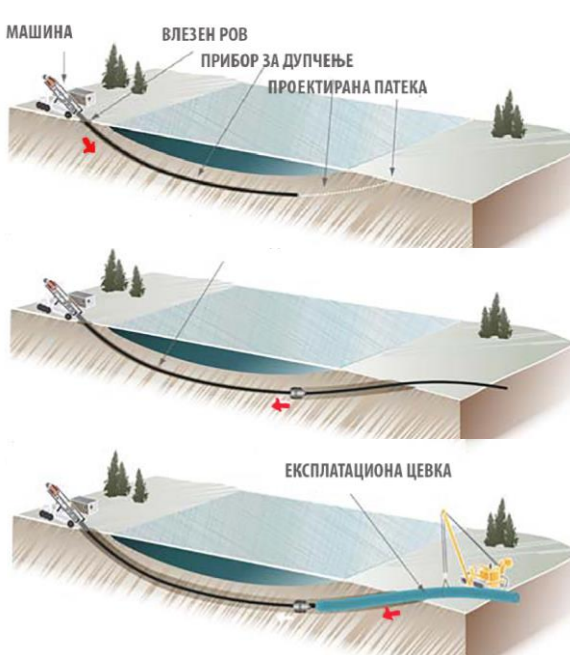
Сл. 6.8. Вертикална дупчалка со столб за длабоки дупчења

За косо дупчење дупки со големи дијаметри (од **300 до 900 mm**) се користат специјални глодала (провртувачи) за постепено проширување, и тоа со потисно дејство (Сл. 6.7 лево) и со влечно дејство (Сл. 6.7 десно).

За изведување на геолошки дупчења се користат машини за дупчење што се поставени на гасеничен трактор или возило на пневматици. Главниот работен орган, сврдлата што се повеќеделни, се водат во столб (најчесто вертикално поставен). Потискувањето се врши по механички пат, а вртежниот момент со механизам со глава. Како се напредува со дупчењето, така се повлекуваат вретената (цевките) и се вметнуваат нови. На ваков начин се добиваат длабоки дупчотини што надминуваат неколку стотини метри. Ваквите машини со столб се користат и за вадење вода.

Еден посебен вид дупчење што се користи во градежништвото е т.н. **дирекциско дупчење**. Како што е познато, ако некаде треба да се постават кабли или цевки, обично се копа ров (канал). Тие канали со разни димензии понекогаш треба да минуваат низ улици, тротоари. Тоа претставува проблем. Дирекциското дупчење ја елиминира потребата од копање ровови, наместо тоа се дупчи косо или хоризонтално под објектите со далечинско водење на главата за дупчење – за да се избегнат подземните инсталации и препреки, а потоа во направената дупка се извлекува кабел или цевковод. Оваа технологија сега е многу усовершена и дава не само ефикасност туку и пониски трошоци.

На следните слики се прикажани шеми на ваквите машини.



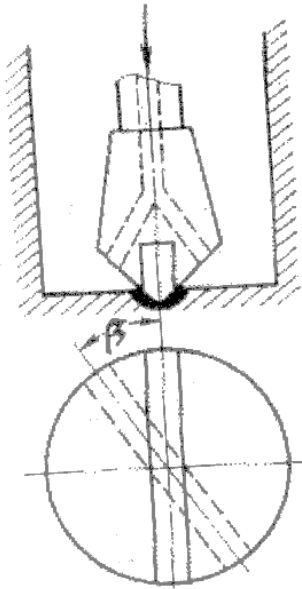
Сл. 6.9. Дирекциско дупчење

6.2. Ударно дупчење

Суштината на ударното дупчење е во тоа, под дејство на релативно мали сили (околу **100 N**) на релативно краток пат од неколку милиметри, да се развие кинетичка енергија што на контактната површина со материјалот ќе се развие сила од **100 kN** и повеќе. Така, доаѓа до разорување на материјалот и длетото (чеканот) навлегува неколку милиметри.

Дупчотините се со дијаметар од **10 mm** до **600 mm**.

На Сл. 6.10 е прикажан принципот на ударното дупчење. При удар во масивот со челото на длетото масивот се деформира, а при повратниот од длетото се завртува за некој агол β , така што во следниот удар длетото удира во нова – завртена положба. Со тоа се добива ефективно смолкнување на една површина во облик на кружен исечок.



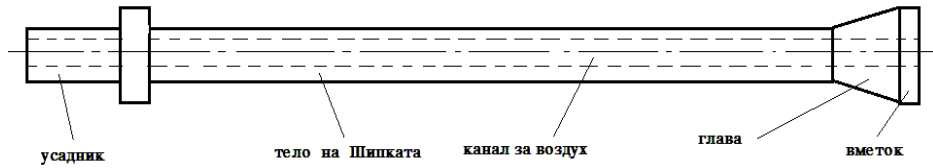
Сл. 6.10. Принцип на ударното дупчење

Разорениот материјал станува прашина, која, ако не се тргне, образува амортизациски слој што ја придушува силата. Значи, тука се неопходни две фази:

1. Удар и разорување
2. Одведување на разорениот материјал од дупчотината

Друг проблем кај ударното дупчење е проблемот на **акција и реакција**. Како создадената сила од **100 kN (10 t)**, со која чеканот удира во масивот, да не се врати како реакција на ракувачот. Овој проблем се решава со поставување на метални полупроводнички филтри, со соодветни еласто-придушни карактеристики. Во овој случај, освен крутоста, влијание имаат фреквенцијата и масата на подвижното тело. Тој проблем денес се решава мошне успешно – со соодветна кинетичка пресметка.

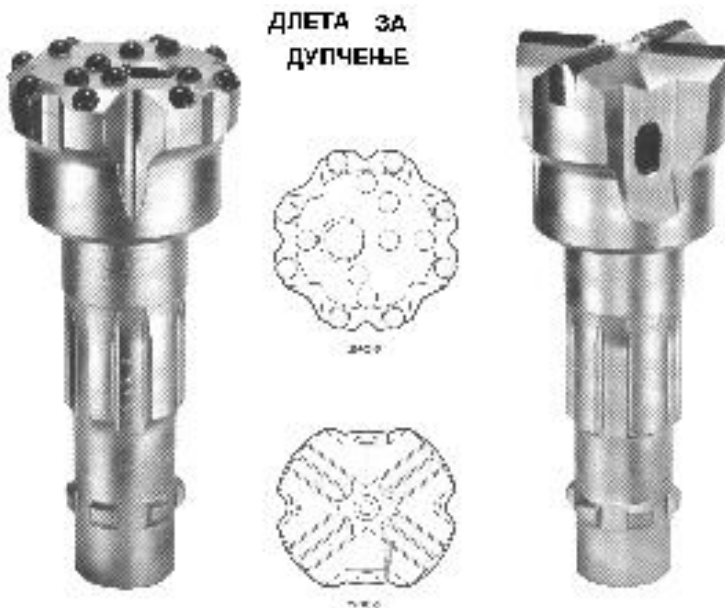
Шипките за дупчење (штангли) претставуваат шипчести тела со одредена должина, каде што се продупчени од крај до крај (заради издувување на прашината).



Сл. 6.11. Изглед на штангла за ударно дупчење

Челото на ударната површина на главата се прави на три вида:

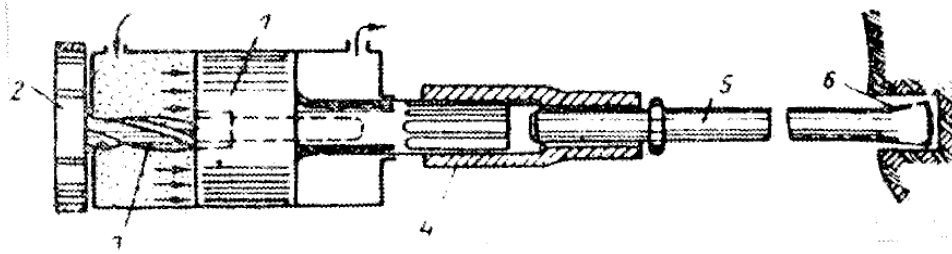
- 1. со рамна наглавка,**
- 2. со крстеста (свездата) наглавка,**
- 3. со куглички (во најново време).**



Сл. 6.12. Видови ударни глави

И кај тврди материјали (масиви) брзината на дупчење се движи во границите **од 50 до 110 mm/min** за дупчалки со рачно потискање, за чекани со механизирано потиснување брзината е до **400 mm/min**, за постројки за ударно дупчење брзината надминува **600 mm/min**.

Следните слики прикажуваат пневматски чекани за ударно дупчење.



Сл. 6.13. Пневматски чекан за ударно дупчење

Пневматскиот чекан се состои од клип (1) – и пневматски цилиндар што прима воздух под притисок од задната страна, при што клипот и неговата клипница удираат во штанглата 5, така што ударот на главата 6 се пренесува врз масивот што го разрушува. Потоа, воздух под притисок влегува од предната страна, а излегува од задната страна на цилиндарот – при што клипот се враќа назад. Но, сега, еднонасочниот механизам 2 заедно со завојницата 3 дозволува завртување на клипот за агол β , при што се завртува и штанглата и ударната глава. Тоа е оној агол β што го овозможува ефективното разорување на масивот. Значи, кога клипот почнува да се враќа назад, тогаш се остварува завртувањето за агол β .

7. МЕХАНИЗАЦИЈА ЗА ТОВАРАЊЕ

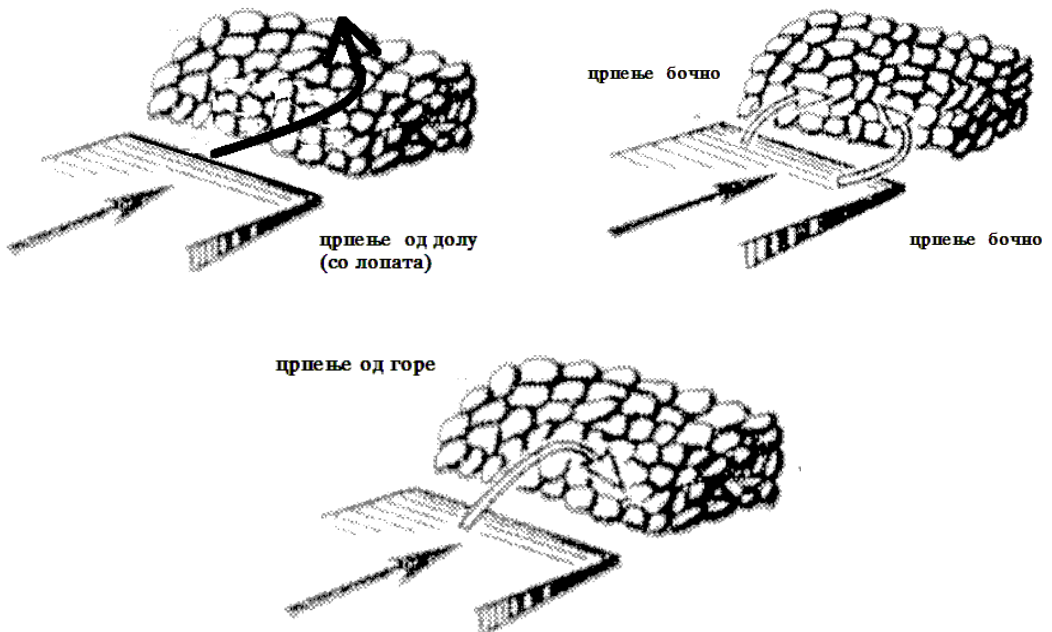
Претходно ископаната руда, јаловина или друг вид **сиплив материјал**, како песок, земја, чакал и друго, треба да се натовари на некакво превозно средство (камион, вагонет, транспортер и сл.) или, пак, да се одложи на некаква депонија.

Процесот на товарање опфаќа три основни фази:

1. **црпење,**
2. **преместување,**
3. **исипување.**

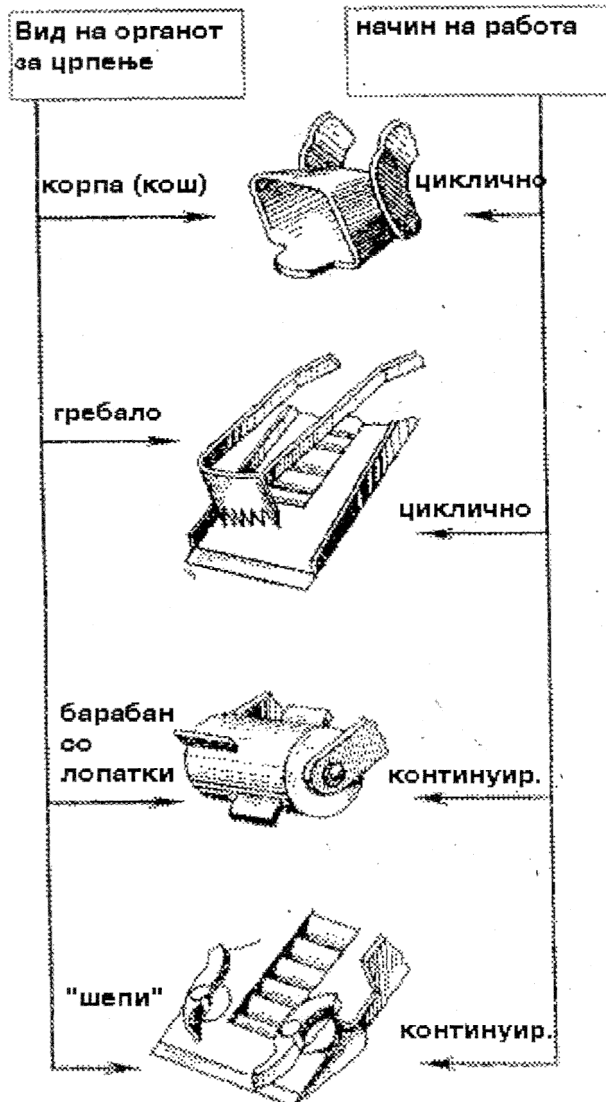
Црпењето е многу важна фаза што има големо влијание на продуктивноста на целиот товарен процес. Црпењето може да биде изведено на повеќе начини во зависност од гранулацијата на рудата, односно јаловината, потоа абразивноста, лепливоста, насипната маса, аголот на природен наклон и друго.

Црпењето може да биде изведено на следниве начини: **оддолу, бочно** и **одгоре**.



Сл. 7.1. Начини на црпење на материјалот

Работните органи со кои се црпи материјалот можат да бидат со разни облици, на пример – кош, гребало, лопата, шепа, сандак и друго (Сл. 7.2).



Сл. 7.2. Органи со кои се извршува црпењето на материјалот

Преместувањето на органот во кој е сместен црпиениот материјал се врши на кратки растојанија – до местото каде што треба да се исипе (истовари). За таа цел се користат најразлични механизми.

Исипувањето се врши на два начина:

- **гравитациско** (со навалување на сандакот или кошот или, пак, со отворање на дното на сандакот или кошот);
- **принудно** (со потискање на некаков клип, со влечење со гребла или користење на друг механизам – на пример завојница, вибрација и друго).

Понекогаш исипувањето се врши комбинирано, со навалување на садот и со принудно потискање.

7.1. Машини за товарање

Иако сите видови машини за цикличен и континуиран транспорт служат и за товарање, сепак постојат специјализирани машини за товарање, како на сипливи товари, така и предмети (пакети, сандаци, буриња, бали, снопови, гајби, кутии, шишиња и др.).

Машините за товарање се делат според видот на материјалот што го товарат, а пред сè според видот на товарањето. Во тој поглед постојат две групи машини:

- машини за циклично товарање,
- машини за континуирано товарање.

Со оглед на важноста на процесот на циклично товарање, товарачите со еден кош можат да бидат:

- челни (фронтални),
- бочни (странични),
- специјални (на пример, „товарачи преку глава“),
- вибрациски кошеви.

Челните товарачи се универзални машини што се состојат од база (трактор со тркала или гасеници), лостов механизам и работен орган (кошница, виљушка или клешта).

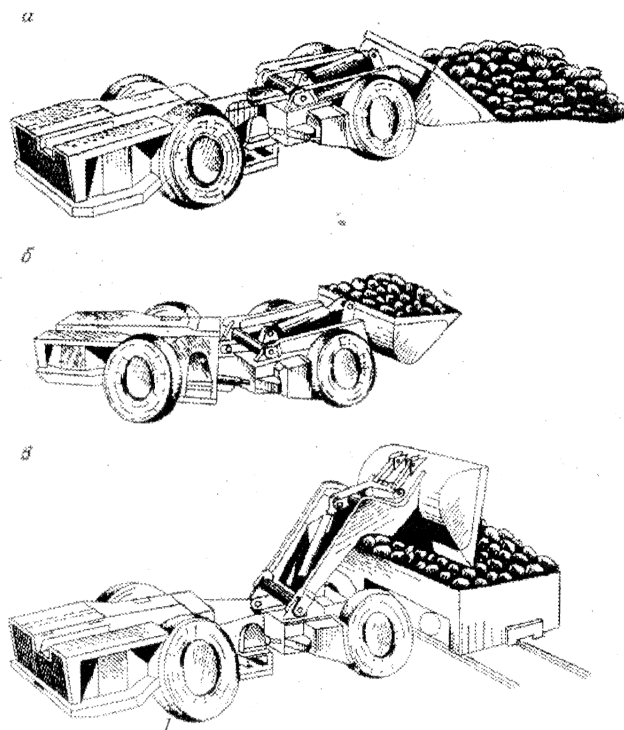


*Сл. 7.3. Челен товарач
– (а) црпење, (б)
подигање, (в)
исипување*

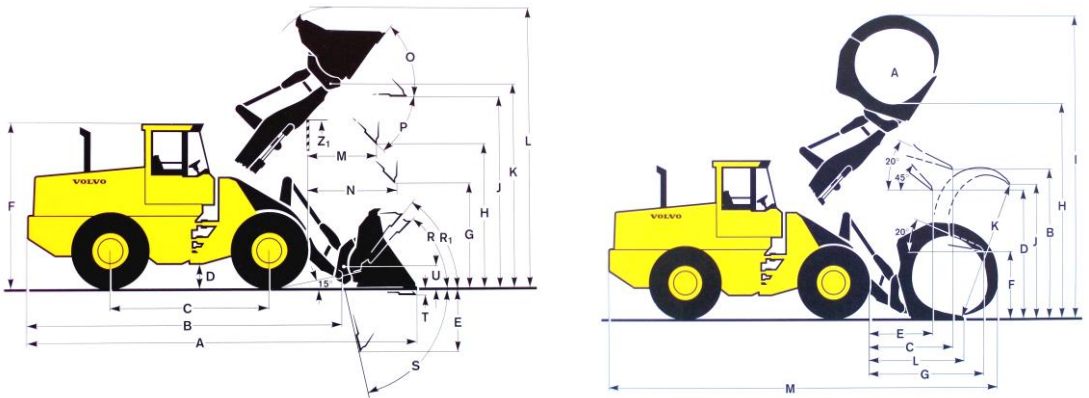
*(испитување извршено
2008 година во
Цементарница „Усје“ –
Скопје, фото – авторот)*



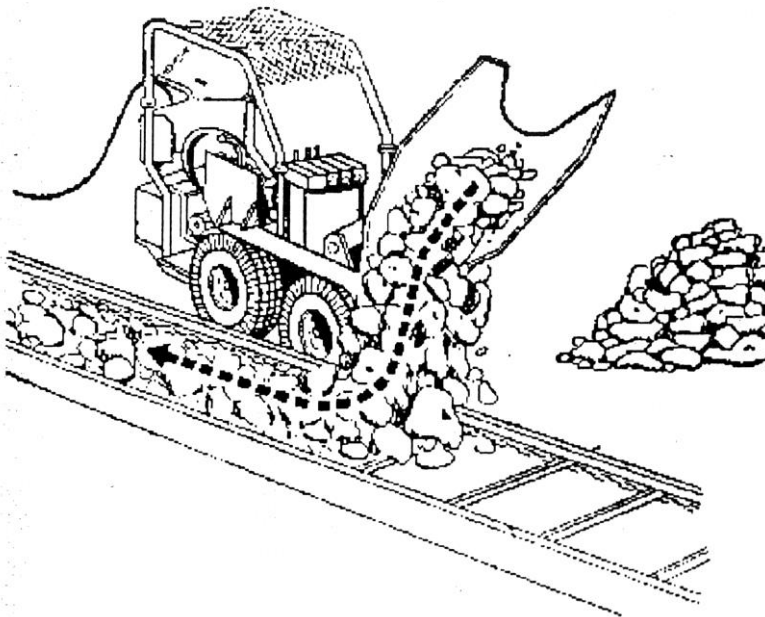
Сл. 7.4. Челен низок руднички товарач



Сл. 7.6. Низок челен (фронтален) товарач во фазите на товарање:
а) црпење, б) пренесување, в) истовар во вагонетка.



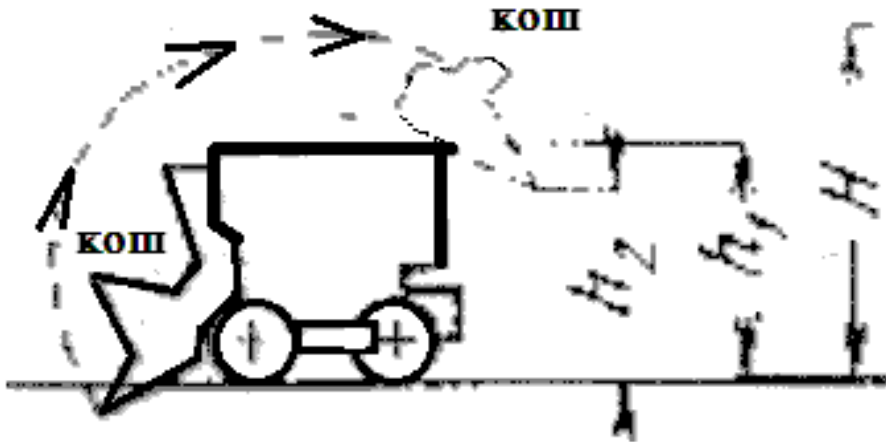
Сл. 7.5. Универзален челен товарач „Волво ВМ“ (а) за сиплив товар
(б) за трупци во дрвна индустрија



Сл. 7.7. Бочен (страничен) товарач

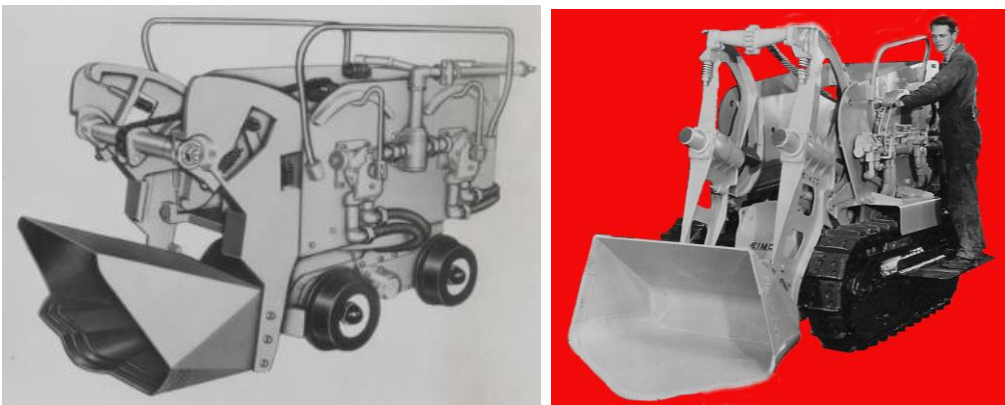
Бочните (страничните) товарачи служат за странично црпење и испување (Сл. 7.7) и се користат најчесто во јамските копови во рударството.

Специјалните товарачи со еден кош што се користат во јамите во рударството, често имаат можност да го префрлат материјалот наназад во сопствен сандак или, пак, во вагонетка што ќе се доближи од задната страна.



јамски товарач со истовар "преку глава"

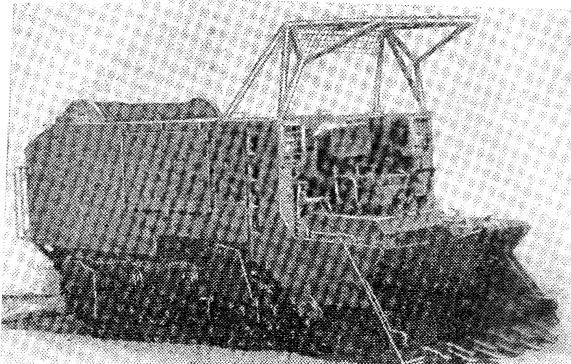
Сл. 7.8. Јамски товарач со истовар наназад



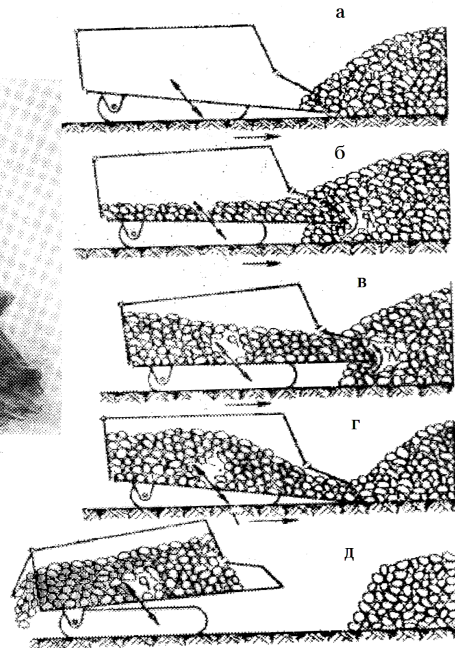
Сл. 7.9. Изглед на јамски товарачи што го истоваруваат кошот наназад (т.н. товарачи преку глава)

Вибрациските кошеви (сандаци) со потискање кон купот сиплив материјал со одредена гранулација и со остварување

вибрација се полнат со материјал. Кога сандакот ќе се наполни, се исправа во хоризонтална позиција и машината се движи кон одредената дестинација и таму сандакот се навалува наназад и со помош на вибрацијата се празни.



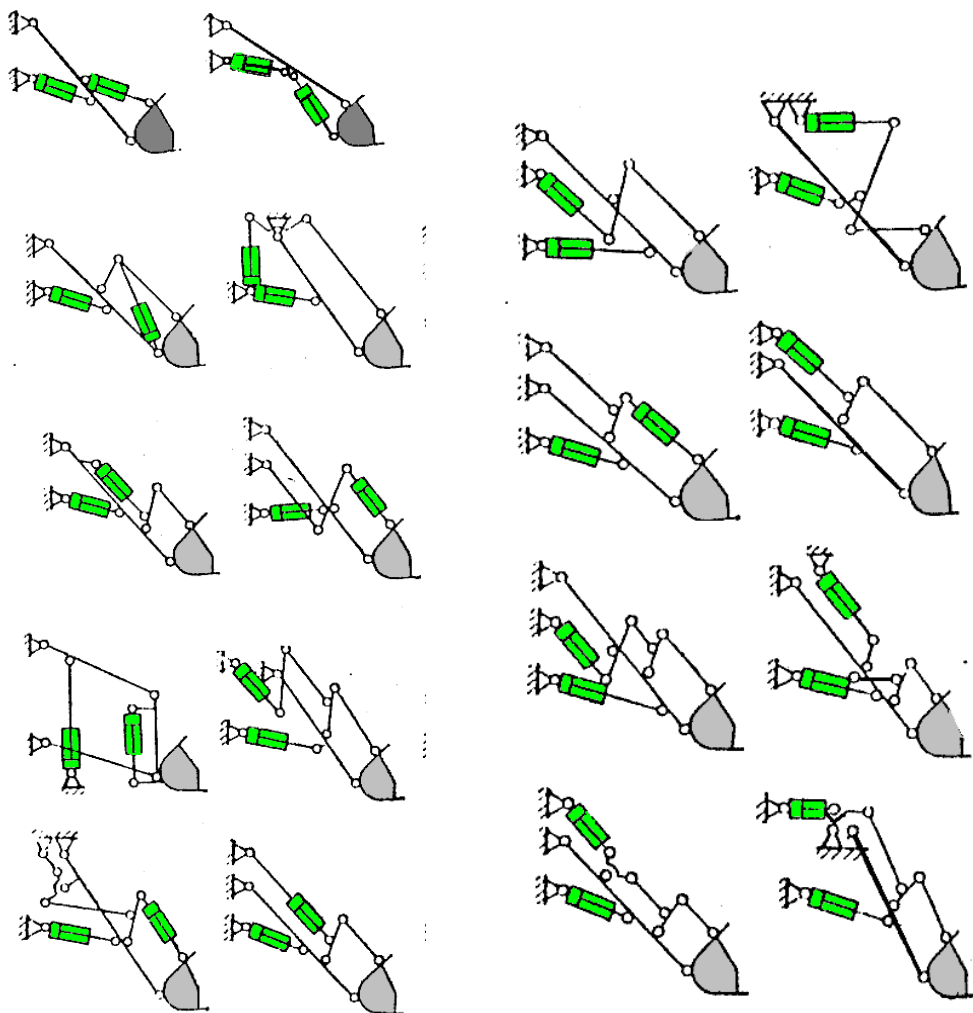
вибрационен сандук (кош)



Сл. 7.10. Полнење и празнење на еден вибрациски сандак (кош)

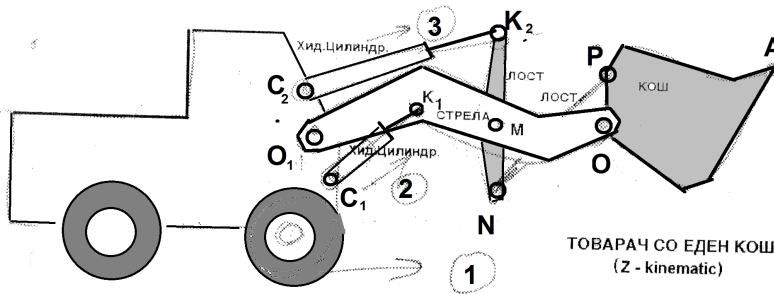
7.2. Концепции на работните механизми на товарачите со еден кош

Кај товарачите со еден кош, без разлика дали се на пневматска или гасенична база, работната опрема е сложена лостова – зглобна конструкција. Постојат голем број концепции на составување на работната опрема (Сл. 7.11), која може да биде поедноставна или посложена.

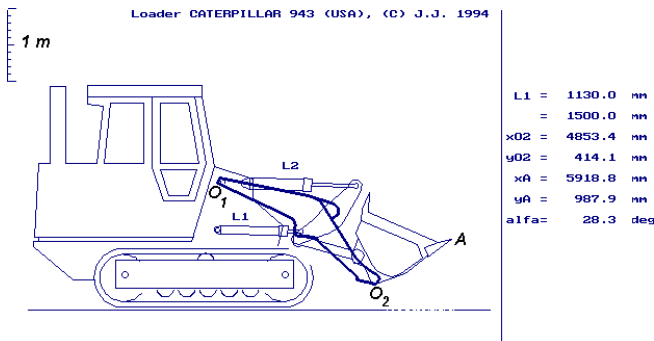
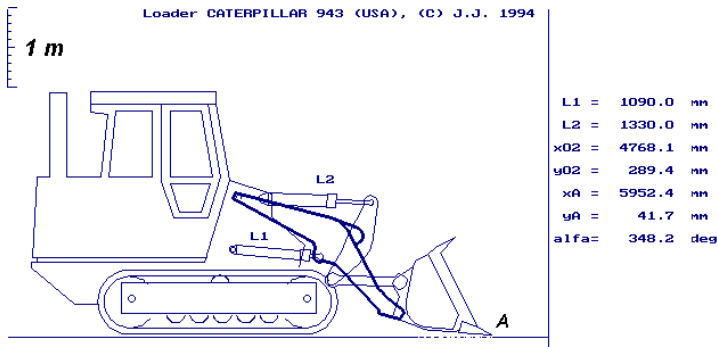


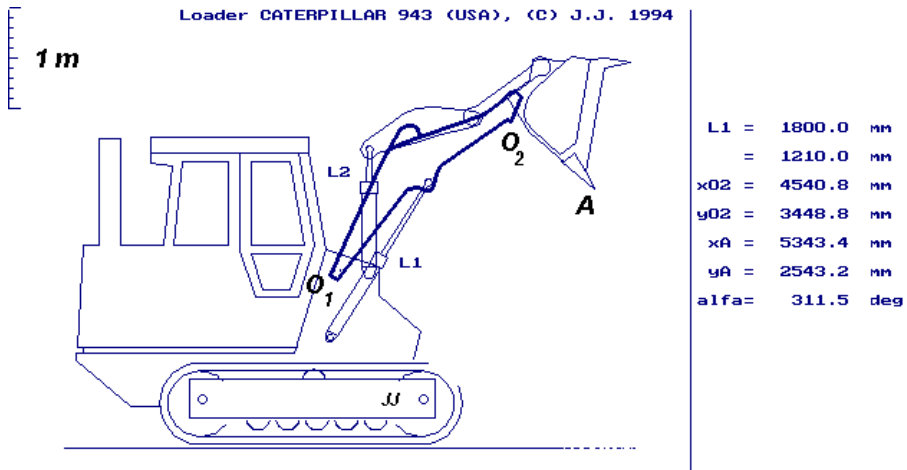
Сл. 7.11. Концепции на работните лостови механизми кај товарачите

Најпростите концепции се состојат само од стрела, кош и два погонски хидраулични цилиндра од кои првиот ја подига стрелата, а вториот го превртува кошот. Во практиката се користат многу ретко, бидејќи не се во состојба да одговорат на работните задачи, а пред сè да обезбедат транслација при подигање на кошот. Посложените концепции вклучуваат и лстови посредници со што се подобрува функцијата на товарење и празнење на кошот, а и изведувањето на целокупниот циклус, кој треба да биде изведен колку што е можно побрзо, но без други нарушувања.

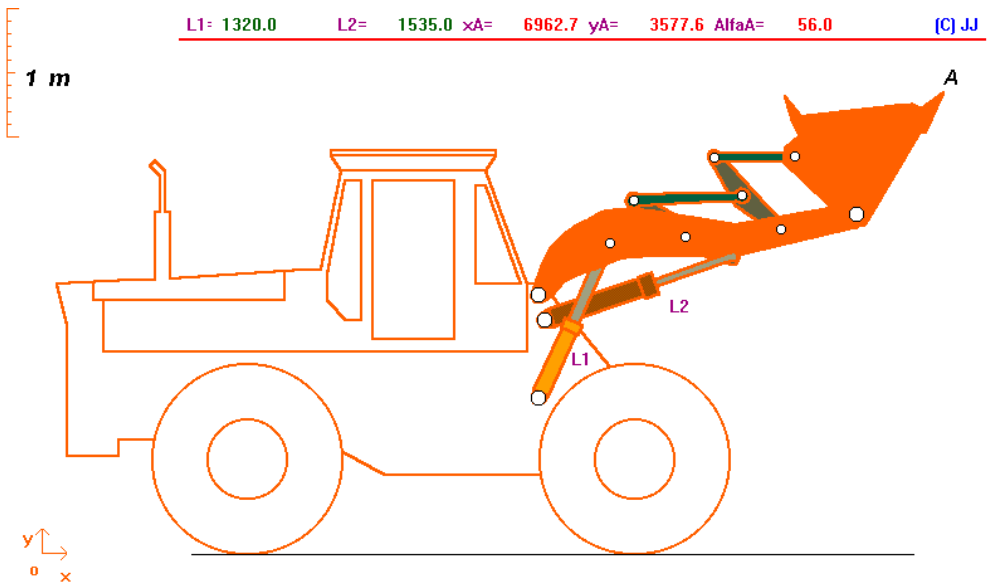


Сл. 7.12. Шема на товарач, т.н. Z-kinematic

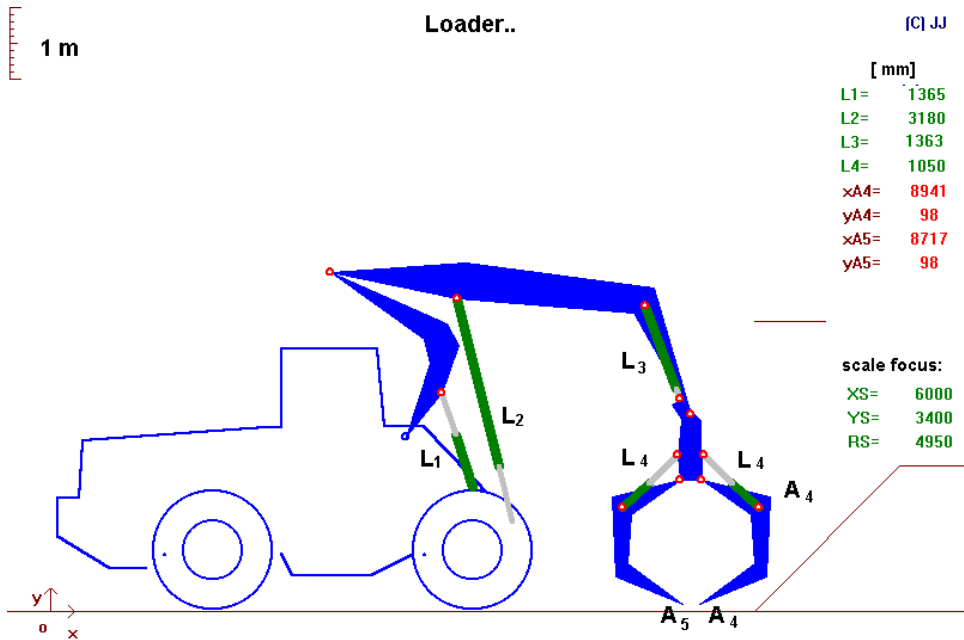




Сл. 7.13. Изглед на товарачот „Катерпилар 943“ (САД) на гасеничар – Z-kinematic (секвенции – дел од компјутерска симулација)



Сл. 7.14. Изглед на товарачот RD 180 („Р. Дакиќ“ – Подгорица) на пневматици со сложен повеќечлен механизам [дел од компјутерска симулација RD180.EXE (JJ) 2004]



Сл. 7.15. Секвенција од работата на товарач „Волво БМ“ (дел од компјутерска симулација – 2004)

7.3. Работни и експлоатациски карактеристики на машините за товарање

Голем број работни карактеристики кај челните – фронтални товарачи се третирали во повеќе национални и од меѓународни стандарди. Имено, постојат групи карактеристики што мораат да бидат опфатени, бидејќи претставуваат основни показатели за работата на товарачот и неговата соодветност за дадени услови. Така, според SAE (Society of Automotive Engineers), во стандардот J 732 C (од јануари 1969 година) дефинирани се неколку карактеристики: Волумените на корпите се типизирани [m³]:

0,5; 0,8; 1,0; 1,25; 1,60; 2,0; 2,5; 3,15; 5,0; 8,0; 11,0; 20,0

* Време на подигање на корпата од позицијата на стојење на површината до највисоката точка на подигање.

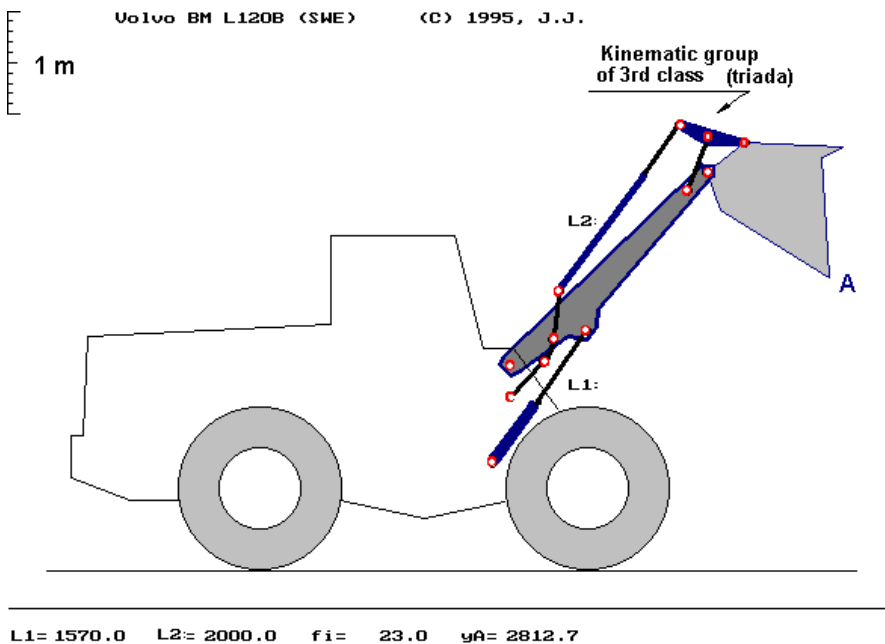
* Време на спуштање на празен кош од истоварната позиција до почетната положба.

* Време на истовар на полн кош од позицијата на максимална подигнатост до крајот на процесот на празнење.

* Сила на „кинење“ – силата на „кинење“ (breakout force) претставува максимална потпорна реакција (вертикална) што се зема да биде на 102 мм зад врвот на забот на кошот и се постигнува во моментот на подигање на задниот дел на базисот на машината.

Товарачи со тријада

Фирмата „Волво БМ“ од Шведска произведуваше цела серија товарачи со одлични перформанси што содржат тријада. Тоа се фронталните товарач 4200 В, 4300 В, 4400, 4500, 4600, а тие денес со одредени подобрувања носат ознаки L120, L130, L140, L150 и L160. И фирмата „Катерпилар“ од САД има една серија машини со тријада. На Сл. 7.16 е прикажана компјутерска слика на товарачот L120, на која се обележени зглобовите (програмата VL12.EXE).



Сл. 7.16. Приказ на товарачот „Волво БМ L120“ што содржи тријада [програма L120B.EXE (JJ) – 1995]

Треба да се напомене дека при проектирањето на еден товарач, неопходно е да се исполнат четири главни услови, покрај општо прифатените во машиноградбата. Цел е да се обезбеди лесно ракување со машината.

1. Црпењето да се изврши со екстензија на само еден хидроцилиндар (првиот).

2. Подигањето да се изврши под строга транслација на кошот.

3. Подигањето да се изврши со екстензија на само со еден хидрауличен цилиндар (вториот).

4. По исипувањето, спуштањето на кошот да се изврши со контракција на само еден цилиндар (вториот), а кошот да дојде во почетна положба.

Овие четири услови можат да бидат постигнати со посложените шеми на механизмите прикажани на Сл. 7.11. Тоа е проблем на т.н. синтеза на механизми. Денешната употреба на механизмите со тријада, освен што обезбедува исполнување на тие услови, исто така постигнува високи учиноци, поради големата сила на црпење (кинење) и соодветните движења за рационално исполнување на кошот. Поради лесното ракување и другите погодности се постигнува голема ефективност на овие машини.

7.4. Машини за континуирано товарање

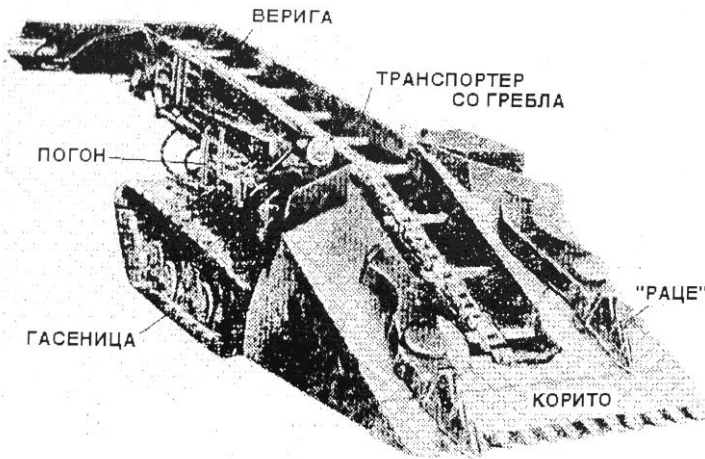
Машините за континуирано товарање се карактеризираат со непрекината работа и со голема продуктивност. Наменети се за материјали со поситна и уедначена гранулација. Можат да бидат конструирани како дел од комплексен систем (на пример, како почетен склоп од т.н. рударско-јамски комбајни).

Делот за црпење се изведува на три начини:

- со шепи (лостов механизам),
- со верижни гребла,
- со релјефни дискови (или дискови со прсти).

Предниот црпечки дел го зафаќа материјалот (најчесто странично-бочно од двете страни) што косата рамнина го додава на верижен транспортер со гребла, кој го искачува до краток

транспортер со лента што го исипува во некое превозно средство (вагон, приколка) или, пак, во сопствен сандак.



Сл. 7.17. Машина за континуирано товариње со шепи за црпење

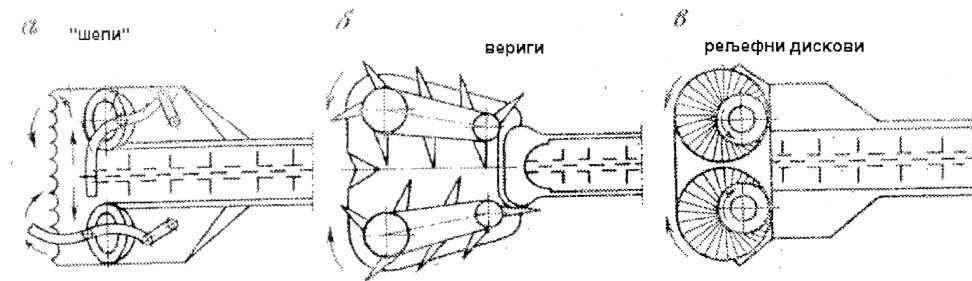


Сл. 7.18. Машина за континуирано товариње со дискови за црпење

Кај машините со континуирано товариње машината се состои од преден црпачки дел, кој е најважен, во кој е поставен механизмот за црпење (шепи, верижни гребени, дискови и друго – Сл. 7.19), кој зацрпениот материјал го турка кон верижниот транспортер со ниски гребла, а кој од своја страна го доведува до сопствениот сандак, кој има ограничен волумен за привремено складирање, а потоа од него со краток транспортер со лента материјалот се префрла во друго превозно средство што пристигнува од задната страна на машината. Исто така, привремено

складираниот материјал во сандакот може да се истовари во некоја сипка или бункер, а потоа да се одвезе со некој брз транспортер.

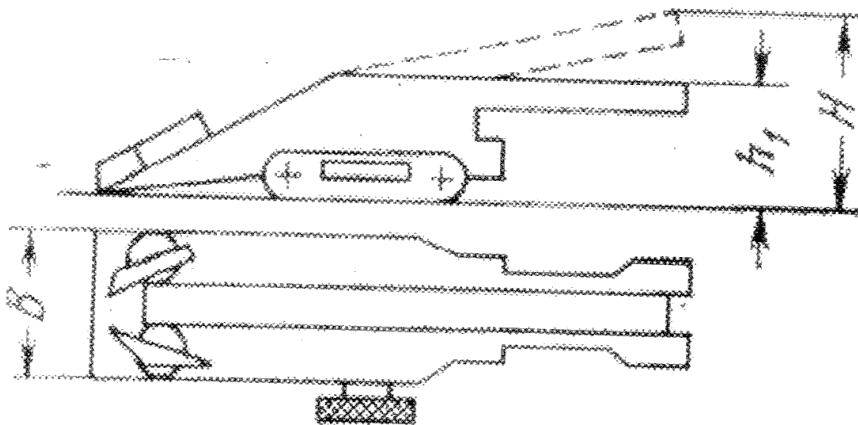
На Сл. 7.19 се прикажани видовите механизми со кои се извршува црпење на материјалот кај машините со континуирано товарење.



ТОВАРАЧИ СО КОНТИНУИРАНА РАБОТА : начини на црпење

Сл. 7.19. Видови механизми за црпење

Постојат и машини за континуирано товарење со сопствен сандак и такви без сандак (Сл. 7.20).



Сл. 7.20. Машина за континуирано товарење (без сандак) – со директно пренесување на исцрпениот материјал врз превозно средство

Треба да се напомене дека машините за континуирано товарење можат да бидат самостојни машини за товарење, но и да бидат дел од комплексни машини.

8. ДОЗЕРИ

Дозерите се машини што рапидно се развиваат изминатите 80 години, пред сè во САД, а подоцна и во Русија и во цела Европа. Основна машина на дозерите е тракторот (гасеничар или со тркала). Од предната страна на тракторот е монтиран специјален ралник за да ја копа и да ја турка ископаната земја.

Главната поделба на дозерите е направена во зависност од положбата на ралникот:

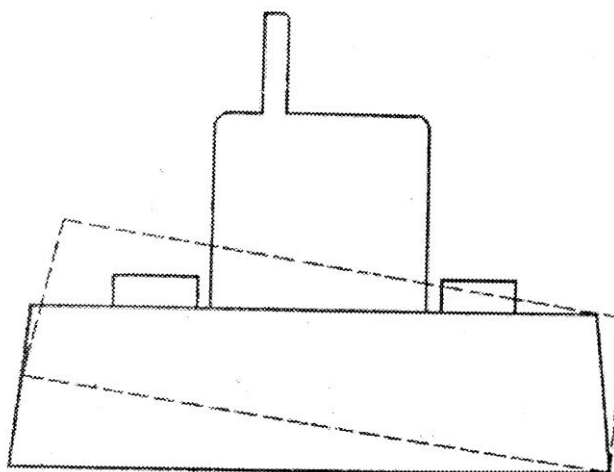
- булдозер (ралникот е поставен попречно, под прав агол во однос на правецот на движење; Сл. 8.1);
- англдозер (или енглдозер, кога ралникот е поставен налево или надесно во однос на челото на тракторот; Сл. 8.2);
- тилтдозер (кога ралникот е ротирен за одреден мал агол во однос на хоризонталната оска, т.е. правецот на движење; Сл. 8.3).



Сл. 8.1. Изглед на современ булдозер



Сл. 8.2. Англдозер



Сл. 8.3. Тилтдозер

Кај постарите дозери ралникот се подига или се спушта механички со челични јажиња, а кај сите денешни дозери – во сите три изведби, со помош на хидраулични цилиндри.



Сл. 8.4. Дозер со хидраулично подигање на ралникот. Поставен е на пневматици

Ралникот од долната страна има нож, изработен од еден или од повеќе сегменти што се прицврстуваат со завртки. Ножот се изработува од легиран мангански челик поради интензивното триење и изабување.

Должината на ралникот и ножот како работен орган треба да биде секогаш поголема од широчината на тракторот, а особено ако машината работи како англдозер.

Обликот на лимот на ралникот е обично заоблен, за да може да собере поголемо количество без да се растура отстрана или над ралникот.

Најважната карактеристика на дозерите е нивната сила на туркање (F), која математички е еднаква со т.н. атхезиска сила:

$$F = F_{ath} = G_{vk} \varphi \text{ [kN]}$$

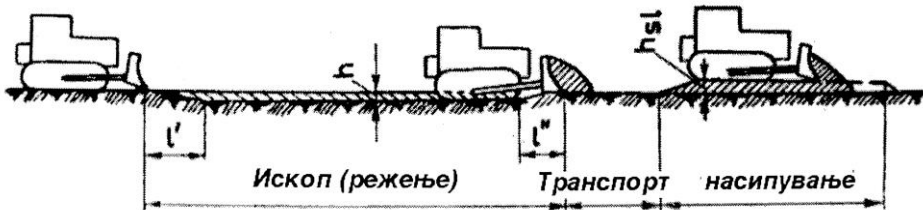
каде што се:

F_{ath} [kN] – атхезиска сила

G_{vk} [kN] – вкупна тежина на тракторот со раб. опрема

Φ – коефициент на прилепување (кај дозери се движи од 0,5 и над 1,0 зависно од видот на гасеницата и состојбата на земјената подлога)

Дозерите со својата голема сила на туркање можат да корнат дрвја, да истуркуваат големи камења итн. Сепак, дозерите со помош на ралничкиот нож режат еден слој земја и го туркаат напред пред себе на одредено растојание до околу 60 метри (Сл. 8.5).



Сл. 8.5. Процес на работа на дозерите

Булдозерите кои се поставени на трактори со тркала (Сл. 8.4), можат да се движат со поголеми работни брзини (и до **50 km/h**).

Работните брзини на булдозерите со менувачи можат да се регулираат во широки граници, но обично за работа и туркање брзината изнесува околу **3 km/h**.

Брзините на насипување и распостилање на ископаната земја се повисоки и можат да достигнат **14 km/h**.

Како и кај другите машини за земјени работи, се јавуваат отпори на ископ, чии две компоненти се доминантни, а тие се:

F_{w1} – отпор на режење на слојот земја;

F_{w3} – отпор од туркањето на земјената призма (куп).

Преостанатите отпори се од триењата во одниот механизам и во трансмисијата.

Доколку булдозерот работи под наклон, се зема и компонентата $G_{vk} \sin\beta$, каде што β е наклон на земјиштето.

Кабините на дозерите се ергономски, потполно климатизирани и заштитени (Сл. 8.6), иако во некои случаи може да се работи и без кабина (Сл. 8.11).



Сл. 8.6. Современа кабина кај дозерите и другите ГРМ



Сл. 8.7. Дозер со крути тркала за работа во отпад или во каменолом каде што подлогата е со остри предмети



Сл. 8.8. Дозер гасеничар, со кабина – со хидраулично подигање на ножот и риперот



Сл. 8.9. Дозер со двојна гумена гасеница

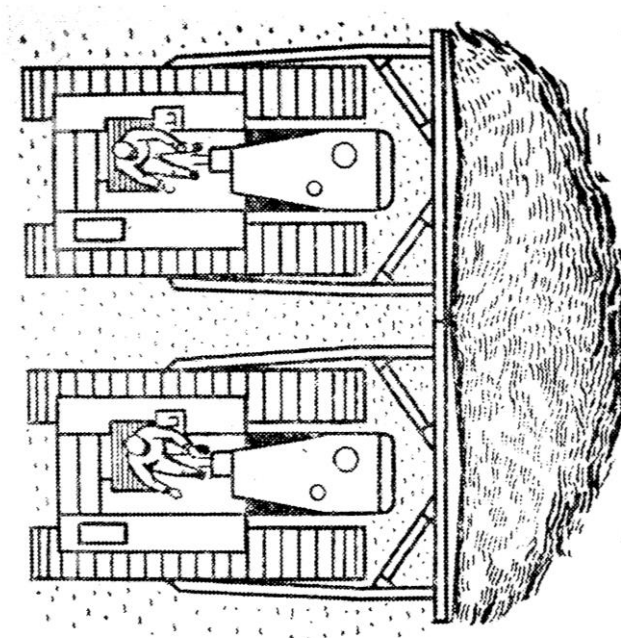
Активностите што можат да бидат извршени со помош на дозерите се:

- симнување хумус (режење слој),
- чистење терени (соборување стебла и туркање камења),
- изработка на насипи и засеци,
- насипување и распстилање земја во дупки и нерамнини,
- изработка на патни профили (со тилтдозер),
- влечење на други градежни машини,
- раскопување на тврди земјишта со ријач (рипер) (Сл. 8.10).

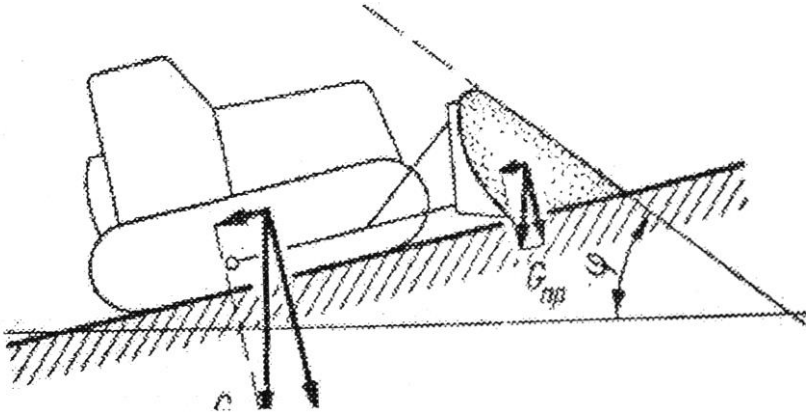


Сл. 8.10. Дозер со ријач (рипер) со три распорувачи

Во одделни случаи отпорите се толку големи што еден дозер (булдозер) не може да ги совлада. Тогаш се користат тандем трактори со еден заеднички нож (Сл. 8.11). Обично, такво нешто се случува кога булдозерот треба да работи на нагорнина (Сл. 8.12).



Сл. 8.11. Тандем булдозери



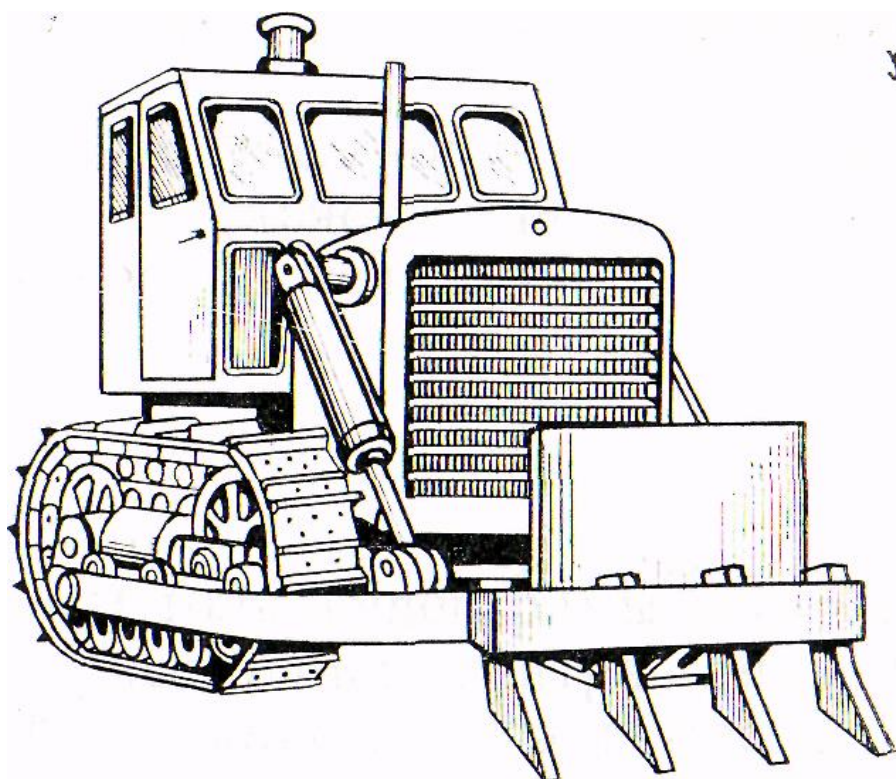
Сл. 8.12. Работа на дозерот на нагорнина

Тенденциите во развојот на дозерите се создавање на крупни, тешки машини што денес надминуваат 200 тони, со што и нивната сила туркање пропорционално се зголемува.

Најчесто се користи еден моќен дизел-мотор (и над 650 kW), а во некои случаи и по два дизел-мотора (по еден за секоја гасеница).

Употребата на електромоторен погон се користи кога има достапна електрична струја што се доведува со кабли или со троли (и лизгачки водови), но најчест случај е со групата Ward-Leonard, т.е. дизел-мотор --> генератор --> електромотори (за движење на машината и за управување со ралникот и риперот, со посредство на хидростатска трансмисија).

Во некои случаи, наместо ралникот од предната страна се поставуваат посебни работни органи за корнење дрва и расчистување камења.



Сл. 8.13. Дозер со работен орган за расчистување терен

9. СКРЕПЕРИ

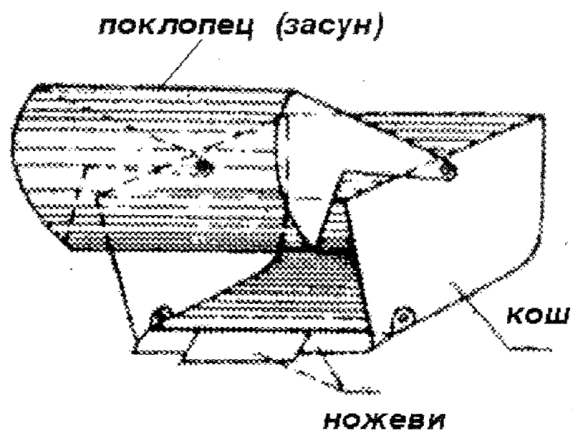
Овој вид градежни машини се наменети за ископ и транспорт на ископаната земја на растојанија не подолги од пет километри. Исто така, ископаната земја може да се распотила во слоеви со различна дебелина.

Скреперите се користат во градежништвото и површинските копови во рударството, за воени цели, а поретко во земјоделството. Иако во Европа поретко се користат, нивната примена во САД и во Русија е многу честа. Тие вршат ископи на земјишта од I, II и III категорија. Најоптимален е транспортот со скрепери на должини од околу 100 метри. Волумените на кошевите се движат во граници од 1 до 50 m³, а во подземните копови се користат ниски скрепери со волумен на кошот од околу 3 m³.

Скреперите можат да бидат изведени во неколку вида:

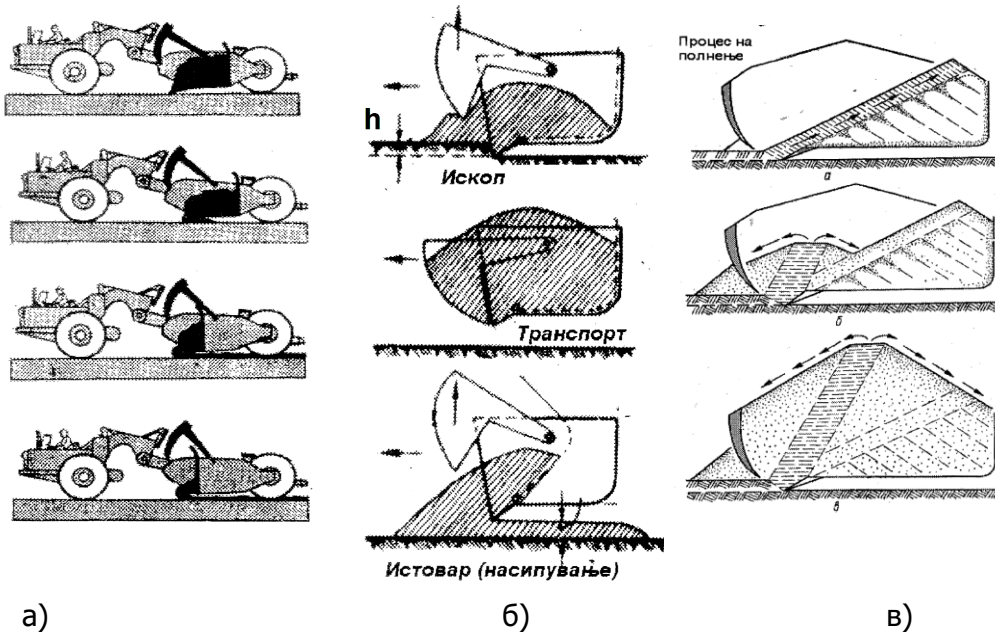
- влечени (двоосни и едноосни),
- самоодни,
- скреперни возови,
- скрепери со елеватор.

Кошот на скреперите имаат поклопец (засун), а од долната страна, слично на булдозерите имаат нож (едноделен или повеќеделен – поставени во линија, в. Сл. 9.1).



Сл. 9.1. Скреперен кош со ножеви и поклопец

Пред почетокот на работата кошот се спушта, ножот се зарива во земјата и со влечењето на кошот процесот на режење и полнење се остварува (Сл. 9.2 а).



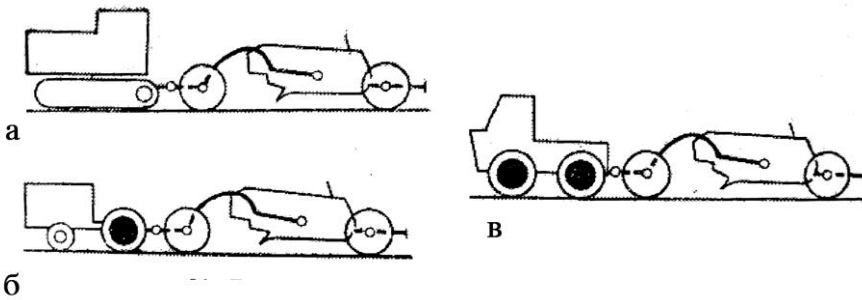
Сл. 9.2. а) Фази на ископ, транспорт и исипување со кош од скрепер; б) движење на земјата во кошот при полнење; в) празнење на кошот со потиснување со клип

Процесот на полнење на кошот е врзан за рапиден пораст на отпорот F_{w2} , што му се придружува кон отпорот на режење F_{w1} и достигнува многу високи вредности (зависно од волуменот на кошот) и затоа скреперите често не се во состојба да го совладаат вкупниот отпор, па се случува да се туркаат или да се влечат со дополнителен трактор (булдозер).

Исипувањето на кошот се извршува или со навалување на самиот кош, со потиснување со клип или, пак, комбинирано. Се врши насипување на одредени делници со одредена дебелина на слоеви.

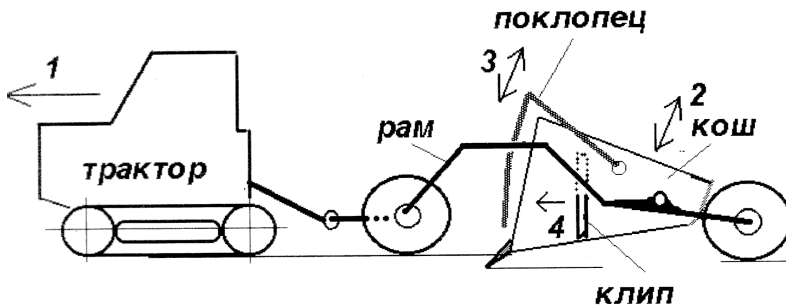
9.1. Влечени скрепери

Влечените двоосни скрепери (Сл. 9.3. а, б, в) се влечат со гасенични трактори (а) или, пак, со трактори со пневматици чијшто погон е на двете задни тркала (б) или на сите четири тркала (в).



Сл. 9.3. Двоосни влечени скрепери

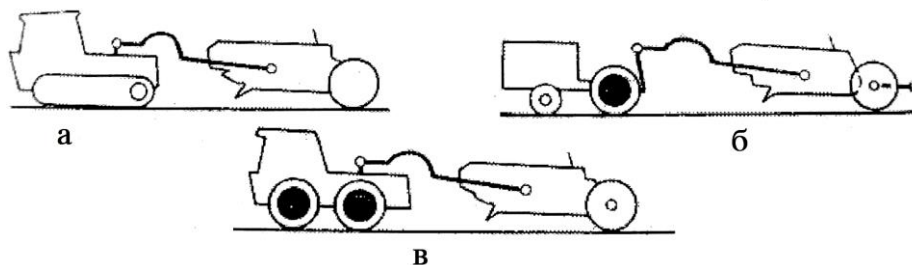
Влечените едноосни скрепери (Сл. 9.3 а, б, в) исто така се влечени од трактори-гасеничари (а) или трактори со пневматици (б и в).



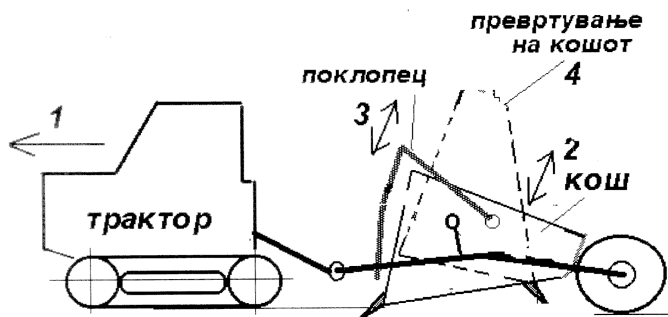
Сл. 9.4. Проста шема на двоосен влечен скрепер



Сл. 9.5. Изглед на влечен двоосен скрепер. Се влече со трактор на пневматици



Сл. 9.6. Едноосни влечени скрепери



Сл. 9.7. Проста шема на едноосен влечен скрепер

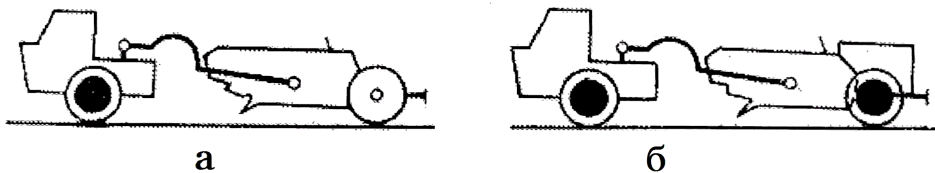


Сл. 9.8. Изглед на влечен едноосен скрепер

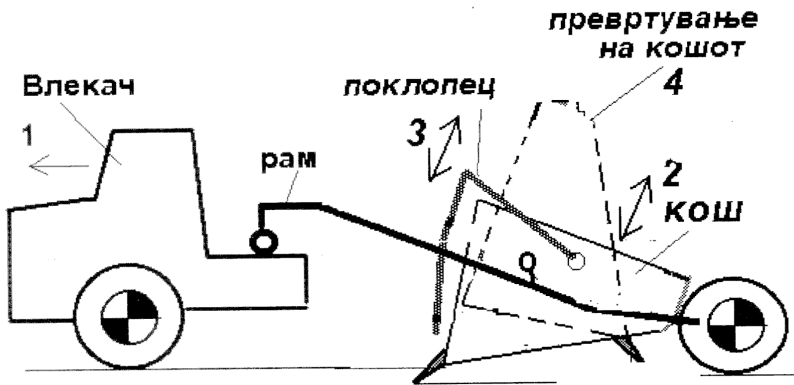
Сите влечени скрепери се со помали димензии, а се користат за транспорт на помали растојанија и имаат помал дијапазон на работни и транспортни брзини.

9.2. Самоодни скрепери

Самоодните скрепери се крупни и тешки машини, со големи маневарски способности и широк дијапазон на работни брзини и режими на работа, а моќноста на погонските мотори е над 1.000 kW. Тие се состојат од два дела: влекач, за кој преку седло (зглобно) се врзува делот со кошот. Димензиите на тркалата можат да надминат три метри во дијаметар.



Сл. 9.9. Самоодни скрепери со погон на две (а) и на четири тркала (б)

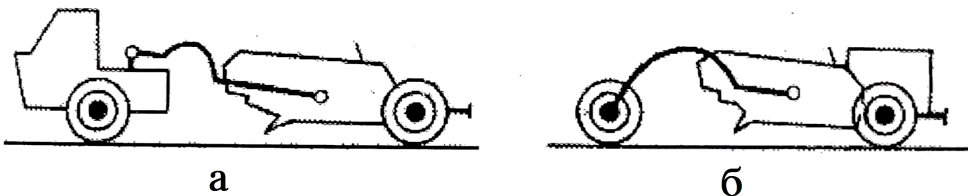


Сл. 9.10. Проста шема на самооден скрепер со главните делови

На Сл. 9.9 а е прикажан помал самооден скрепер, чијшто влекач има погонски тркала, додека делот што го носи скреперниот кош нема погон на тркалата.

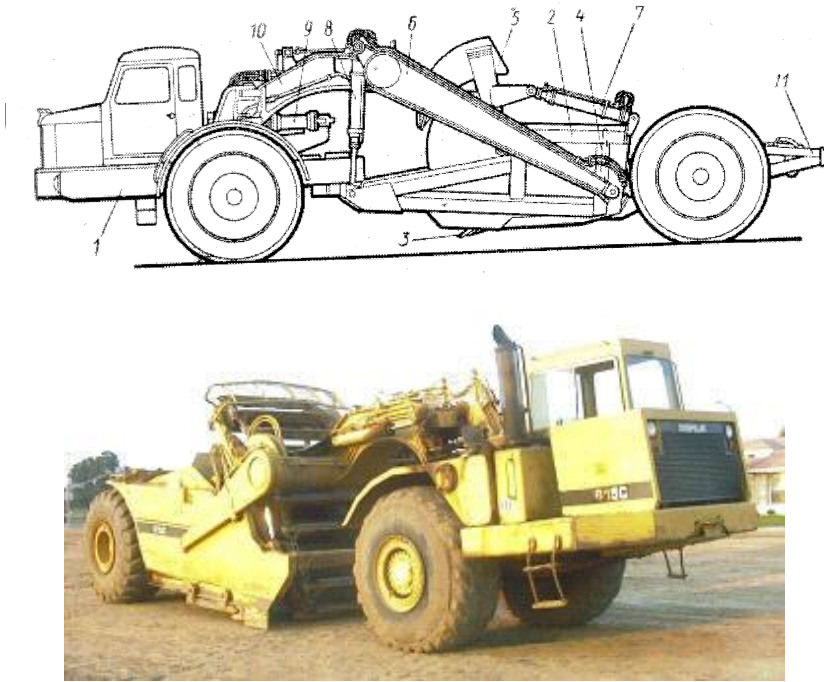
На Сл. 9.9 б е дадена вообичаената и најчесто сретнуваната изведба на самооден скрепер, каде што погонски тркала имаат како влекачот, така и задниот дел што го носи кошот.

Сл. 9.11 прикажува тежок самооден скрепер, што се нарекува скрепер со мото-тркала. Имено, преку т.н. Ward-Leonard (дизел-мотор + генератор), секое тркало се погонува преку електромотор со редуктор. Таквите тркала се нарекуваат мото-тркала.



Сл. 9.11. Самоодни скрепери со мото-тркала

На следната слика се прикажани самоодни скрепери.

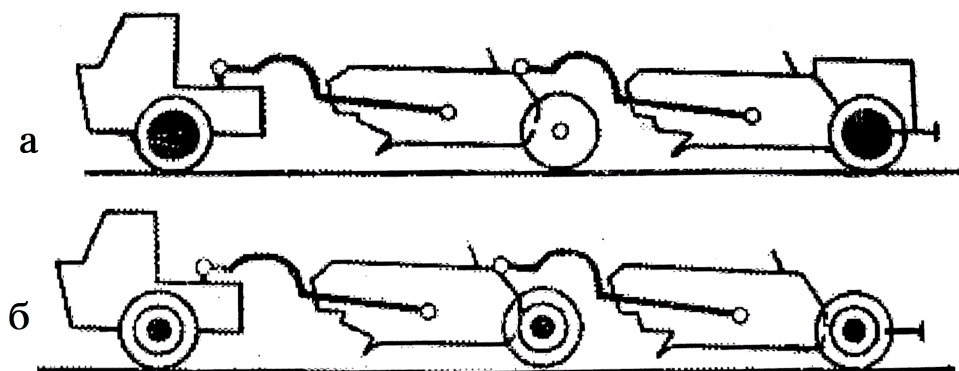


Сл. 9.12. Самоодни скрепери

9.3. Скреперни возови

Кај најголемиот број скрепери се јавуваат големи отпори. Главна компонента на отпорот е отпорот на полнење на кошот F_{w2} . Поради големината на кошот, тој отпор може да достигне толку високи вредности што доаѓа до тотално пролизгување на тркалата на скреперот. Дури и да не биде пролизгувањето тотално, доаѓа до големи загуби во продуктивноста. Во таква ситуација, потребна е дополнителна влечна сила, што во некои случаи се дава од дополнителен трактор (булдозер).

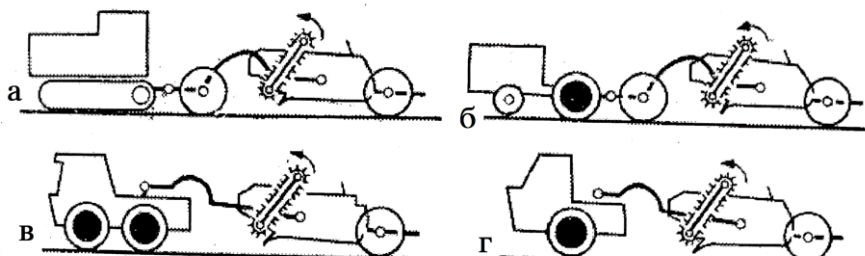
Во други ситуации, кога отпорите на полнење на кошот и вкупните отпори се релативно мали, машината не е доволно искористена. Во такви ситуации можат да се формираат т.н. скреперни возови со кои се зголемуваат капацитетот и искористеноста на скреперот.



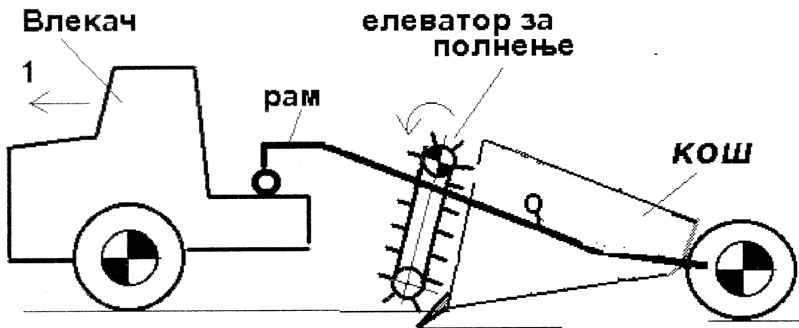
Сл. 9.13. Скреперни возови

9.4. Скрепери со елеватор

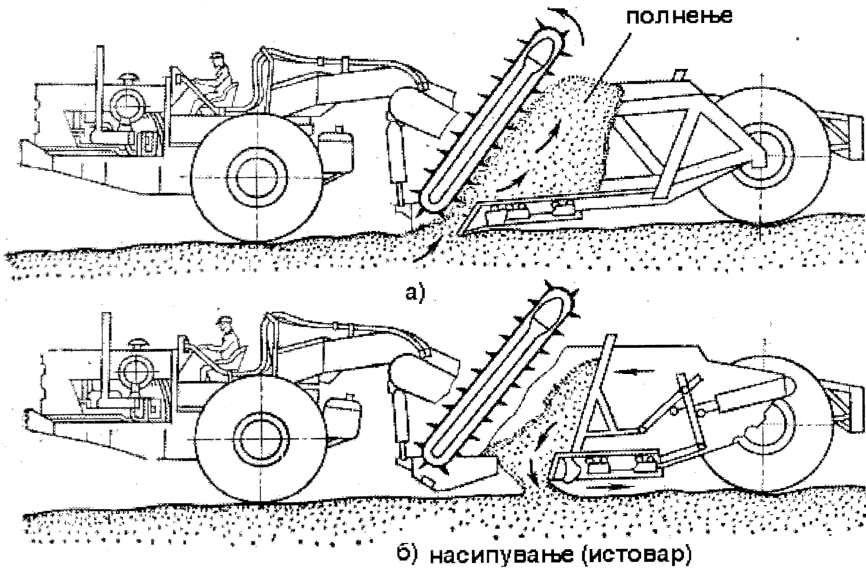
Скреперите во својата работа се изложени на многу големи отпори на полнење F_{w2} на кошот. Колку поголем кош, толку отпорите се поголеми. За да се намалат тие отпори, се вградуваат верижни елеватори што помагаат при полнењето на кошот, односно значително ги намалуваат отпорите на полнење. Вградувањето на верижните елеватори може да се примени и кај самоодните и кај влечените скрепери (Сл. 9.14).



Сл. 9.14. Скрепери со верижен елеватор



Сл. 9.15. Проста шема на самооден скрепер со елеватор за полнење



Сл. 9.16. Самооден скрепер со елеватор за полнење и празнење со клип

9.5. Процес на работа на скреперот

Скреперот (влечен или самооден) се состои од еден кош (сандак), (Сл. 9.1), кој има тело, поклопец и сечило (нож) за режење на земјата. На Сл. 9.2 а се прикажани фазите на работа на скреперите:

- а. ископ (истовремено режење и полнење на кошот),
- б. транспорт,
- в. исипување (насипување) на земјата.

Погоре, на Сл. 9.2 а се дадени (а) Процесот на режење и полнење на скреперен кош, (б) транспорт на полниот кош, (в) исипување со навалување на кошот.

Вкупните работни операции кај скреперите се извршуваат на следниот начин:

1. Скреперот го спушта кошот долу и сечилото на ножот се забива во земјата. Поклопецот е полуподигнат.
2. Скреперот тргнува напред со работна брзина. Слојот земја што се реже влегува во кошот.
3. Кога ќе се наполни кошот, поклопецот се затвора, кошот се подига во транспортната положба. Скреперот тргнува со транспортна брзина за да ја пренесе ископаната земја.
4. На местото на исипувањето, се отвора поклопецот, се исипува земјата.
5. Враќање на скреперот назад, празен, со голема транспортна брзина (понекогаш и над 70 km/h).

Начинот на исипувањето на земјата може да се изврши на следните начини:

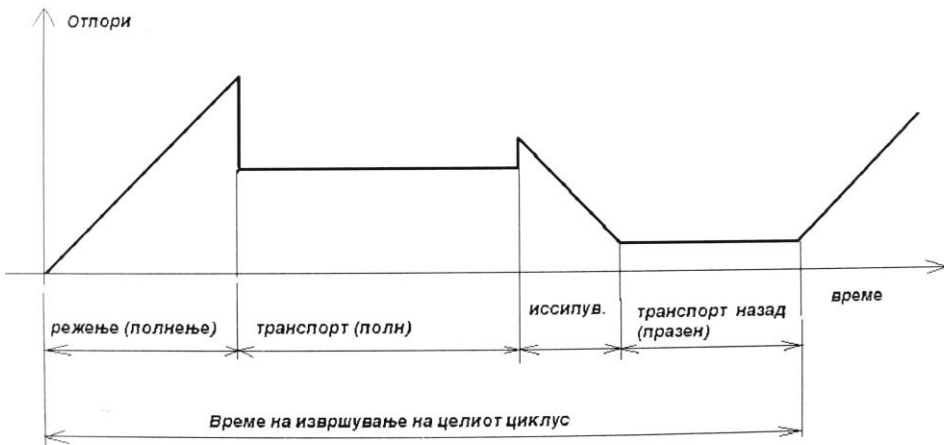
- принудно со клип (Сл. 9.2 в, 9.4, 9.16),
- со навалување на кошот (Сл. 9.7, Сл. 9.10),
- комбинирано,
- со отворање на дното.

При исипувањето, скреперот може да се движи и земјата да се распостила во слоеви со одбрана дебелина.

9.6. Тенденции на развој на скреперите

Современите скрепери се настојува да бидат поголеми, побрзи, со широк дијапазон на режими на работа. Речиси сите механички управувачки механизми за подигање и превртување на кошот се заменети со хидраулични.

Се настојува да се направат конструкции што ќе бидат автоматизирани. Исто така, се бараат начини за намалување на отпорите (со елеватор, со завојници, со телескопски кошеви, гребење на ископината на дното и др.). Сите други тенденции се општи: намалување на цената на чинење при зголемување на ефективноста.



Сл. 9.17. Работен дијаграм на скреперите

10. ГРЕЈДЕРИ

Грејдерите се помалку застапени од дозерите, но се незаменливи во градежништвото кога е потребно да се добие идеално рамна површина, на пример за автопати, аеродроми, фудбалски, тениски и други игралишта итн.

Освен за финализирање на горенаброените градежни работи, грејдерите се користат и за други работи, на пример:

- изработка на насипи и канали,
- распстилање земја на нерамни терени,
- чистење снег,
- чистење банкини,
- рамнење пред тешка рударска механизација.

Генерално, грејдерот е градежна машина што служи за рамнење терени.

Грејдерите се делат на следниве главни групи:

- влечени (едноосни Сл. 10.1 и Сл. 10.2, и двоосни Сл. 10.3 и Сл. 10.4),
- самоодни (Сл. 10.5, Сл. 10.6, Сл. 10.7).

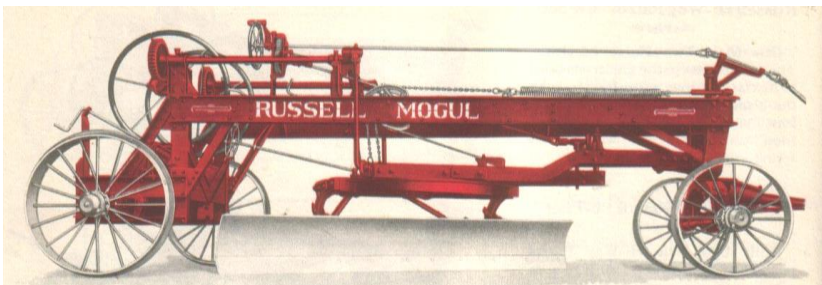


Сл. 10.1. Едноосен влечен грејдер со хидраулично управување со ралникот



Сл. 10.2. Тежок едноосен грејдер влечен од гасеничен трактор

Во минатото, влечењето се изведувало со животинска влеча (со коњска запрега) и доминирале двоосните влечени грејдери со крути тркала (Сл. 10.3), а се користело механичко управување со работниот орган (лстови, јажиња и јажници, вериги, запченици, запчести летви и сегменти, навојни вретена, рачки и тркала и др.).



Сл. 10.3. Двоосен влечен грејдер со механичко управување на ралникот



Сл. 10.4. Двоосен грејдер со коњска влеча и механичко управување на ралникот

Современите влечени едноосни и двоосни грејдери ралникот го управуваат хидраулично, при што од пумпа сместена на тракторот, со црева под притисок флуидот се доведува до соодветните хидроцилиндри и хидромотори за да се остварат сите неопходни движења на ралникот – во сите правци и насоки.

Самоодните грејдери (мото-грејдери) се автономни, мошне комплицирани машини кај кои се сместени сите неопходни погони и механизми. Главното движење на грејдерот се остварува од дизел-мотор со соодветна трансмисија до погонските тркала, а управувањето е по хидромеханички пат.



Сл. 10.5. Изглед на современ самооден грејдер со шест тркала



Сл. 10.6. Изглед на специфичен самооден грејдер со четири тркала

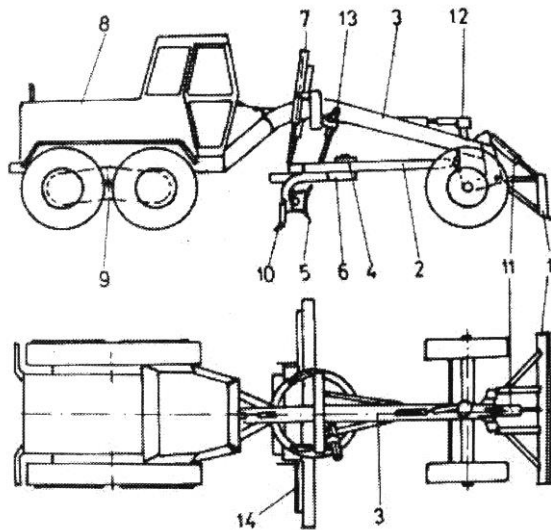
10.1. Составни елементи на грејдерите

Ако грејдерот е едноосен влечен, тогаш ралникот е поставен на рам, што се влече со трактор, гасеничен или со пневматски тркала.

Ралникот кај секој грејдер треба да може да ги оствари следните движења:

- подигање и спуштање (хидраулично или механички),
- завртување околу вертикалната оска (како кај англозерите),
- завртување околу хоризонталната оска (тилтување),
- исфрлање налево или надесно.

Кај сите видови грејдери е неопходна извонредна флексибилност на движењата на ралникот, а особено кај самоодните – ралникот може да се движи во сите правци, а и тркалата да се со можност за управување во сите правци. Така, оваа машина станува флексибилна, но со тоа и комплицирана. Со помош на хидрауликата, тие движења се остварливи кај денешните грејдери.

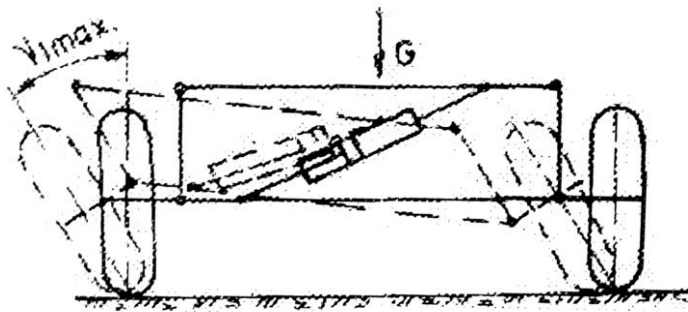


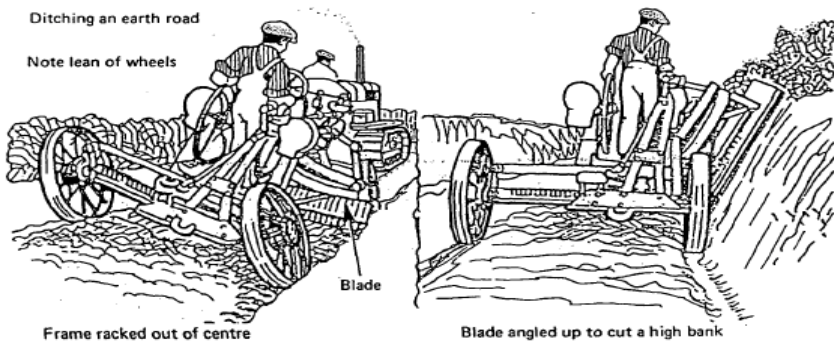
Сл. 10.7. Самооден грејдер (составни делови)

Составни делови на грејдерот се:

1. булдозерски ралник за чистење на теренот пред грејдерот,
2. влечен рам,
3. греден носач,
4. хидромотор за вртење на ралникот,
5. ралник,
6. кружен прстен (обрач),
7. хидроцилиндри за подигање на ралникот,
8. базична машина,
9. балансер на тркалата,
10. ријач (рипер),
11. хидроцилиндар за подигање на булдозерскиот ралник,
12. механизам за управување со предните тркала,
13. хидроцилиндар за странично исфрлање на влечниот рам,
14. хидроцилиндар за странично исфрлање на ралникот.

Освен можностите за маневрирање со ралникот, современите грејдери имаат можности за маневрирање и со тркалата (Сл. 10.8, Сл. 10.9).





Сл. 10.8. Маневрирање со тркалата

Моќноста на моторот на еден самооден грејдер достига и до 250 kW. Широчината на ралникот е 4,2 метри.



Сл. 10.9. Маневрирање со тркалата на самооден грејдер на наклонет терен

Шемата на тркалата кај грејдерите е следна:

A x B x C

каде што:

A – број на управувачки оски

B – број на погонски оски

C – вкупен број оски

Така, на пример, ако ознаката е 1 x 3 x 3, тоа значи дека управувачка оска е само предната, а сите три оски се погонски.

Средните брзини на движење на одделните механизми се дадени во следната табела:

Табела

	механички	хидраулични
подигање на ралникот mm/s	80 – 180	90 – 200
спуштање на ралникот mm/s	80 – 90	70 – 90
вртење на ралникот step/mn	–	3 ⁰ – 6 ⁰
бочно исфрлање mm/s	20 – 50	10 – 50

Современите самоодни грејдери имаат уреди за специјална автоматска нивелација на ралникот во зависност од тоа дали предните тркала пропаднале во дупка или се качиле врз некоја испупченост (камен и сл.). Целта на овој механизам е остварување на идеална хоризонтална површина. Со оглед на комплексноста на движењата на механизмите на грејдерите, овој вид машини се мошне скапи.

10.2. Сили и отпори при работа на грејдерите

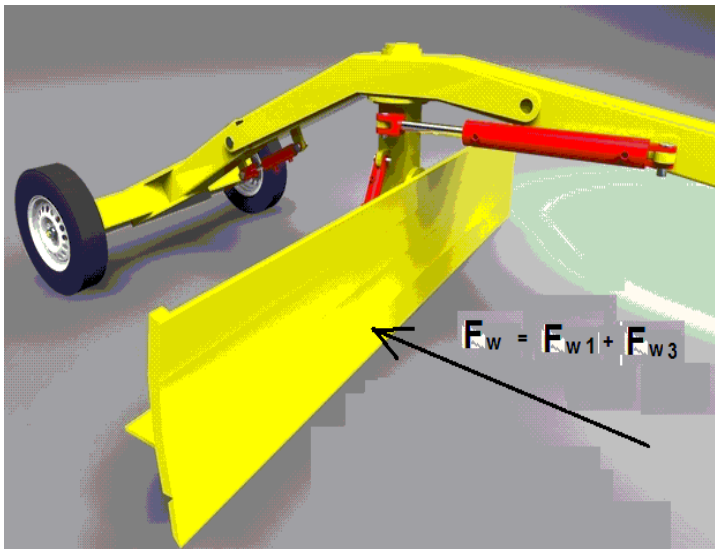
Главното движење на грејдерите се остварува со влечната машина во правец нанапред. Влечната сила на тракторот или, пак, на самоодниот грејдер мора да ги совлада отпорите што се спротивставуваат. Освен вообичаените отпори кај сите влечни возила (сили на отпорот на тркалање R_f , отпорот на наклонот на теренот R_B , отпорот на инерцијата R_i , отпорот на ветерот R_{vet}), овде се јавуваат и соодветните работни или корисни отпори:

$F_k = F_{w1} + F_{w3}$. Во случајот на грејдерите, тоа се отпорите на режењето (кога има режење на слој земја) и секако како најдоминантен тоа е отпорот на призмата земја што се создава пред

ралникот F_{w3} . Затоа што работниот орган на грејдерите исто како кај дозерите не е кош, отсуствува отпорот F_{w2} .

Со оглед на тоа што грејдерот во текот на својата работа работи на различни терени, со наклонети терени и со различно поставен ралник (право, наклонето како англдозер или како тилтдозер и др.) се јавуваат различни реактивни сили што дејствуваат на конструкцијата на грејдерот, го занесуваат настрана, го подигаат нагоре или, пак, вршат силни дејства на механизмите на грејдерот. Тоа е особено карактеристично за самоодните грејдери кога извршуваат работи на насипи или, пак, кога патот е бочно наклонет (на пример, Сл. 10.9).

Во секоја одделна ситуација треба да се изврши анализа на надворешните сили, да се определат соодветните реакции и да се изврши правилно димензионирање на конструкција во проектирање или, пак, да се изврши проверка на напрегањата на постојна конструкција.



Сл. 10.10.
Работен отпор
на ралникот
од грејдерот

11. МАШИНИ ЗА СТАБИЛИЗАЦИЈА НА ПАТНАТА ПОДЛОГА

11.1. Општо за стабилизацијата на патните подлоги

Земјената подлога на патиштата ретко кога е со доволна цврстина за да се постигне задоволителна трајност на патот. Во најголем број случаи, потребна е подготовка за да можат да бидат издржани сите напрегања и атмосферски влијанија што се јавуваат во текот на експлоатацијата.

Постапките што опфаќаат интервенции на патната подлога со цел нејзино зацврстување во механичка смисла и создавање на нејзина поголема трајност во однос на атмосферските влијанија (дождови, снегови, мраз и друго) се нарекуваат постапки за **стабилизација на патната подлога**.

За таа цел денес се користат повеќе методи за стабилизација, во зависност од видот на земјата, нејзината гранулација и теренот.

Стабилизацијата може да биде извршена на следните начини:

а) Со **посипување слоеви од материјали** со повисока носивост (земја, ситен чакал, песок и др.), кој се нанесува соодветно и потоа се набива.

б) Со **хемиска обработка или термичка обработка** (печење), додавање на разни соли и хемиски супстанции, битумени, цемента, емулзии и друго, кои се мешаат со земјениот слој и формираат смеса со значително повисоки механички својства (носивост) и повисоки отпорности на вода и мраз.

Според други критериуми, постапките за стабилизација на патните подлоги се делат на следните видови:

– **гранулометриска стабилизација** претставува метод за подобрување на гранулометрискиот состав на постојната земја, со одземање на штетните фракции и доведување други со подобри карактеристики. Со овој метод се има цел да се зголеми атхезиската сила меѓу честичките (зрната). Овој метод бара добро познавање на составот на земјиштата.

– **стабилизација со битумен** е метод при што со додавањето битумен на земјата се создава смеса со солидни заштитни карактеристики – особено трајност од атмосферски влијанија. Битуменот треба да биде во течна состојба (загреан).

Количествата битумен што треба да бидат додадени треба да се дозираат во зависност од конкретните услови.

– **стабилизација со цемент** е метод при што со додавање цемент во земјата се зголемува носивоста на подлогата. Овој метод е применлив за речиси сите видови земјишта.

Кај сите видови стабилизација на подлогата постојат одредени процедури и времетраење, кои треба да бидат запазени.

На Сл. 11.1 е прикажана шемата на процесот во зависност од избраниот метод за стабилизација.

На сликата е прикажано дека најнапред треба да се изврши браздење (разорување – ситнење) на земјениот слој (со фрези), потоа се нанесува дополнителен материјал и негово распостилање. Понатаму, во зависност од методот, се кваси со вода (кај гранулометриската постапка) или се распостила цемент, па потоа се кваси (кај постапката за стабилизација со цемент) или, пак, кај постапката со битумен – прво се кваси, па се прска битумен.

Преостанатите фази се исти кај сите, а на крајот следува набивање на површината со ежови и валјаци.



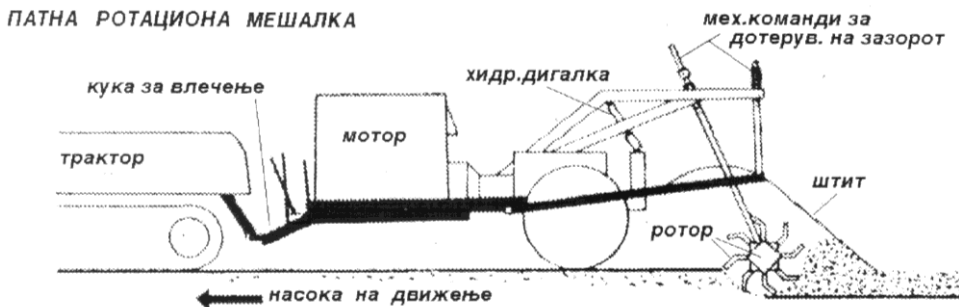
Сл. 11.1. Фази на стабилизација на патната подлога

Одделните фази се:

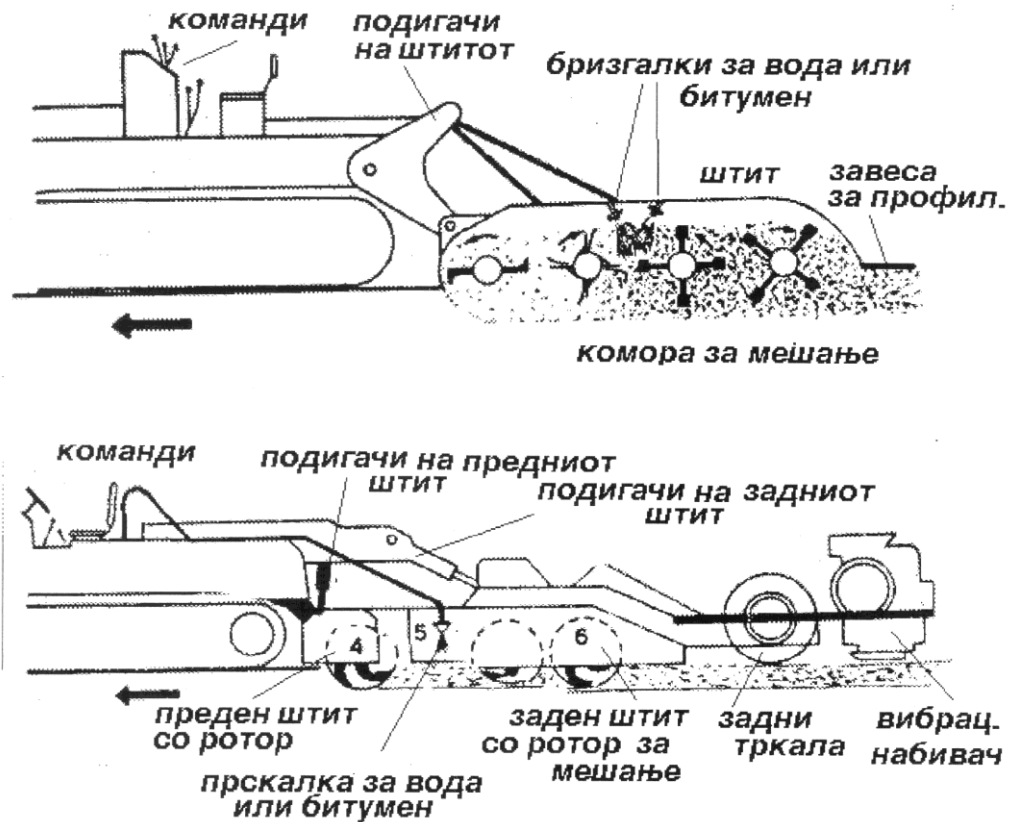
1 – разорување (браздење, ситнење)	7 – прскање (нанесување битумен)
2 – ротациска фреза	8 – мешалка (ситналка со дискови)
3 – носење материјал со камиони	9 – валјак со еж
4 – распостилање со грејдер	10 – валјак со пневматски тркала
5 – квасење со цистерна	11 – вибрациски валјак
6 – растурач на цемент	

11.2. Специјални машини за стабилизација на патните подлоги

Машините што учествуваат во стабилизацијата, односно изработката на патните постелки се мошне разновидни. Овие постапки вклучуваат и стандардни машини за општа намена (камиони, трактори, дозери, грејдери и др.), но и специфични машини што се користат само за овој вид работа (на пример, **патни фрези**).



Сл. 11.2. Патна фреза со еден ротор што служи и за браздење и за мешање



Сл. 11.3. Фрези со повеќе ротори со комбинирано дејство

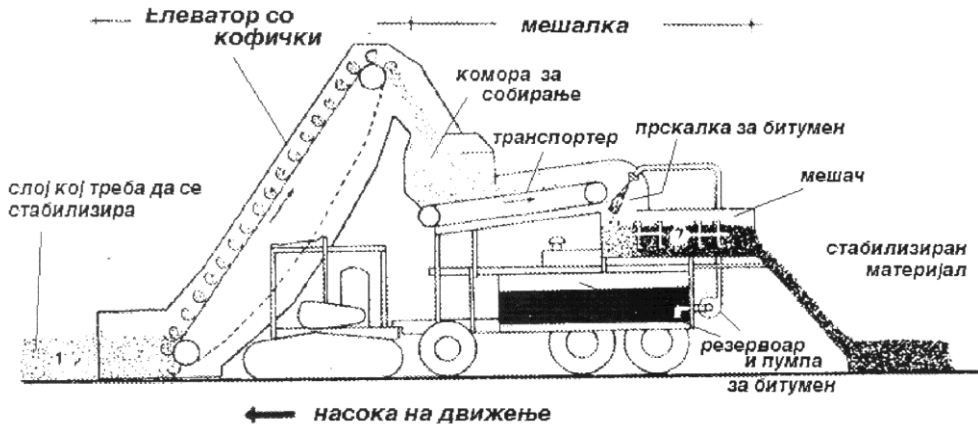
Патните ротациски фрези или мешалки можат да бидат влечени или самоодни. Постојат конструкции на фрези што имаат еден или два ротора, при што едниот е за ситнење (браздење), а вториот служи како мешач. Кај машините со два ротора за ситнење, едниот е за крупно, а вториот е за ситно ситнење. Пред првата фреза се сипа цемент.

На Сл. 11.3 се прикажани комбинирани машини што сите операции ги изведуваат истовремено.

Постојат конструкции на фрези со еден фрезен ротор со еластично поставени ножеви за ситнење и два ротора за мешање. Ваквите машини обично се користат за мешање земја со цемент и вода.

Освен фрезите како специјална машина, постојат и специјални влечени машини за насипување чакал, песок и друго.

За загревање, возење и разлевање битумени се користат посебни машини – **битуменовози**. Тие можат да бидат влечени или самоодни. Постојат повеќе видови машини за мешање на смесата **земја-битумен**. Тоа се уредите со комора, т.е. корито за мешање, Сл. 11.4.



Уред (постројка) за мешавина со корито за мешање

Сл. 11.4. Постројка за стабилизација со битумен

Кај оваа машина се црпи слој од земјата што треба да се стабилизира, се носи со елеватор и со транспортна лента во посебна комора за мешање со битумен, а потоа се насипува од задната страна на машината.

Освен самоодните машини што на самото место ја добиваат потребната смеса, постојат и **стационарни** висококапацитетни постројки – каде што смесата се добива со континуирани процеси за мешање, а се носи со возила на самото место (Сл. 11.5).



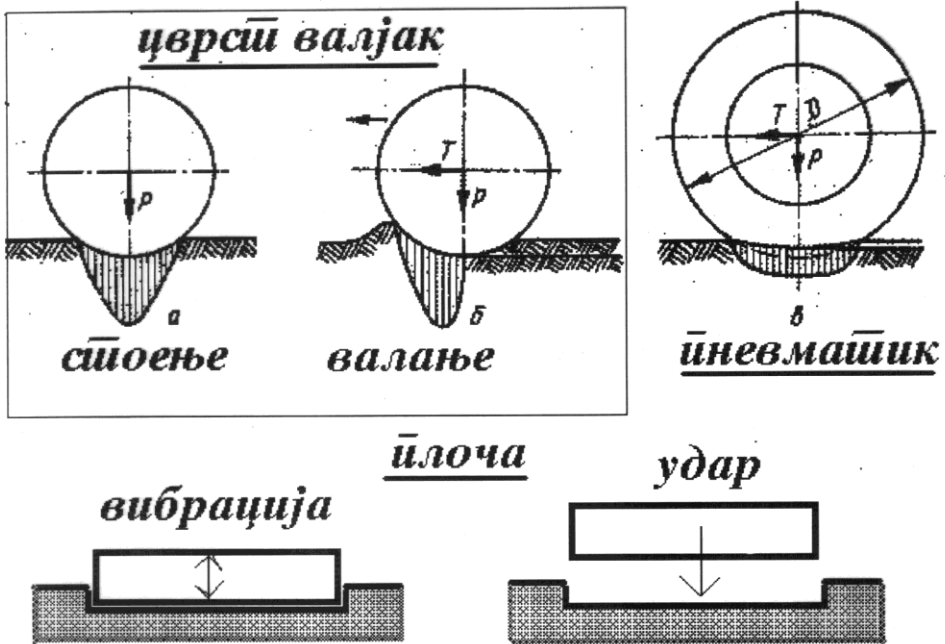
Сл. 11.5. Стационарна постројка за добивање смеса за стабилизација на подлогата

11.3. Машини за набивање на подлогата

Набивањето на земјената подлогата доведува до зголемување на цврстината и трајноста на патиштата или подлогите на градежните објекти. Набивањето се остварува на три начина:

- со валање (притисок),
- со вибрација,
- со удирање.

Набивањето зазема околу 5% од сите земјани работи. Ако еднаш се иситни набиена земја, таа никогаш не може да се врати во првобитната состојба. Влажноста има доминантно влијание.



Сл. 11.6. Начини на набивање со валјак, вибрација и удар и распределба на притисокот врз подлогата

11.3.1. Валјаци

Валјациите се најчесто употребувани машини за набивање на подлогата. Тие можат да бидат:

- влечени (приклучни),
- самоодни.

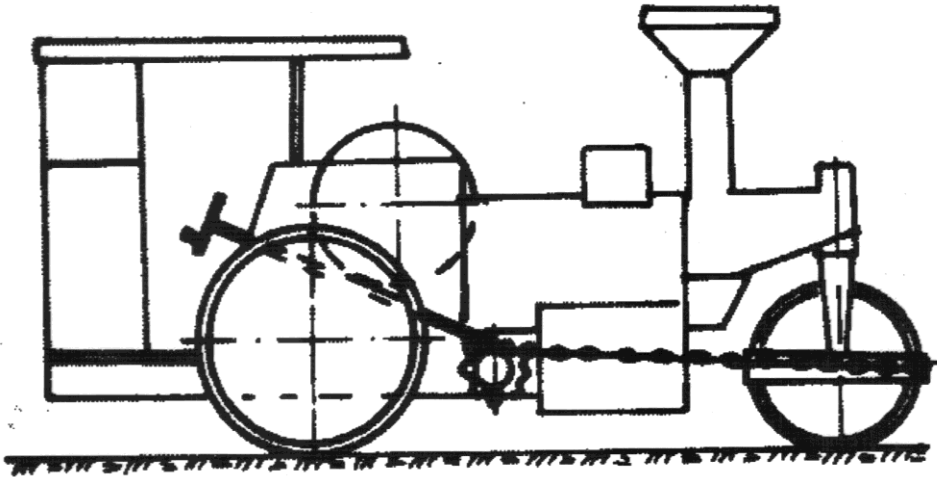
Според материјалот од кои се изработени можат да бидат:

- крути – метални,
- еластични – пневматици.

Според начинот на дејствување можат да бидат:

- статички,
- вибрациски.

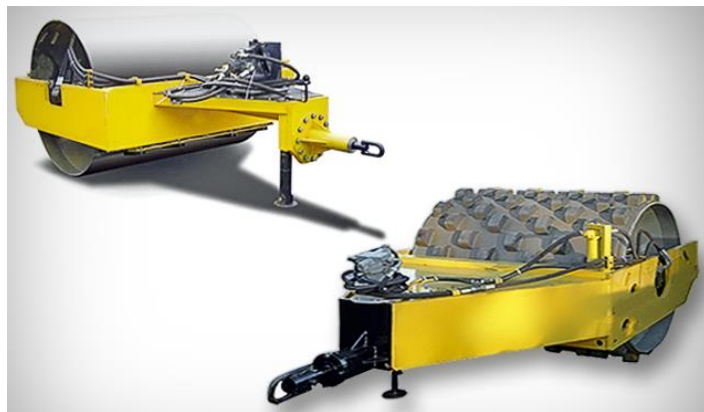
Металните валци можат да бидат: глатки, со ребра, со боцки или решеткави.



Сл. 11.7. Валјак – самооден со мазни/глатки крути валци. Со парен погон



Сл. 11.8. Самооден валјак со глатки крути тркала



Сл. 11.9. Влечени вибрациски валјаци

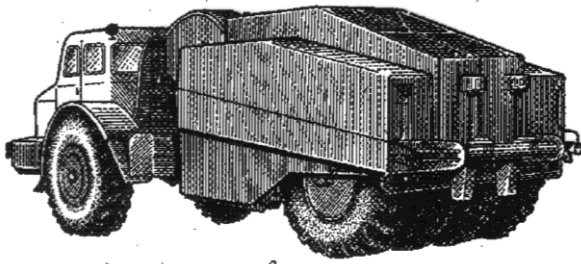


Сл. 11.10. а) Комбиниран самооден валјак со крути валјаци и пневматици, б) мал валјак за тесни површини

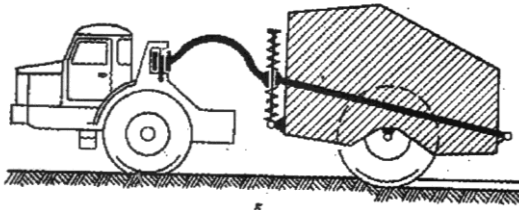


Глатките се користат за завршно збивање, другите за глини и сврзани почви за почетно збивање. Валјаци со пневматици можат да се користат и за асфалтно-бетонски подлоги.

Сл. 11.11 а. Валјаци со пневматици



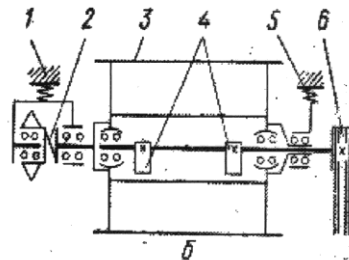
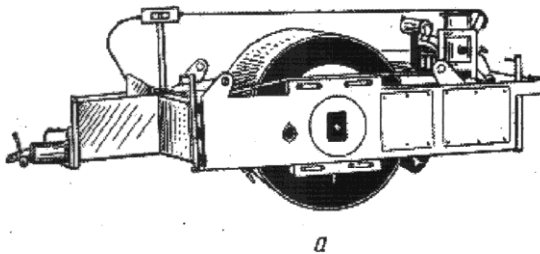
Сл. 11.11 б.
Валјаци со пневматици



Вибрациските валјаци дејствуваат со вибрација што влијае за подобро разместување на честичките на почвата, при што тие заземаат постабилна положба. Еден валјак со вибрациско дејство

може да биде и полесен за да се постигне исто дејство како тежок стационарен валјак.

Тоа значи дека за помал број премини (2-3) би се постигнало добар ефект. Понекогаш се потребни и повеќе од 10 премини (кај аеродромски писти).

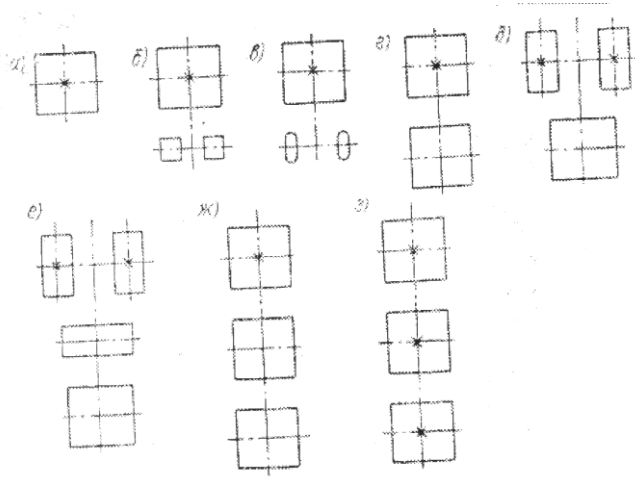


Влечен вибро-валјак: 1-рам, 2 - еластичнојка, 3 - валјак, 4 - дебаланси на врашалошо, 5 - амортизери, 6 - клинестии ремени

Сл. 11.12. Шема на влечен вибро-валјак

Всушност, валјакот е шуплив цилиндар исполнет со песок, олово и друго и неговата тежина може да надмине **100 t**.

Валјаците имаат обично две оски (**тандем**), понекогаш комбинирани со крути валци и пневматици. Распоредот на погонот може да биде како на Сл. 11.13.

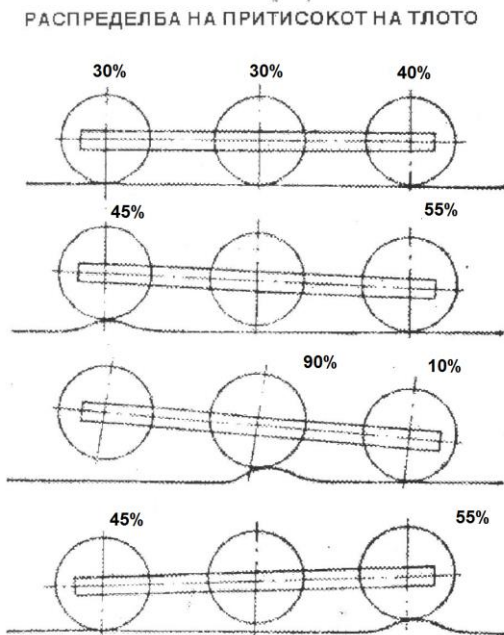


Сл. 11.13. Шеми на погонот кај валјациите

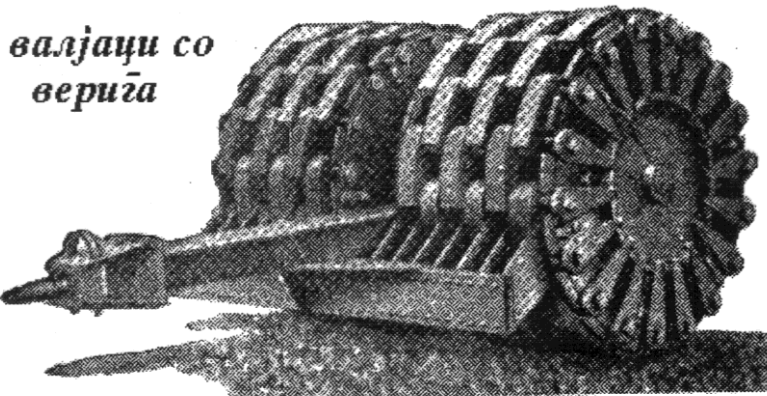
Шеми и распоред на валјациите:

- а), б), в) едновалцови
- г) двовалцови ; д) е) тривалцови двоосни;
- ж) з) тривалцови триосни

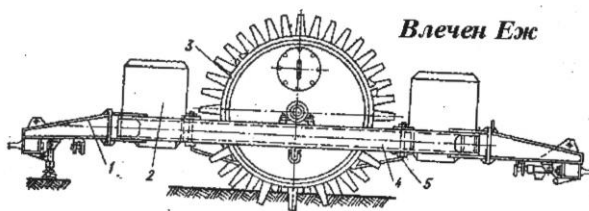
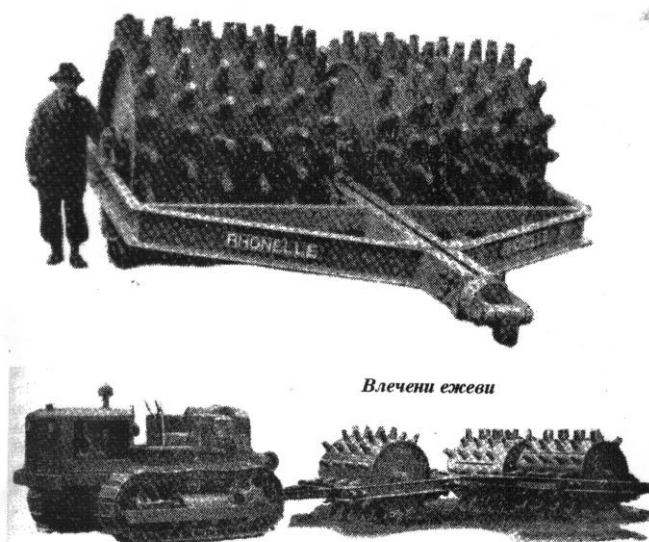
Постојат и валјаци што имаат три оски. Распределбата на притисокот на триосните валјаци е дадена на Сл. 11.14.



Сл. 11.14. Распределба на притисокот врз подлогата кај триосните валјаци



Сл. 11.15. Влечен валјак со вериџи

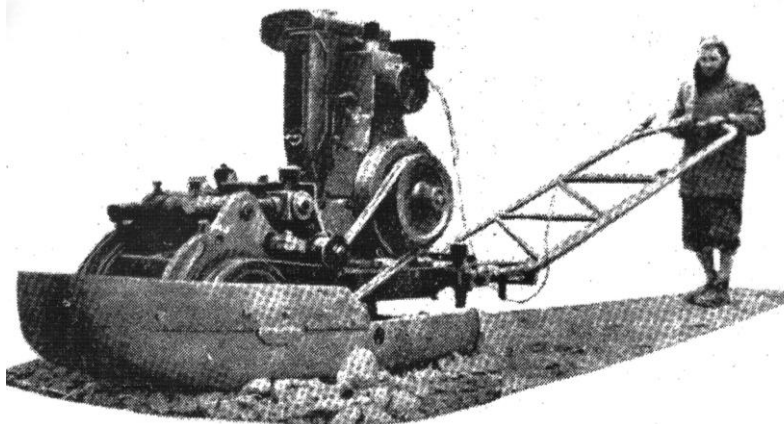
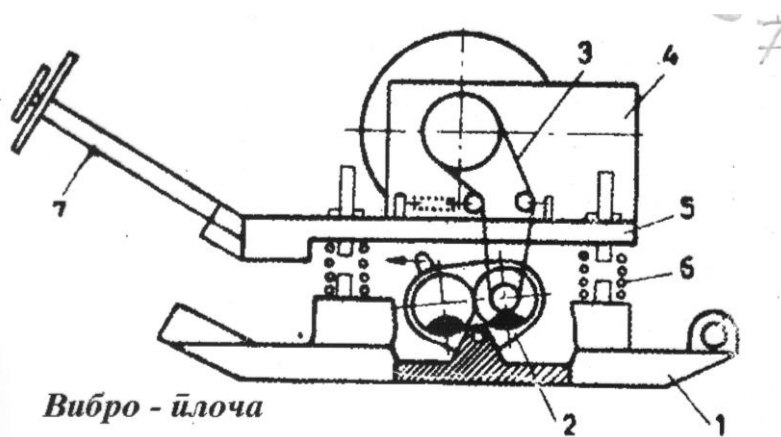


Сл. 11.16. Влечени ежеви за грубо примарно збивање на подлогата

11.3.2. Вибрациски плочи

Плочи што по механички, пневматски или електричен пат добиваат вибрација, исто како и валјакот, врши набивање на подлогата. Овие плочи имаат можност за управување напред-назад и бочно.

Обично се користат за збивање на камени насипи за брани или чакал за тротоари, улици и други површини. Тие се најчесто со мали тежини, но постојат и такви што се со маса од **20 t**, служат за набивање брани со крупен камен.



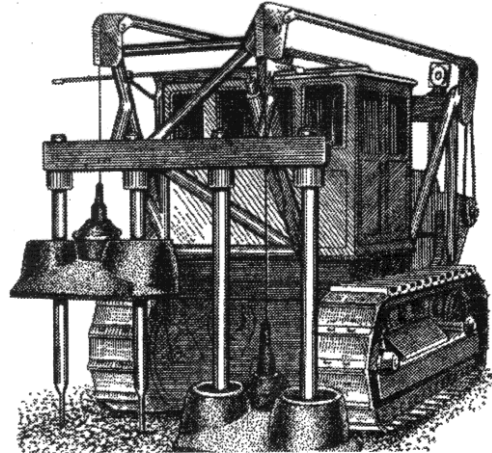
Сл. 11.17. Шема и изглед на вибрациски плочи

11.3.3. Ударни плочи и чекани за динамичко набивање

Тие претставуваат масивни чекани што се подигаат на одредена висина и се пуштаат да паднат, па со силен удар ја набиваат подлогата. Тие можат да бидат:

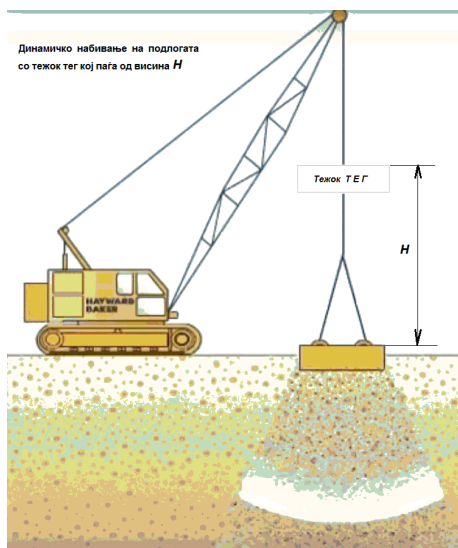
- рачни,
- приклучни (влечени),
- самоодни.

Ефектот зависи од масата, висината на кревање (т.е. брзината на падот) и површината на челото на контактот.



$$E_f = \frac{m \cdot v}{A}$$

Сл. 11.18. Ударни чекани за динамичко набивање



Сл. 11.19. Ударно динамичко набивање со тешок тег

12. МАШИНИ И ОПРЕМА ЗА ДОБИВАЊЕ НА ГРАДЕЖНИ МАТЕРИЈАЛИ

Во градежништвото, само во период од една година се трошат милиони кубни метри природни материјали – крупен и ситен камен, чакал, песок. Тие се користат за подготовка на разни бетонски смеси и раствори, камени подлоги за железнички пруги и патишта, како и за други градежни објекти.

Основата на овие материјали се всушност минерални сировини што се ископуваат од природни наоѓалишта. Поделени според крупноста, постојат следните групи:

а) **Кршен камен** – материјали со неправилна форма со големина до **150 mm**.

б) **Чакал** – природен камен наоѓан во корита на реки, кој може да биде иситнет на димензии **од 5 до 70 mm**.

в) **Песок** – природен или вештачки добиена смеса од ситни камени честички со димензии до **5 mm**, чија форма може да биде заоблена или грубо-аглеста, во зависност од тоа дали е природен или добиен како фракција од дробење.

Ископаната руда и минералната сировина од земјата речиси никогаш не е подготвена за директна употреба. Неопходни се одредени дополнителни процеси за облагородување, односно постапки со кои ќе се одвои корисната материја од онаа што не може да се искористи. Понекогаш, освен основниот корисен минерал – како примарна супстанција, за некои намени може да биде искористен и другиот дел што не е примарен – односно нус-продуктот, за што се исто така потребни некакви преработки и приспособувања.

Во речиси сите постапки за облагородување на минералот што е ископан, тој треба да биде подложен на механички процеси што ќе го доведат до соодветна гранулометриска состојба, соодветна хомогеност и чистота.

Машините што се употребуваат за таа цел се често групирани во т.н. **сепарации** или постројки за сепарација. Машините што се во состав на таква постројка се следните:

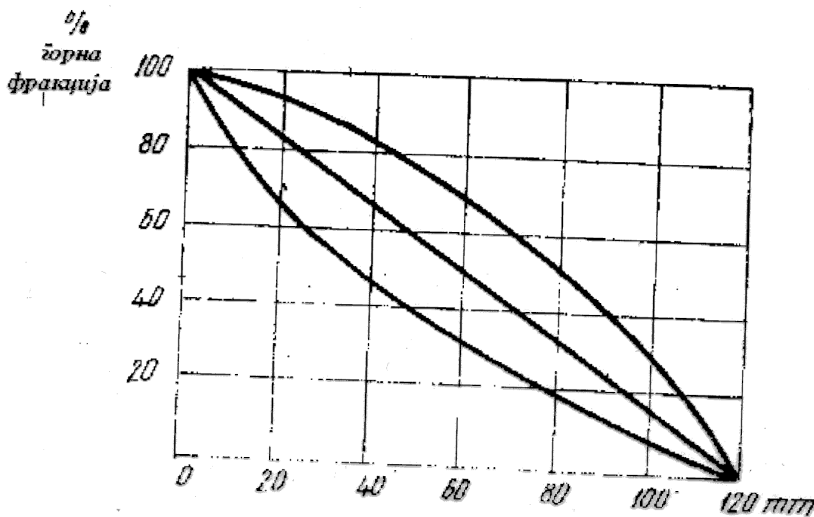
- **машини за дробење,**
- **машини за просејување (одвојување),**
- **машини за миење и сушење,**

- машини за мешање со други компоненти (мешалки и месилки),
- машини за дополнителни третмани (греење, хемиски третмани и др.).

Нивната работа може да биде потполно автоматизирана. Меѓу одделните фази на обработката на материјалите, постојат и машини за мерење, претовар и транспорт.

Едно од важните мерила што се користат за определување на квалитетот на извршената работа врз материјалот е т.н. **ситова анализа**.

Имено, материјалот што минува низ сито се нарекува **долна фракција**, а она што останува над ситото претставува **горна фракција**. Ако се применат сита (сеалки) со различни отвори, со мерење на горната и долната фракција на ситата, може да се исцрта **кривата на гранулометрискиот состав** (Сл. 12.1).



Сл. 12.1. Криви на гранулометрискиот состав на материјалот

На сликата се гледа дека долната крива е со најдобра карактеристика, бидејќи кај неа процентот на горна фракција е најнизок. Горната крива е најлоша, бидејќи кај неа останува горна фракција над ситото во најголем процент. Ваков дијаграм служи за споредба на две дробилки што би се употребиле за ист вид работа.

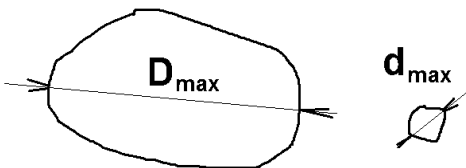
12.1. Дробење на материјалите

Процесот на дробење е ситнење на покрупни камени материјали во поситни под дејство на надворешни сили. Дробењето се одвива во една или во повеќе фази, и тоа:

1. **Примарно (крупно) дробење на големи парчиња (70 – 300 mm и повеќе).**
2. **Секундарно (средно) дробење (20 – 70 mm).**
3. **Терцијарно (ситно) дробење (1 – 20 mm).**
4. **Мелење (до 1 mm).**

Некои автори терцијарното дробење и мелењето го ставаат во една група како мелењето.

Едно парче минерал (камен) има своја максимална димензија D_{max} . Постапките за дробење претставуваат намалување на димензиите од D_{max} до d_{max} .



Сл. 12.2. Димензии на парчиња минерал (влезно и излезно)

Односот на $i = D_{max} / d_{max}$ се нарекува **степен на**

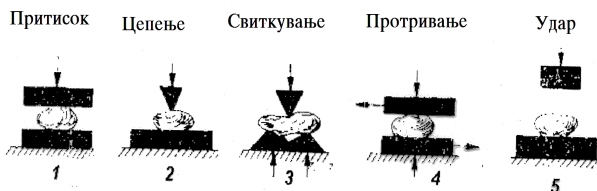
дробењето.

Кај крупното и средното дробење степенот на дробењето изнесува $i = 3 - 10$, кај ситното $i = 1-30$, додека кај мелењето може да достигне **1.000**.

Поимот повеќестепено дробење претставува сукцесивно минување на материјалот низ повеќе дробилки: **примарна дробилка --> секундарна дробилка --> терцијарна дробилка --> мелница** Во таков случај, степенот на дробење е производ од одделните степени на дробење:

$$i_{vk} = i_1 i_2 i_3$$

Дробењето може да се изврши според пет основни принципи.

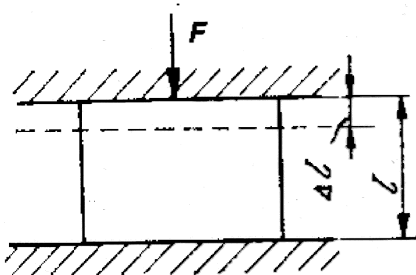


Сл. 12.3. Основни принципи на дробењето

Кој од основните принципи ќе биде избран при проектирањето на дробилката зависи, пред сè, од материјалот што треба да се дроба. Сепак, првиот принцип се користи најчесто. Во практиката, дробилките се конструираат така што комбинираат два или три различни принципи истовремено со што се зголемува ефикасноста и потрошувачката на енергија потребна за дробење.

12.1.1. Пресметка на процесот на дробењето

Процесот на дробењето е стохастички (хаотичен) процес, каде што не е можно прецизна математичка пресметка на силите и енергијата што треба да се вложи за да се издоби материјалот. Освен тоа, крупноста на парчињата на еден ист материјал, нивниот распоред во дробилниот простор на дробилката, доведуваат до процес со мошне широк дијапазон на сили и напрегања, кои во еден миг имаат ниска вредност, а веќе во следниот циклус многу високи интензитети на силите, па и други правци.



$$dW = k_v \cdot dV \quad \text{каде што се:}$$

$$dW \quad [J] \quad \text{елементарна работа}$$

$$dV \quad [m^3] \quad \text{елементарен волумен}$$

$$k_v \quad \text{коэффициент на пропорционалност (зависи од механичките особини на материјалот и степенот на дробење)}$$

$$dW = F \cdot dL = \sigma \cdot A \cdot dL = \sigma \cdot dV$$

$$\text{коэффициентот на пропорционалност: } k_v = \sigma$$

каде σ е напрегање на парчето материјал кое се дроба;

$$W = F \cdot \Delta L / 2$$

од Хуковиот закон се добива:

$$\Delta L = \frac{F \cdot L}{A \cdot E} \quad W = \frac{F}{2} \cdot \frac{F \cdot L}{A \cdot E} \cdot \frac{A}{A} = \frac{F^2}{A^2} \cdot \frac{LA}{2 \cdot E} = \frac{\sigma^2 \cdot V}{2 \cdot E} \quad [kJ]$$

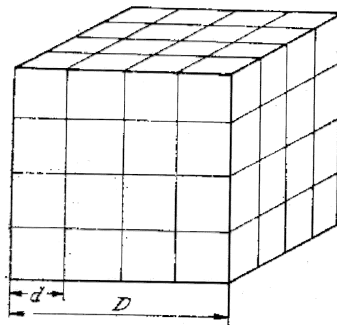
Уште пред 150 години се правени напори да се направи математички модел на процесот на дробење и во тој правец постојат две теории:

- **волуменска хипотеза,**
- **површинска хипотеза.**

Сл. 12.4. Волуменска хипотеза

Првата теорија е предложена од Кирпичев во Русија (1874) и таа смета дека вложената енергија потребна за дробење е пропорционална на волуменот на издробениот материјал:

Површинската теорија (Ритингер, 1874 година),



Сл.4.

$$W = K_s A$$

$$W = K_s \cdot 3 (i - 1) D^2$$

$$W_1 = \frac{k_s \cdot 3(i-1)}{D^3} D^2 = 3 \cdot k_s \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right)$$

Сл. 12.5. Површинска хипотеза

Површинската хипотеза е предложена истата година од Ритингер и со неа се смета дека вложената енергија за дробење е пропорционална кон површината на новодобиениот материјал.

Со многу експерименти се докажува дека и едната и другата хипотеза имаат големи отстапувања од реалните – измерените вредности на вложена енергија. Сепак, волуменската хипотеза дава подобри резултати за крупното дробење и средното (секундарното), додека кај терцијарното, а особено кај мелењето, површинската хипотеза дава подобри резултати.

Постојат и други теории, но кај сите е карактеристично тоа дека отстапуваат од практичните измерени резултати. Многу парцијални теории даваат релативно добри резултати, но само за одреден тип дробилка и за одредени режими на работа.

12.3. Машини за дробење

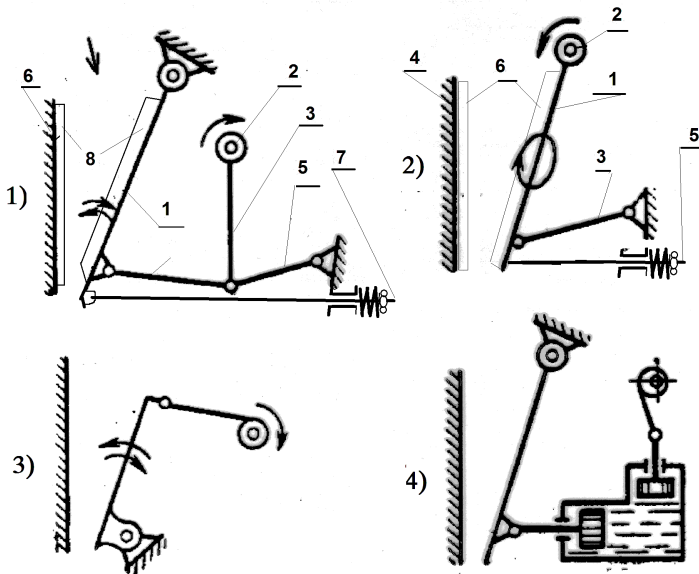
Дробилките, како машини за дробење, се поделени во четири групи:

1. Челустни дробилки
2. Конусни дробилки
3. Валцови дробилки
4. Ударни дробилки

Секоја од овие типови дробилки се делат на поттипови. Дробилките можат да бидат стационарни и мобилни – поединечни и секционални (со примарни, секундарни, терцијарни поставени во една постројка).

12.2 Челушни дробилки

Челушните дробилки се едни од најстарите видови машини за дробење. Се базираат на начинот на кој животните со своите челюсти ја дробат храната. По својата конструкција се прости, но се мошне силни и лесно се одржуваат. Поради сето тоа имаат најмасовна примена. Според својата концепција постојат четири основни типа.



Сл. 12.6. Четири основни концепции на челушните дробилки

Првите две концепции се употребуваат во над 90% во споредба со последните две.

Третата концепција има т.н. горно притискање што не дава доволно голема сила за дробење, па се користи за помек материјали, но имаат особено добра уедначеност и квалитет на излезните парчиња.

Четвртата концепција е со долно притискање, според тоа остварува голема сила на дробење што се остварува со хидрауличниот цилиндар. Оваа дробилка не може да постигне доволна брзина на тактовите (таа е бавна), а исто така потешко се одржува. Од овие причини се применува ретко.

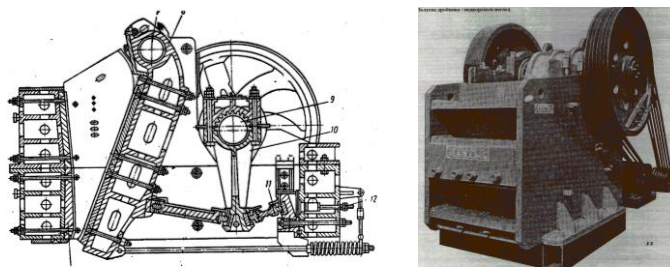
Дробилките од првиот тип имаат **просто движење на подвижната челюст**, претставуваат **шестчлен лостов механизам** и служат за примарно дробење на многу крупни парчиња.

Дробилките од вториот тип се дробилки со **сложено движење на подвижната челюст** и претставуваат **четиричлен лостов механизам**. Тие се помали од првиот тип, но се многу ефикасни. Трошат помалку енергија по единица издробен материјал. Служат за секундарно дробење, иако се сретнуваат и за примарно дробење. Кај нив има значително истрошување на дробилните плочи заради сложеното движење на подвижната челюст што остварува не само притискање туку и протривање. Тука се комбинирани повеќе принципи на дробење. Составните делови на овие челюстни дробилки се дадени во табелата.

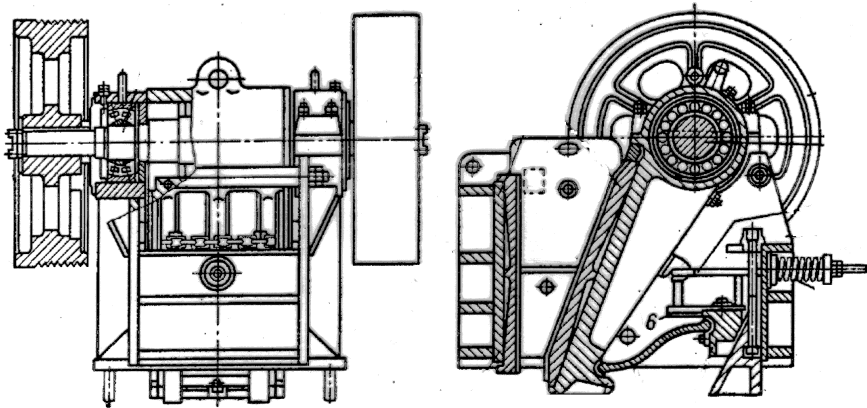
Табела

Дробилка со просто движење	Дробилка со сложено движење
1 подвижна челюст	1 подвижна челюст
2 ексцентар вратило со замајци	2 ексцентар вратило со замајци
3 комплана плоча („шатун“)	3 притисна и сигурносна плоча
4 предна плоча (притисна)	4 неподвижна челюст
5 сигурносна плоча	5 затеги со опруги
6 неподвижна челюст	6 дробилни плочи
7 затеги со опруги	
8 дробилни плочи	

На Сл. 12.7 се прикажани челюстни дробилки со просто движење, а на Сл. 12.8 со сложено движење на подвижната челюст.

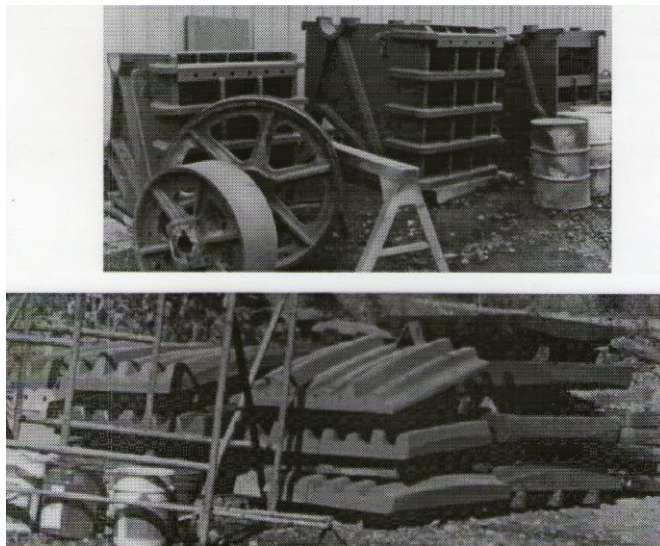


Сл. 12.7. Челусти дробилки со просто движење на подвижната челюст (пресек и надворешен изглед)



Сл. 12.8. Челустни дробилки со сложено движење на подвижната челуст

Дробилните плочи се изработуваат од легирани мангански челици и се менуваат по одреден период, односно по дробењето на одредено количество материјал (m^3/h или t/h). Нивната трајност зависи од видот на дробениот материјал и од процентот на манган и другите легирачки елементи во дробилните плочи. Трајноста варира во мошне широки граници.

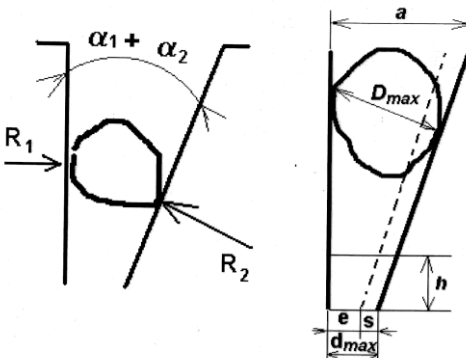


Сл. 12.9. Дробилни плочи за челустни дробилки и други резервни делови

12.2.1. Основни параметри на челушните дробилки

а) агол меѓу челушите α

Во процесот на притискање со челушите, за да се избегне отскокнувањето на парчињата нагоре, со што би се намалил капацитетот, аголот $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ треба да биде во границите **од 15° до 25°** . При коефициент на триење на камен по челик $\mu = 0,3$, при што аголот на триење $\rho = \arctg(\mu)$, мора да виде исполнет условот $\alpha < 2\rho$.



Сл. 12.10. Агол меѓу челушите
Другите димензии на дробилката се земаат според емпириски (препорачани) обрасци.

б) големината на влезниот отвор a [mm]

Големината на влезниот отвор се зема според еден од обрасците:

$$a = D_{\max} + (20 \div 60) \text{ [mm]}$$

$$a = \frac{D_{\max}}{0,85} \text{ [mm]}$$

в) широчина на дробилниот отвор b [mm]

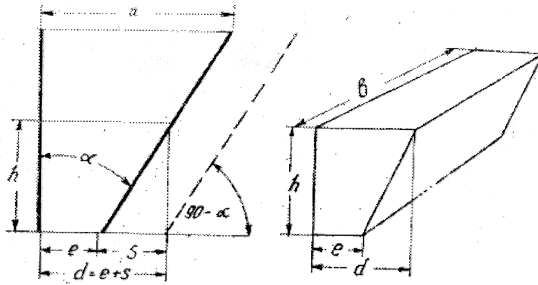
$$b = (1,5 - 3,5) a \text{ [mm]}$$

г) отклон на подвижната челуст s [mm]

$$s = 10 - 50 \text{ mm}$$

д) број на циклуси на дробење и капацитет

Бројот на циклуси за дробење треба да биде висок, а сепак призмата од издробен материјал со висина h треба да има време да падне. Тоа е услов за добивање на бројот на циклуси n .



Сл. 12.11. Пресметковна шема на дробилниот простор за брзината на паѓање на призмата

Висината на паѓање:

$$h = \frac{g \cdot t^2}{2} \quad \text{Истовремено,}$$

$$h = \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad \text{ако е}$$

$$t = \frac{1}{2} \cdot \frac{60}{n_o} \quad t = \frac{30}{n_o} \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

со замена во горните равенки, се добива дефинитивна равенка:

$$n_o = 66,5 \cdot \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{s}} \quad [\text{min}^{-1}]$$

Всушност, тоа е граничниот број на циклуси во минута, односно број на вртежи на ексцентар вратилото на челушната дробилка. При овој број на циклуси, призмата од издробен материјал со висина **h** има време да падне и да се оствари оптимален капацитет. Сепак, во практиката, дробилките се изведуваат да работат со малку побавни циклуси, односно:

$$n = n_{\text{real}} = 0,9 n_o \quad [\text{min}^{-1}]$$

Волуменот на призмата што испаѓа ќе биде:

$$V = \frac{(2 \cdot e + s) \cdot s \cdot b}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \quad [\text{m}^3]$$

Според тоа, волуменскиот капацитет ќе биде:

$$Q = 60 V n k_p \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

каде што коефициентот на исполнетост на дробилниот простор изнесува: **$k_p = 0,3 - 0,65$** .

Тежинскиот капацитет на дробилките ќе биде:

$Q = Q \rho_t [t/h]$, каде што $\rho_t [t/m^3]$ е насипна маса на материјалот што се дроба.

г) потребната моќност за дробење $P [kW]$

$$V'_{\max} = \frac{\pi \cdot D_{\max}^3}{6} \cdot \frac{b}{D_{\max}} [m^3]$$

$$V''_{\max} = \frac{\pi \cdot d_{\max}^3}{6} \cdot \frac{b}{d_{\max}} [m^3]$$

$$V = V'_{\max} - V''_{\max}$$

$$W = \frac{\sigma_B^2 \cdot V}{2 \cdot E} [kJ]$$

Според волуменската теорија што дава подобри резултати за примарно и секундарно дробење (Сл. 12.4), разликата на волумените пред и по дробењето ќе биде пропорционално со вложената енергија:

Волуменот на парчињата пред дробењето, V'_{\max}

Волуменот на парчињата по дробењето, V''_{\max}

Разликата меѓу волумените е пропорционална со работата (енергијата) на дробењето. Со замена на волуменот V во оваа равенка се добива образецот за **потребната вложена енергија** (работа) на дробењето.

$$W_{\max} = \frac{\pi \cdot \sigma_B^2 \cdot b \cdot (D_{\max}^2 - d_{\max}^2)}{12 \cdot E} [kJ]$$

Каде што се:

$\sigma_B [kN/m^2]$ цврстина на парчињата материјал што се дроба

$E [kN/m^2]$ модул на еластичност на парчињата материјал

$b [m]$ широчина на дробилниот простор

$D_{\max}, d_{\max} [m]$ максимални димензии на влезните и излезните парчиња материјал

Според тоа, **моќноста** потребна за дробење ќе биде:

$$P = \frac{W_{\max} \cdot n}{60} [kW]$$

Моќноста добиена на овој начин е ориентациска и таа обично се разликува од реално потребната. Затоа постојат обрасци што се емпириски, т.е. експериментално утврдени, но се со

ограничена примена само за конкретни видови дробилки. Како ориентација се даваат одредени насоки, на пример, дека за да се издружи **1 m³ за еден час**, потребно е да се вложи **0,9 до 1,8 kW** за средно цврсти материјали и **1,5 до 2,5 kW** за многу цврсти материјали.

е) замајци

Дробилките работат во циклуси, со период на притискање и период на враќање на подвижната челуст. Како и за сите други машини што работат во тактови (клипни МВС, клипни пумпи и компресори и др.) и тука се потребни **замајци** што би ја апсорбирале енергијата во повратниот период (повратниот од) и би ја вратиле во периодот на притискање и на тој начин работата на машината би била порамномерна, така моторот би бил многу помалку преоптоварен во работниот период. Работата би била многу порамномерна ако замајците се поголеми и помасивни, односно нивниот **материјален момент на инерција J_z [kgm²]** е поголем. Сепак, таквиот систем потешко се стартува. Затоа се прави динамичка пресметка за да се добие оној **замаен момент GD²**, кој е потребен (врската меѓу замајниот момент и материјалниот момент на инерција е: **GD² = 4 J_z [kgm²]**).

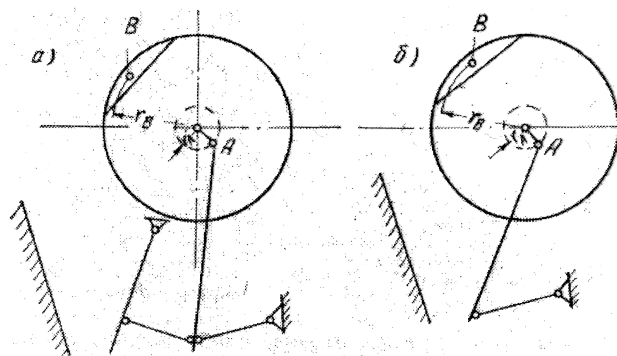
Кинетичката енергија што се натрупува (акумулира) во замајците во повратниот од е пропорционална со разликата на аголните брзини $\omega_{\max} - \omega_{\min}$ и се изразува преку **коефициентот на нерамномерност δ** .

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{\text{сред}}} = 0,01 \div 0,03$$

Потребниот замаен момент изнесува:

$$GD^2 = \frac{3600}{n^2 \cdot \delta} \cdot \left(\frac{\sigma_B^2 \cdot V}{2 \cdot E} - 30000 \cdot \frac{P}{n} \right) \text{ [Nm}^2\text{]}$$

Заради урамнотежување на замаецот му се додава дополнителна маса (тег) од спротивната страна од ексцентрицитетот на ексцентар вратилото (Сл. 12.12).

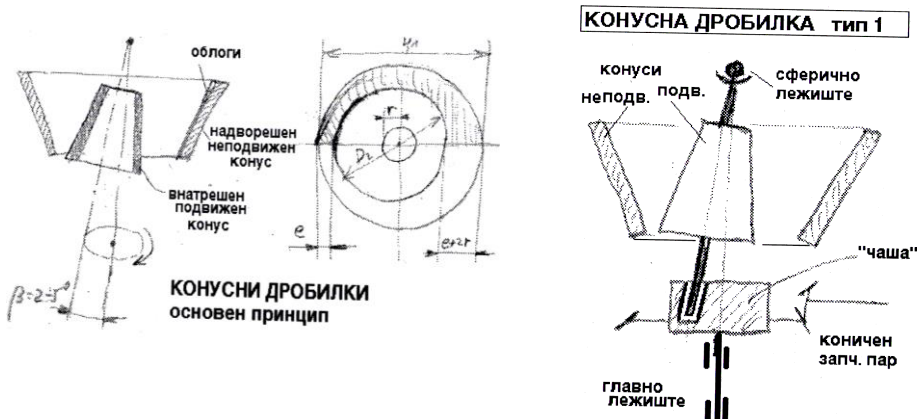


Сл. 12.12. Поставување на замајците и теговите за урамнотежување

13. КОНУСНИ ДРОБИЛКИ

Конусните дробилки се најнов вид дробилки. Се состојат од подвижен конус и неподвижен конус (Сл. 13.1 и Сл. 13.2). Оската на подвижниот конус извршува движење, при што опишува конусна површина со агол $\alpha = 20 - 50$. На тој начин парчињата материјал што паѓаат одгоре, притиснати од подвижниот и неподвижниот конус се кршат и паѓаат подолу кон потесниот дел, каде што се докршуваат со поголем интензитет.

Треба да се напомене дека основен принцип на дробење кај конусните дробилки е притискањето, но застапен е и принципот на свиткување поради заобленоста на подвижниот и неподвижниот конус. Токму тој принцип ги прави конусните дробилки поефикасни од челустните. Потрошувачката на енергија за одреден капацитет е помала во однос на челустните дробилки. Степенот на дробење е исто така повисок и, што е многу важно, излезните парчиња се со поправилна форма (кубична), што е многу ценето кај градежниците, и затоа се користат за добивање на подобри квалитети на бетон или другите агрегати.



Сл. 13.1 а) Основен принцип на конусните дробилки, б) дробилка со сферичен зглоб

Како и кај валцовите дробилки, и овде работата е помирна отколку кај челустните. Векот на траење кај овие дробилки, а и векот на дробилните плочи е двојно подолг отколку кај челустните дробилки (конусните се трошат со 20 до 70 g/t).

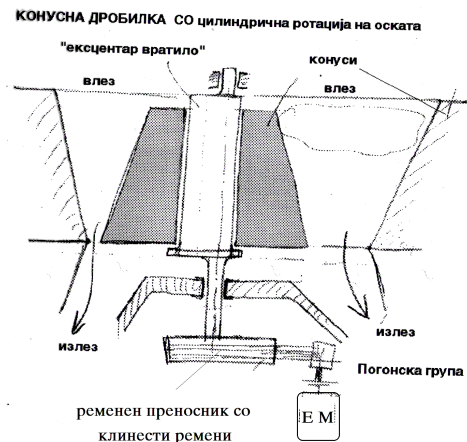
Конусните дробилки имаат и недостатоци:

- многу посложена конструкција,
- поголема маса,
- сложена изработка,
- висока набавна цена,
- високи трошоци за одржување,
- поголема висина и отежнато полнење.

13.1. Видови конусни дробилки

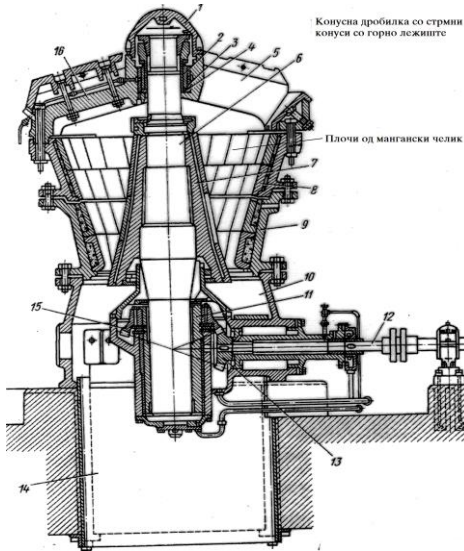
Конусните дробилки се сретнуваат во разни видови и големини. Сепак, тие можат да се поделат во три основни групи:

- 1) Конусни дробилки со горен сферичен зглоб (лежиште) (Сл. 13.1 а-б).
- 2) Конусни дробилки со цилиндрична ротација на оската (Сл. 13.2).
- 3) Конусни конзолни дробилки (Сл. 13.5, Сл. 13.6., Сл. 13.8, Сл. 13.9).



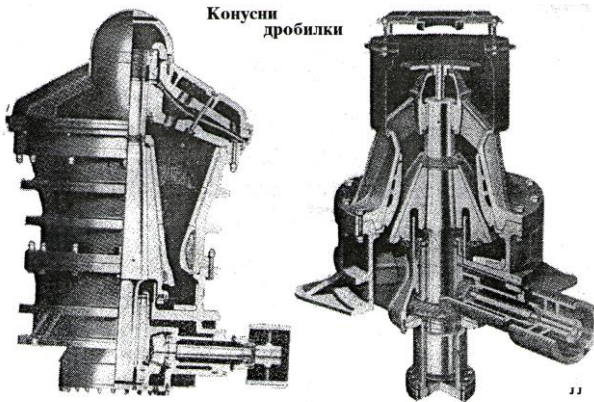
Сл. 13.2. Конусни дробилки со цилиндрична ротација на оската

Конусните дробилки од првите два типа се дробилки за примарно дробење и се одликуваат со многу големи димензии. Нивната височина може да достигне и до 30 м. Тоа произлегува од фактот што подвижниот конус е стрмен конус. Како пример за вакви дробилки се наведуваат параметрите на една конусна дробилка од првиот тип (од американско производство):



Сл. 13.3. Високи конусни дробилки со стрмни конуси (прикажани се плочите од мангански челик)

Дијаметар на подвижниот конус:
 $D_1 = 6,5 \text{ m}$; Висина: $H = 13 \text{ m}$;
 Сила на притискање: $F_{max} = 6.000 \text{ kN}$;
 Моќност: $P = 600 \text{ kW}$;
 Капацитет: $Q = 5.000 \text{ t/h}$;



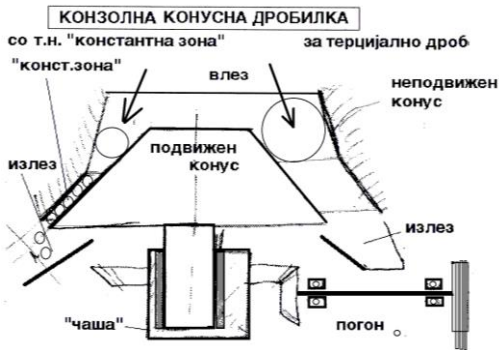
Како што може да се види на Сл. 13.4, обложувањето и на неподвижниот и на подвижниот конус се изведува со плочи што се изработени од легиран мангански челик. На Сл. 13.3 и Сл. 13.4 се гледаат главните составни склопови на една конусна дробилка.

Сл. 13.4. Високи конусни дробилки со стрмни конуси

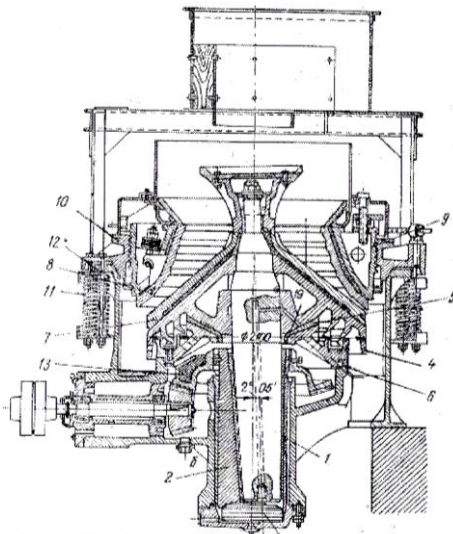
Дробилките од третиот тип (Сл. 13.5, Сл. 13.6, Сл. 11) се конусните дробилки без горно лежиште, т.е. подвижниот конус е

конзолен. Тоа се помали дробилки што служат за терцијарно и евентуално за секундарно дробење.

Конусот кај овие дробилки не е стрмен, туку со агол околу 40° .



Сл. 13.5. Принцип на работа кај конзолните конусни дробилки со константна зона



Сл. 13.6. Пресек

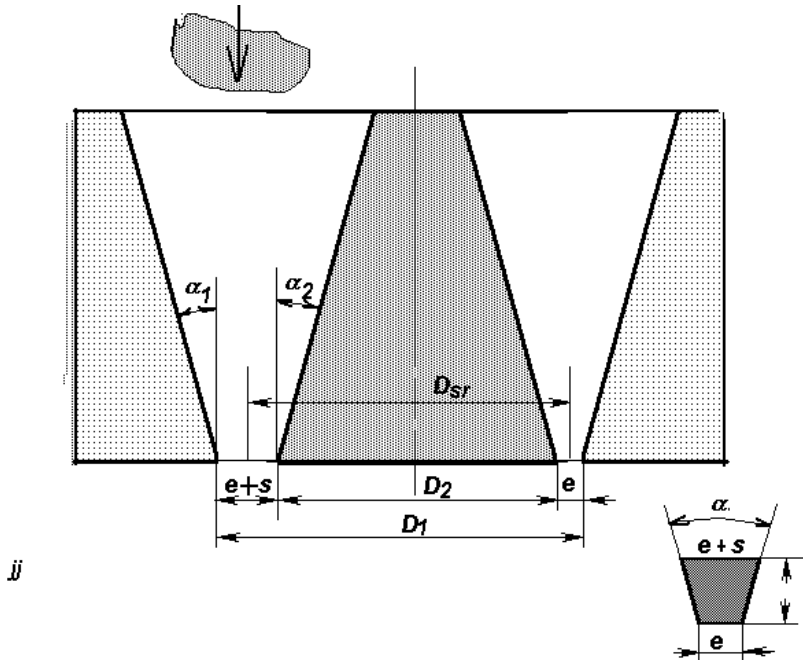
Овие дробилки, благодарение на т.н. константна зона, даваат излезен гранулат со одлични воедначени уедначени димензии. Имено, секое парче при паѓањето во процесот на дробење мора да ја помине таа зона.

Брзината на осцилациите на подвижниот конус е доволно голема, па ниту едно парче не може да се провлече без да биде притиснато во таа зона. Затоа овие дробилки се користат многу често.

Степенот на дробење кај овие дробилки е од 8 до 12. Поради малите димензии, овие дробилки можат да бидат и мобилни (монтирани на возило).

13.2. Основни параметри кај конусните дробилки

а) За дробилките со стрмни конуси (Тип 1 и Тип 2):



Сл. 13.7. Пресметковна шема за конусните дробилки со стрмни конуси

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 < 2\rho$$

Обично е $\alpha = 21 - 23^\circ$

Оптималниот број на вртежи:

$$n = 66,5 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2}{s}} \quad [\text{min}^{-1}]$$

каде што $s = 2r$

– Капацитетот Q се добива преку волуменот:

$$V = \pi D_1 A = \pi D_1 \frac{(e+s)+e}{2} h$$

$$h = \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2}$$

$$Q = 60 V n k_p [m^3/h]$$

Моќноста на дробење се добива аналогно како кај челуствените дробилки:

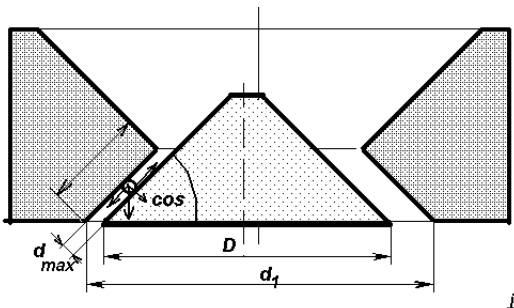
$$V_{\max} = V_2 - V_1 = \frac{\pi D_{\max}^3}{6} \frac{D_{sr}}{D_{\max}} - \frac{\pi d_{\max}^3}{6} \frac{D_{sr}}{d_{\max}}$$

Ако се усвои: $D_{sr} = D_1$; тогаш работата на дробење ќе биде:

$$W_{\max} = \frac{\pi^2 \sigma^2 D_1 (D_{\max}^2 - d_{\max}^2)}{12E} [kJ]$$

Моќноста ќе биде: $P = W_{\max} n/60 [kW]$

б) Конусни дробилки од тип 3



Сл. 13.8. Пресметковна шема на конзолните конусни дробилки

$$F = am = G \sin \gamma - \mu$$

$$t_{gr} = \sqrt{\frac{2l}{a}} \Rightarrow a = \frac{4l^2}{t_{gr}^2}$$

Кај овие дробилки времето потребно за испаѓање на материјалот од паралелната зона го диктира бројот на вртежи што мора да биде поголем за да може секое парче да помине низ таа зона: $t > t_{gr}$, бидејќи $t = 60/n \rightarrow$

$$n \geq 133 \sqrt{\frac{\sin \alpha - \mu \cos \alpha}{1}} \quad [\text{min}^{-1}]$$

Обично е $\mu = 0,35$

Капацитетот ќе биде: $Q = 60 V n k_p [\text{m}^3/\text{h}]$, вообичаено
коэффициентот на полнење изнесува: $k_p = 0,25 - 0,45$, каде што:

$$V = n D_{sr} / d_{max}$$

Моќноста на дробењето во овој случај не се добива според
волуменската хипотеза:

$$V_{max} = V_1 = \frac{\pi D_{max}^3}{6} \frac{D_{sr}}{D_{max}} = \frac{\pi D_{max}^2}{6} D_{sr}$$

Работата (енергијата) на дробење ќе биде:

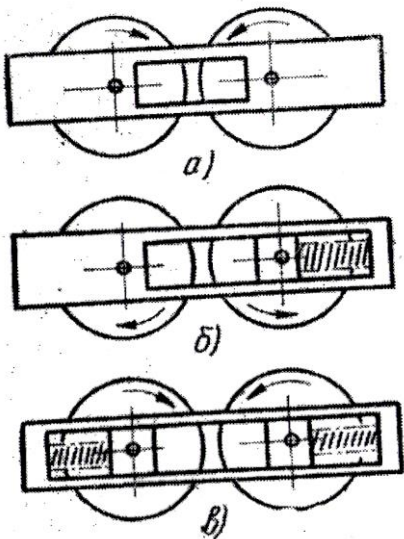
$$W_{max} = \frac{\pi^2 \sigma^2 D_{sr} D_{max}^2}{12E} \quad [kJ]$$

Моќноста ќе биде: $P = W_{max} n / 60 [kW]$

Кај сите конструкции на конусни дробилки е карактеристично
тоа што погонот што е најчесто електромотор, преку клинест
ремени се предава на дополнителен коничен запчест пар, а овој
вртежниот момент му го предава на т.н. чаша во која ексцентрично
се влежиштува едниот крај (ракавец) на подвижниот конус. На Сл.
13.9 е прикажан надворешен изглед на конусна дробилка од 3. тип.



Сл. 13.9. Изглед на конзолни конусни дробилки со константна зона



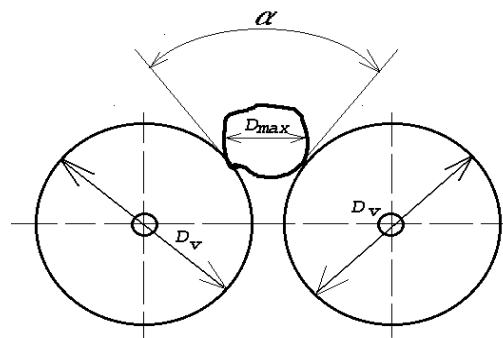
Сл. 14.2. Двовалцови дробилки

- со фиксни оски (Сл. 14.2 а)
- со една подвижна оска (Сл. 14.2 б)
- со две подвижни оски (Сл. 14.2 в)

ДРОБИЛКИ СО ДВА ВАЛЦИ

Со вртењето на валците, материјалот што се додава од горната страна се зафаќа од двата ротирачки валци и се повлекува надолу, под дејство на гравитацијата. Тоа е овозможено на тој начин што тежината на парчињата создаваат нормални реакции со периферијата на валците.

Тие нормални реакции, помножени со коефициентот на триење, ги повлекуваат парчињата надолу (Сл. 14.3).



Сл. 14.3. Двовалцова дробилка – пресметковна шема

Доколку се работи на влезни парчиња со димензија D_{\max} , а валците имаат дијаметар D_v , аголот што се формира мора да биде: $\alpha < 2\rho$, каде што ρ е агол на триење меѓу материјалот и периферијата на валците.

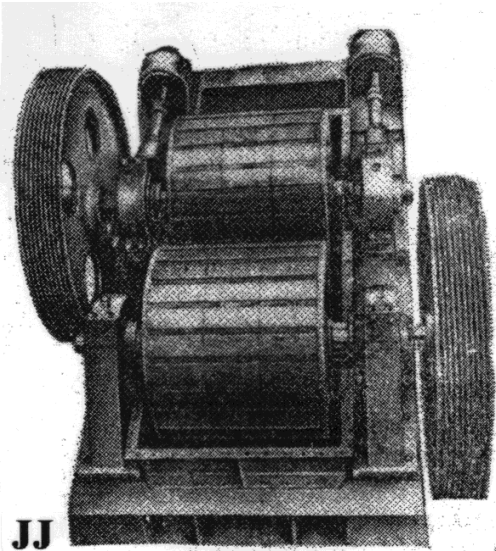
Се забележува дека за помали влезни парчиња аголот α е помал и во такви случаи е задоволен условот за зафат. За дробење на поголеми парчиња е неопходно да се проектира дробилка со многу големи дијаметри на валците.

Во практиката, за мазни челични валци се препорачува дијаметрите да изнесуваат: **$D_v = (20 - 25) D_{\max}$** . Тоа би значело дека за примарно дробење материјал со влезни парчиња од $D_{\max} = 500 \text{ mm}$ ќе бидат потребни дијаметри на валци **$D_v = (20 - 25) 500 = 10.000 - 12.500 \text{ mm}$** . Тоа значи дека вкупниот габарит на двовалцова дробилка ќе биде над **25 m**.

Затоа, се преземаат други мерки. На пример, се употребуваат валци со релјефна (е) површина на валците (Сл. 14.4). Во такви случаи, дијаметарот на валците може да биде двојно помал, т.е. **$D_v = (10 - 12) D_{\max}$** .

Ако на периферијата на валците се постават запци (боцки, високи гребени), тогаш ефектот може да биде уште поголем, т.е.

габаритот може драстично да се намали, без да се наруши капацитетот: **$D_v = (10 - 12) D_{\max}$** .



Таквите дробилки работат со мал број вртежи и се нарекуваат минерални сајзери (Mineral Sizers) (Сл. 14.7 и Сл. 14.8).

Сл. 14.4. Двовалцова дробилка со релјефни валци

Должината на валците: $L_v = (0,5 - 1,0) D_v$

Бројот на вртежите на валците се пресметува според образецот:

$$n \leq \sqrt{\frac{\mu}{\gamma \cdot d_{max} \cdot D_v}} [min^{-1}]$$

каде што се:

$\mu = (0,2 - 0,35)$ коефициент на триење меѓу материјалот и валците

$\rho [N / m^3]$ насипна маса на издробениот материјал

$d_{max} [m]$ максимален дијаметар на излезните парчиња

$D_v [m]$ дијаметар на валците

Брзината на валците треба да се движи во границите:

$$v_v = 1,7 - 7 \text{ m/s}$$

Капацитетот на дробилките со валци ќе биде:

$$Q = 3600 \cdot A \cdot v \cdot k_p [m^3 / h]$$

$$A = L_v d_{max} [m^2]$$

$k_p = 0,2 - 0,3$ коефициент на полнење на дробилниот простор.

Моќноста потребна за дробење на материјалот:

$$P = W_{max} n / 60 [kW]$$

каде што:

$$W_{max} = V_1 \pi D_v / D_{max} [kJ] - \text{работа (енергија) на дробење}$$

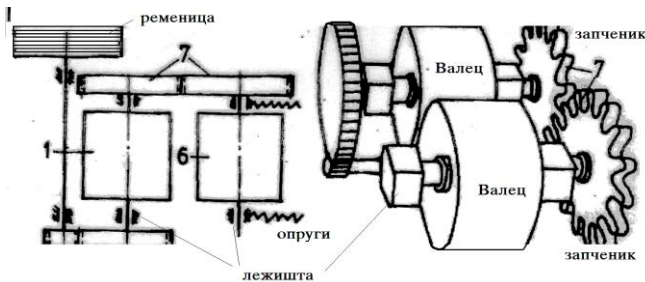
Промена на волуменот според волуменската теорија.

$$V_1 = \frac{L}{D_{max}} \frac{\pi D_{max}^3}{6} - \frac{L}{d_{max}} \frac{\pi d_{max}^3}{6} [m^3]$$

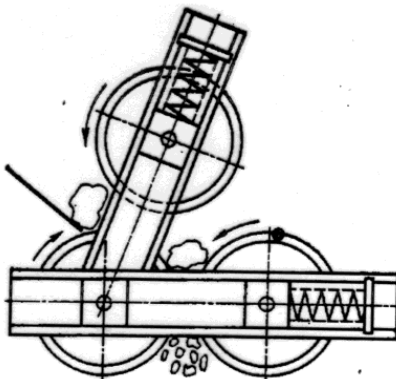
Моќноста се зголемува и поради триењето: $P_2 = \mu P_1$

Вкупната моќност ќе биде: $P = (P_1 + P_2) / \eta_m$

Погонот кај дробилките е најчесто електромоторен. Можат да бидат погонувани двата валци со одделни електромотори. Во некои случаи, постојат конструкции со запчест пренос. Запчениците се со специјално назабување со долги запци (Сл. 14.5).



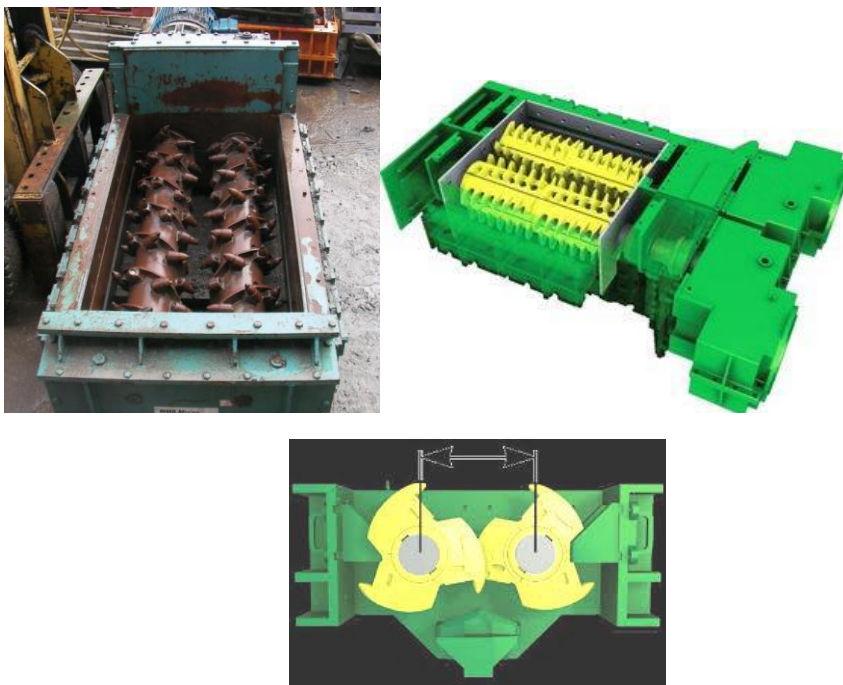
Сл. 14.5.
Двовалцови
дробилки со долги
запци за погон



Сл. 14.6. Дробилки со три валци

Дробилките со три или повеќе валци служат за сукцесивно (повеќестепено) дробење (Сл. 14.6).

Следните слики прикажуваат т.н. минерални сајзери.



Сл. 14.8. Принцип на двовалцов минерал сајзер

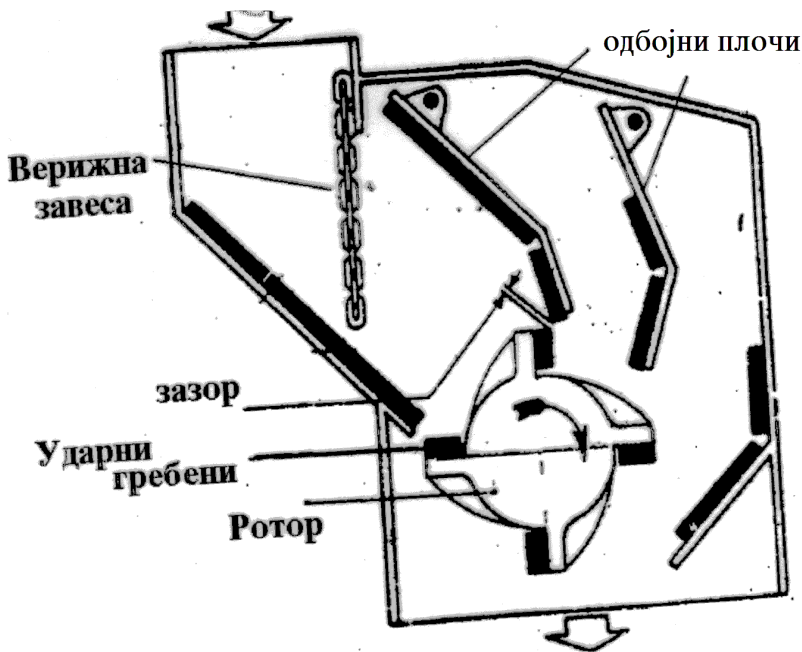
15. УДАРНИ ДРОБИЛКИ

Ударните дробилки го користат принципот на удар, односно судар. Овој принцип доведува до мошне висок степен на дробење ($i < 40$). Ако материјалите се со мала и средна јакост и влажност (помала од 10%), дробилките базирани на овој принцип можат да дадат голем ефект. Пред сè, ефектот е малата потрошувачка на енергија при одреден капацитет. При дробење на многу тврди материјали и зголемена влажност и лепливост, ударните дробилки не даваат добри резултати. Поради нивната релативно проста конструкција, овие дробилки се мошне широко прифатени.

Постојат два основни вида ударни дробилки:

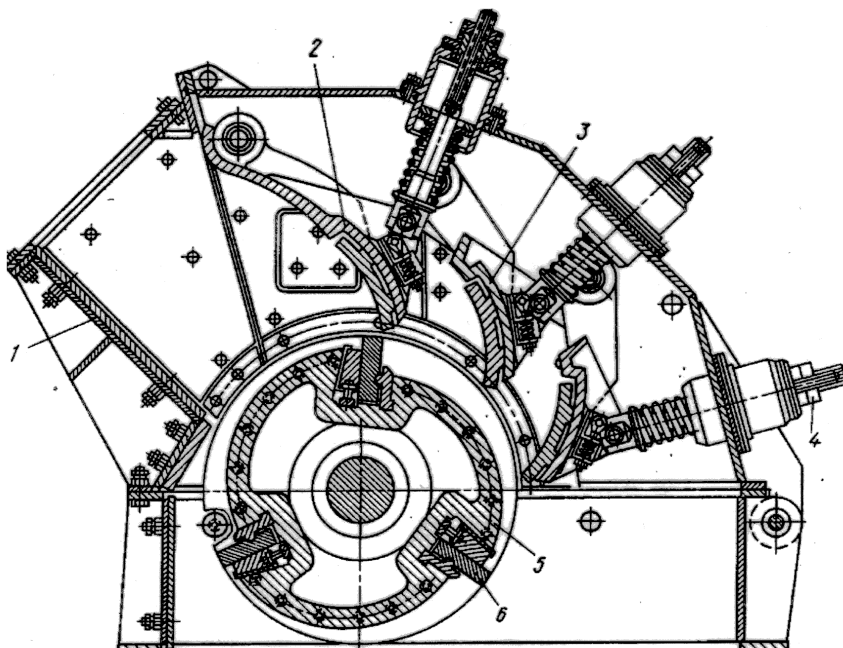
1. Роторни дробилки (со круто врзани гребени – ножеви);
2. Со зглобно врзани чекани (чекичари).

Кај обата вида ударни дробилки, периферната брзина треба да биде голема и се движи во границите $v = 20 - 60 \text{ m/s}$.



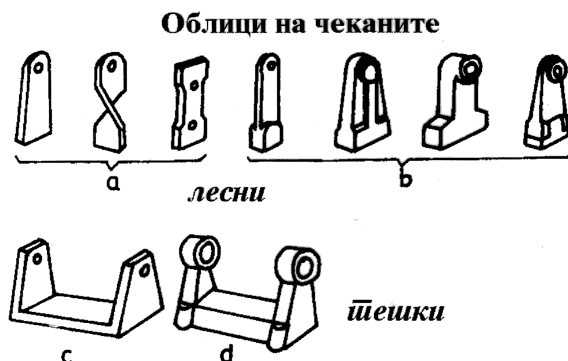
Сл. 15.1. Роторна ударна дробилка

Роторните дробилки (Сл. 15.1, Сл. 15.2) се состојат од брзоротирачки ротор на кој круто се врзани греди (гребени, ножеви од мангански челик). Можат да се постават еден или два ротора. На секој ротор можат да се прицврстат по два, три или повеќе греди (ножеви). Дробењето се извршува во внатрешноста на оклопот (куќиштето) во кој од внатрешната страна се еластично прицврстени одбојни плочи обложени со плочи од мангански челик. Со паѓањето на крупните парчиња низ влезниот отвор на завесата од синцири, при сударот на парчињата со гребените, се врши кршење и отскокнување на парчињата во одбојните плочи, но и во другите наидувачки парчиња. Ефектот е мошне изразен при поголеми брзини. Исцитнетиот материјал паѓа долу, таму се сортира (сепарира) и оди понатаму. Најситните фракции можат да се всисуваат со вентилатори и со филтри да се собираат на посебно место.



Сл. 15.2. Пресек на роторна дробилка

Чеканите (од високолегиран мангански челик) кај овој вид дробилки можат да бидат лесни, средни и тешки (Сл. 15.5). Нивната маса се движи од 3 до 150 кг.



Сл. 15.5. Видови чекани за ударните дробилки

Кај ударните дробилки се предвидуваат разни конструктивни решенија за регулирање на зазорите, како и за измени на режимите на работа во зависност од работните услови и материјалот што треба да се дроби. Работата на ударните дробилки е проследена со силна врева, удари и вибрации, што најмногу се одразува на здравјето на персоналот, како и на одделните машински елементи, пред сè, лежиштата. Димензиите на ударните дробилки се движат во широки граници, во зависност дали се применуваат за примарно, секундарно или терцијарно дробење. Примарните служат за дробење на влезни парчиња и над **800 mm**.

Особена тешкотија претставува стартувањето на овие дробилки. Дробилниот простор мора да биде празен и добро исчистен за да се стартува дробилката.

Како што е познато, теориите за пресметка на дробилките не даваат добри резултати. Кај ударните дробилки отстапувањата се особено големи. Затоа, за пресметка на капацитетот и потребната моќност на дробење се користат емпириски обрасци со мошне ограничена примена, т.е. важат само за конкретни услови и режими.

Дијаметарот на дробилките се усвојува врз основа на периферната брзина. Односот **D/L** се зема да биде од 0,5 до 1,3 а најчесто околу 0,7.

Еден таков образец за капацитетот е:

$$Q = (30 - 45) D L [m^3/h], \text{ а моќноста:}$$

$$P = 0,11 D^2 L n [kW]$$

каде што се:

D дијаметар на роторот

L должина на роторот

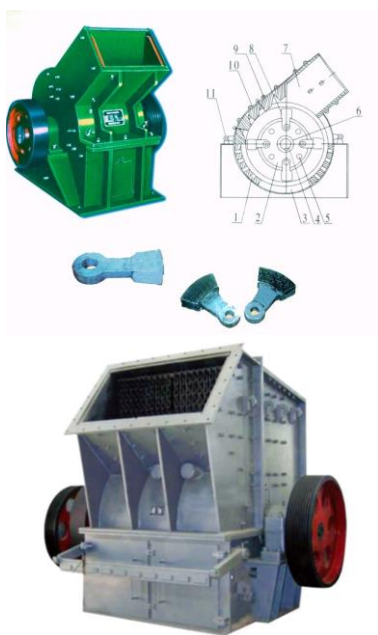
n број на вртежи на роторот [min^{-1}]

Во некои други обрасци се зема предвид и степенот на дробење:

$$P = (0,0075 - 0,011) Q_T i [kW]$$

Q_T тежински капацитет на дробилката

i степен на дробење



Сл. 15.6. Изглед на разни ударни дробилки

При проектирањето на ударни дробилки се препорачува базирање на параметри на веќе изведени слични дробилки.

16. МЕЛНИЦИ

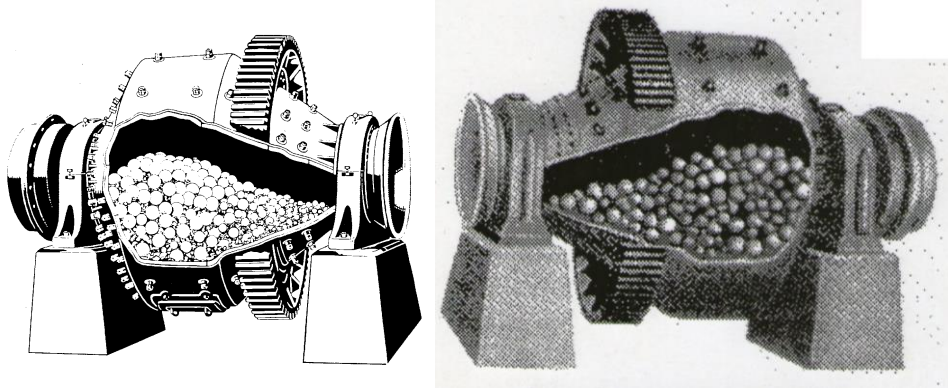
Машините што ја извршуваат последната фаза на иситнување на материјалите се нарекуваат мелници. Постојат голем број концепции за извршување на мелењето. Тие можат да се поделат на следните четири групи:

- а) барабански мелници (со топки или прачки),
- б) мелници со газење,
- в) мелници со протривање,
- г) специјални мелници.

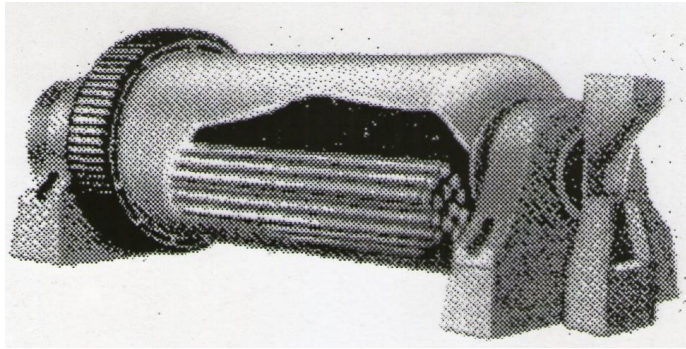
Групата мелници со газење се мелниците кај кои едно или повеќе тркала ги газат парчињата материјал и на тој начин ги мелат. Мелниците со протривање се слични на воденичките мелници за жито.

16.1. Барабански мелници

Овие мелници имаат голема примена во рударството и во индустријата за градежни материјали. Се состојат од барабан во кој има полнеж од челични топки (кугли) (Сл. 16.1) или, пак, прачки (Сл. 16.2).

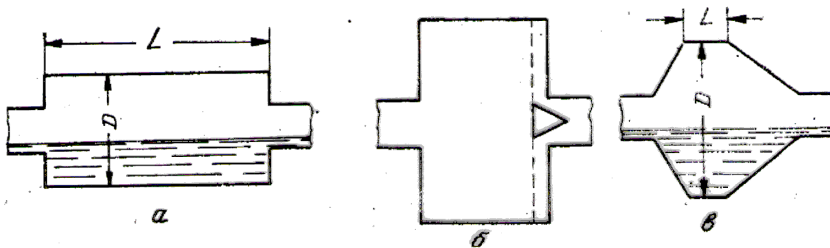


Сл. 16.1. Барабански мелници со челични топки

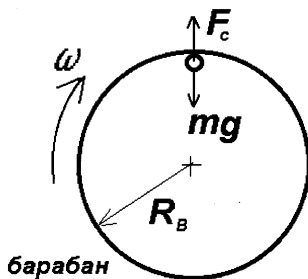


Сл. 16.2. Барабанска мелница со челични прачки

Облици на барабаните кај мелниците



Сл. 16.3. Облици на барабаните: а) цилиндричен долг, б) краток, в) конусно-цилиндричен



Услов:

$$m\omega_{KR}^2 R_B = mg$$

$$\omega_{KR} = \sqrt{\frac{g}{R_B}} \quad [o/min]$$

потребно е:

$$\omega = (0,7 - 0,8)\omega_{KR}$$

Сл. 16.4.

Пресметковна шема на барабанска мелница

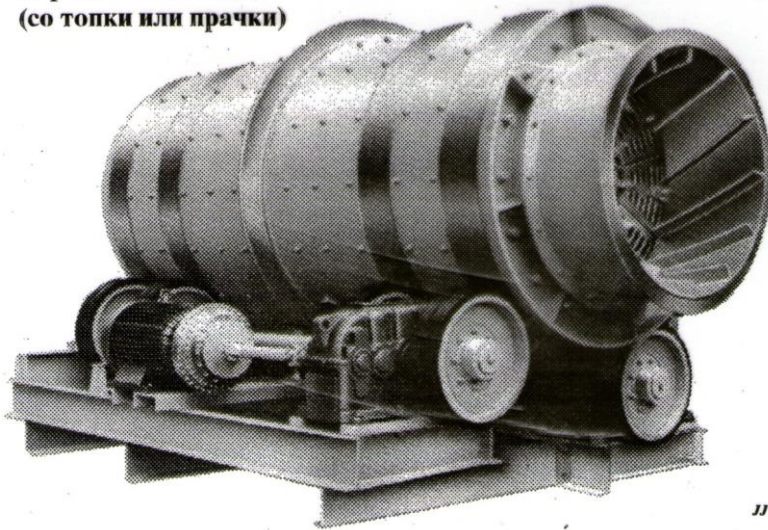
Во просторот за мелење се сипа материјалот што треба да се меле.

Со завртувањето на барабанот, полнежот се завртува, топките се искачуваат и почнуваат да се тркалаат надолу, судирајќи се со материјалот што го толчат. Најголем ефект има кога подигањето на топките ќе биде највисоко (Сл. 16.4).

Но, во тој граничен случај, кога центрифугалната сила што дејствува на материјалот е поголема или еднаква на тежината, следува дека топките не паѓаат и нема никакво мелење. Затоа, така пресметаната критична аголна брзина треба да се намали за 20 до 30%. Во тој случај, се добива оптимална висина од која паѓаат топките и мелењето е ефикасно. Колку е поголемо подигањето на топките, толку треба да има повеќе материјал за мелење во барабанот. Барабанот може да биде цилиндричен или цилиндрично-конусен (Сл. 16.3). Погонот што се дава на барабанот може да се изведе на повеќе начини, и тоа:

- со централно вратило (со спојка),
- со запченик (Сл. 16.1, Сл. 16.2, Сл. 16.6, Сл. 16.7),
- со фриктиски тркала (Сл. 16.5),
- со верижен преносник.

**Барабанска мелница
(со топки или прачки)**



Сл. 16.5. Барабанска мелница со фриктиски тркала за погон

Димензиите на мелниците варираат во широки граници. Така, на пример, должината на барабанот: $L_B = (0,7 - 1,5) D_B$.

Топките се со дијаметар од 50 до 125 mm и се изработуваат од мангански челик, со висока тврдост.

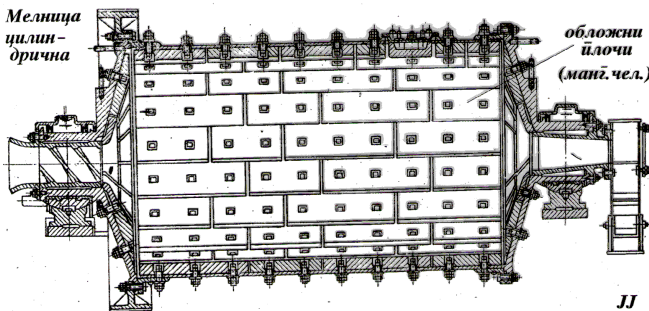
Полнежот зазема 40 до 50% од волуменот на барабанот.

Наместо топки, понекогаш се употребуваат кратки цилиндрични тела со дијаметар од 16 до 25 mm и должина од 25 до 40 mm.

Кај барабанските мелници со прачки (стапови) (Сл. 16.2), должината на стаповите изнесува: $L_B = (0,98 - 0,99) D_B$. Полнежот кај нив е 35 до 40%.

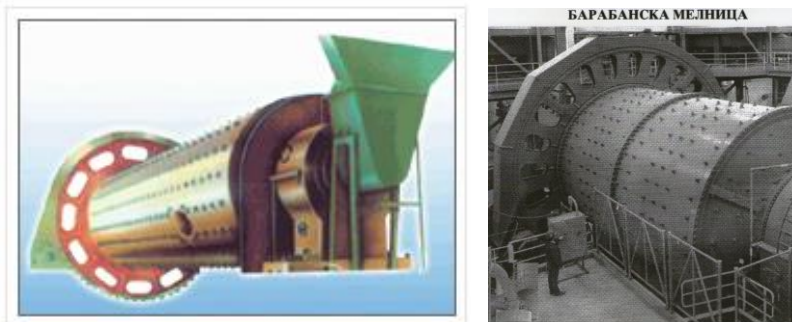
За капацитетот и моќноста на мелниците од барабански тип постојат многу емпириски обрасци, кои важат само за конкретни услови. Ориентациски, можат да бидат прифатени следните податоци:

0,8 – 1,2 kW/(m³/h); за грубо мелење,
1,2 – 6 kW/(m³/h); за фино мелење.



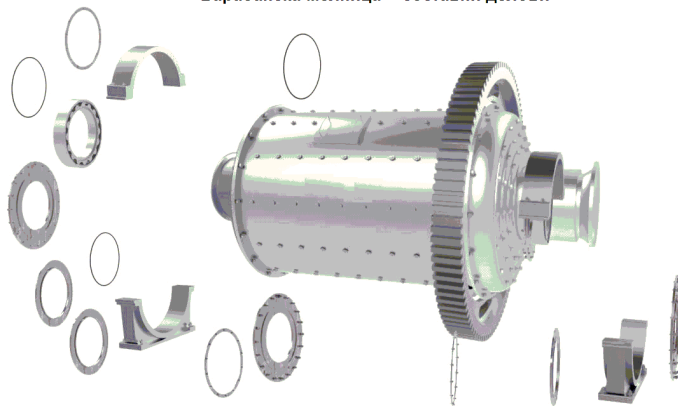
Сл. 16.6. Изглед на внатрешноста на една цилиндрична барабанска мелница

Внатрешноста на една барабанска мелница е обложена со плочи од мангански челик (Сл. 16.6). Тие се врзани со завртки, чии навртки се од надворешната страна на мелницата и можат да се видат во надворешниот изглед (Сл. 16.7).



Сл. 16.7. Надворешен изглед на големи цилиндрични барабански мелници што се применуваат за мелење руда

Барабанска мелница - составни делови



Сл.

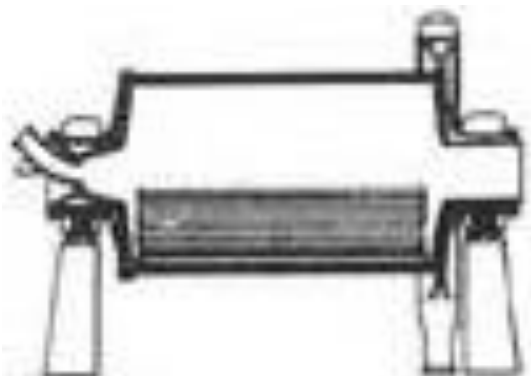
Барабанска мелница – составни делови

16.8.



Сл. 16.9. Барабанска мелница – сервисирање

Во некои случаи се користат барабански мелници со вметнат тежок валец внатре во барабанот. Со вртење на барабанот, валецот се врти и го гази материјалот под него и на тој начин го измелува.



Сл. 16.10. Барабанска мелница со валец

17. СЕАЛКИ

Сеалките (ситата) служат за раздвојување (сепарирање) честички од материјалите според големината. Сепарирањето може да се извршува на повеќе начини:

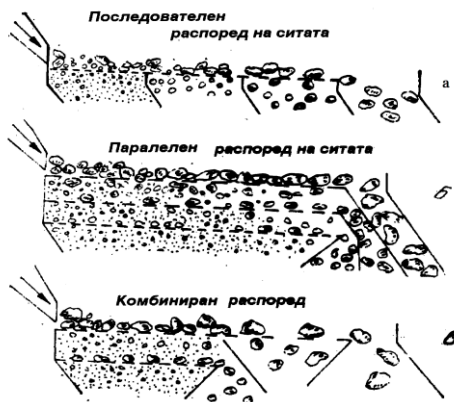
- **механички (со просејување),**
- **хидраулично,**
- **воздушно,**
- **магнетно.**

Последните три начина за раздвојување на честичките се применува кај честички помали од **1 mm**. Просејувањето се врши со помош на сита по механички пат, така што материјалот се нафрла врз ситото што има отвори со одредени димензии, така што оние честички што се помали, под дејство на гравитацијата пропаѓаат долу (**долна фракција**), а оние што се поголеми од отворите на ситото остануваат над ситото (**горна фракција**). Тоа значи дека се добиваат две фракции од едно сито или, пак, ако бројот на сита е ***n***, тогаш бројот на фракции ќе биде ***n + 1***.

Постојат три основни вида машини за просејување:

- 1. рамни**
- 2. барабански (цилиндрични, полигонални)**
- 3. специјални**

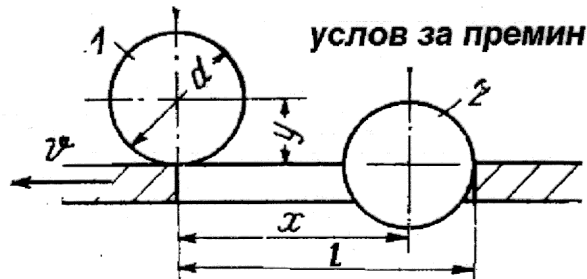
17.1. Рамни сеалки (сита)



Рамните сита имаат многу широка примена и се состојат од една или од повеќе површини (сегменти). Одделните сегменти на ситото можат да се распоредат во продолжение еден по друг (тоа е **последователен редослед**, Сл. 17.1 а) или, пак, еден над друг (тоа е **паралелен распоред**, Сл. 17.1 б), а во некои случаи **комбинирано**, Сл. 17.1 в).

Сл. 17.1. Распоред кај рамните сита

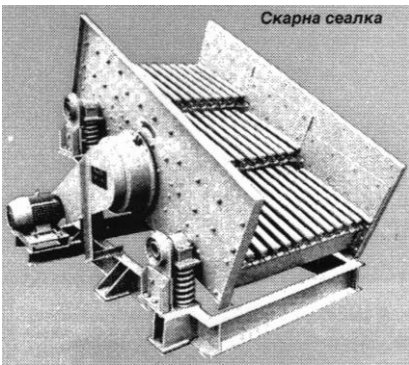
Рамните сеалки од обата вида работат со осцилација и тоа со таква фреквенција и амплитуда што е соодветна за да се има време честичката да падне под ситото (Сл. 17.2), а еден материјал (со одредена гранулација) треба да се одбере да биде таква, за да се постигне најголем капацитет и тоа при најмала вложена енергија.



Сл. 17.2. Услов за премин на честичката за да премине преку ситото

Со оглед на фактот што материјалите се со многу различни гранулации, влажност, лепливост, абразивност и друго, производителите на сеалките ги изведуваат со погони со задолжително варијабилни вредности на фреквенцијата и амплитудата, и тоа во многу широки граници. Секој производител на сеалки дава препораки (во табели) која фреквенција и амплитуда се препорачливи и за кои материјали.

Поради динамичкиот карактер на рамните сеалки, лежиштата и другите елементи од ситата се изложени на мошне големи инерцијални сили и кај нив се јавуваат чести оштетувања.



IOVT

попечни пресеци
на гредите

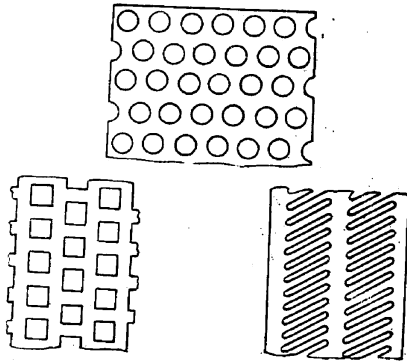
Површините на ситата кај рамните сеалки се под мал наклон и можат да бидат во повеќе изведби:

- **скарни решетки (Сл. 17.3)**
- **перфорирани листови (Сл. 17.4)**
- **плетени сита (Сл. 17.5)**

Сл. 17.3 Скарно сито и профили на гредите

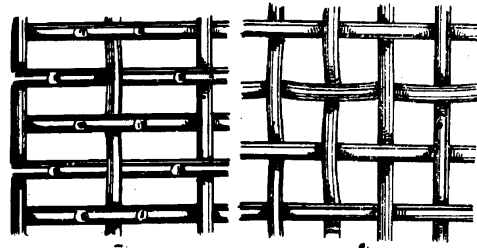
Скарните сита се наменети за примарно просејување на најкрупни парчиња. Попречниот пресек на гредите може да биде како на Сл. 17.3.

Перфорираните листови сита се изработуваат од метални лимови, но и од плочи од други материјали (пластика и др.), служат за фино просејување на честички со димензии од **12 до 50 mm**. Дебелината на листовите е обично од **0,3 до 10 mm**.

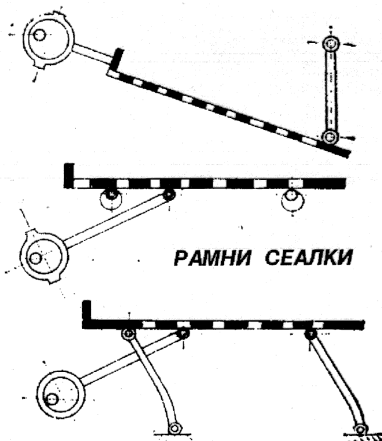


Сл. 17.4. Перфорирани листови сита (видови перфорации)

Плетените сита најчесто се изработуваат со вкрстено плетење на **челични жици**, а за пофини просејувања и со **свилени нитки**. Многу честа изведба на плетени сита е плетката со **најлонска жица**.

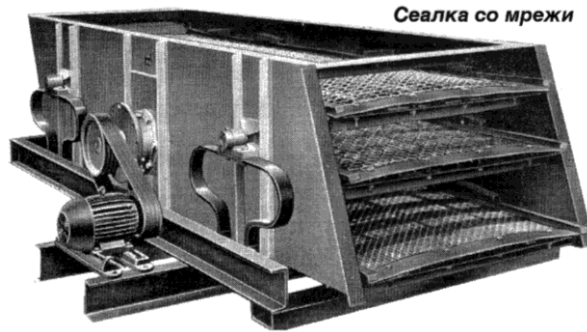


Сл. 17.5. Плетка кај плетените сита



Правецот на осцилацијата на рамните сита може да биде линиско (транслаторно) или **комплано** движење како на Сл. 17.6 и таму ефектите на просејувањето се поголеми.

Сл. 17.6. Лостови механизми за остварување на комплано движење на ситото



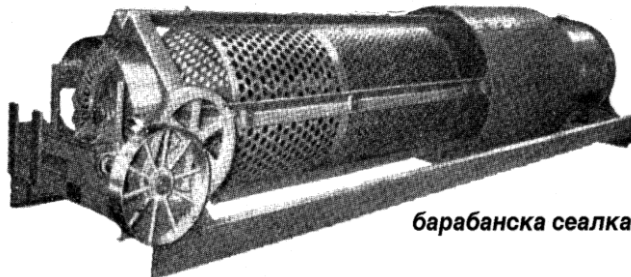
Сл. 17.7. Изглед на рамно сито со паралелен распоред на плетени сита (мрежи)

Погоните за создавање на осцилацијата мораат да даваат можност за избор на фреквенцијата и амплитудата и тие можат да бидат од следните типови:

- **механички** (со дебалансна маса, криваен механизам, ексцентар, брег и др.),
- **пневматски,**
- **хидрауличен,**
- **електромеханички** (со електромагнети или електромотори),
- **комбиниран.**

17.2. Барабански сеалки (сита)

Овој вид сеалки се користат за средно просејување при истовремено миење на материјалите. Тие работат со ротација, мирно и без осцилации.



Сл. 17.8. Барабанска сеалка со повеќе последователни цилиндрични сита



Сл. 17.9. Барабанска сеалка со паралелен распоред на цилиндричните сита

Цилиндриците

(или, пак, полигоналните барабани) со одредена перфорација можат да бидат поставени **последователно** –

надолжно еден по друг – прво цилиндарот со најситна перфорација, а на крајот цилиндарот со најкрупна перфорација.

Кај **паралелното** поставување на цилиндриците треба да се вметнуваат еден во друг, и тоа: цилиндарот со најмал дијаметар има најкрупни отвори, и тој е највнатре, а потоа се става поголемиот цилиндар со малку помали отвори и така натаму сè до цилиндарот со најголем дијаметар и со најситни отвори. Материјалот се внесува аксијално во највнатрешниот цилиндар.

Оската на барабанските сеалки се поставува под мал агол кон хоризонталата, и тоа **5°** до **7°**. Вртежниот момент може да се предава преку централно вратило, преку периферен запченик или со фрикцииски преносник.

17.3. Специјални сеалки

Освен наведените сеалки, постојат и специјални видови што работат со вибрациско дејство. Тие изведуваат високофреквентни осцилации, и тоа:

- **линиски – нормално кон површината на ситото,**
- **кружно,**
- **елиптично.**

Постои широк дијапазон на материјали што можат да се просејуваат со овој вид сита (димензии од **0,1** до **250 mm**).

Можат да бидат со **една** до **четири** површини.

Изворите на вибрациите можат да бидат **електрични, механички** и **пневматски**. И кај нив, поради високофреквентните вибрации се јавуваат одредени последици по околината.

18. МЕШАЛКИ

Машините за мешање (мешалките) имаат задача за создадат хомогени смеси од две или повеќе состојки, како што се, на пример, бетонските, варо-песочните, битуменските, керамичките, како и разни раствори.

Според принципот на мешање, мешалките се делат на следните две групи:

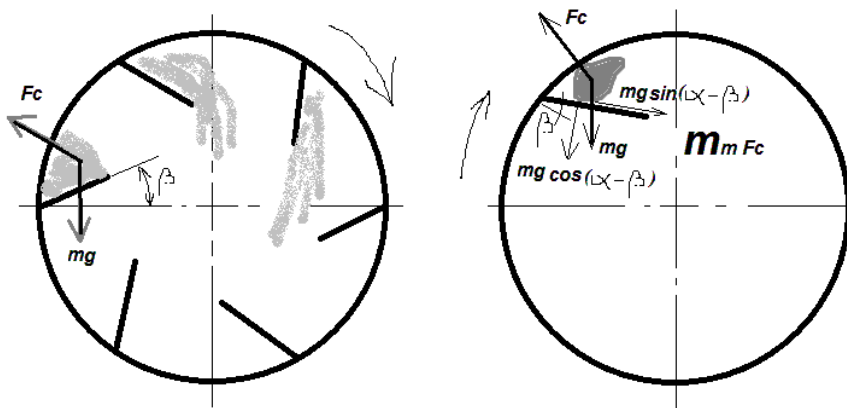
- **гравитациски мешалки,**
- **мешалки со принудно мешање.**

Сите овие мешалки можат да се поделат според тоа дали работат со прекини или не. Така, се делат на:

- мешалки со **циклична** работа,
- мешалки со **континуирана** работа.

18.1. Гравитациски мешалки

Кај овој вид мешалки процесот се извршува во вртлив барабан, при што материјалите се издигнуваат и некаде пред највисоката точка во барабанот паѓаат и на тој начин се извршува промешувањето.



Сл. 18.1. Гравитациска мешалка – принцип на работа

Врз основа на Сл. 18.1 може да се добие следново равенство:

$$m g \sin(\alpha - \beta) > m \omega^2 R \cos\beta + \mu [m g \cos(\alpha - \beta) - m \omega^2 R \sin\beta],$$

ако се земе наклонот на гребените $\beta = 0$, тогаш критичниот број на вртежи:

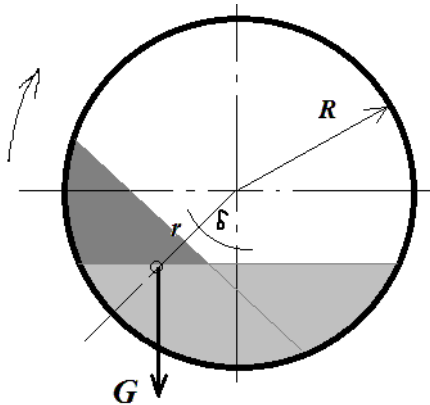
$$n_{kr} = \sqrt{\frac{\sin \alpha - \mu \cdot \cos \beta}{R}} \quad [vrt/min]$$

Така може да се добие критичниот број на вртежи, со тоа што работниот број на вртежи на барабанот треба да биде помал од критичниот.

Потребниот вртежен момент потребен за завртување на смесата за агол δ ќе биде:

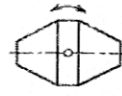
$$T = G r \sin\delta \quad [kNm], \text{ обично } r = (0,64 - 0,68) R.$$

Најголемиот дел од вложената енергија се троши за завртување на барабанот (т.е. издигнување на смесата – Сл. 18.2), а само мал дел (**од 4 до 8%**) за совладување на триењето во лежиштата.



Сл. 18.2. Завртување на смесата во барабанот

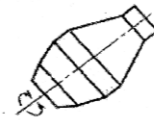
МЕШАЛКИ ГРАВИТАЦИОНИ со Цикл. работа



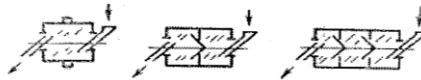
со нишачки барабани



со реверзибилно
отирачки барабани



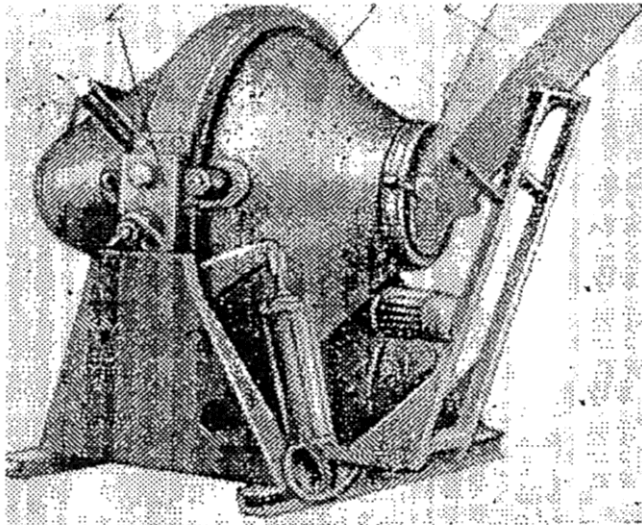
МЕШАЛКИ ГРАВИТАЦИОНИ
СО КОНТИНУИРАНА РАБОТА



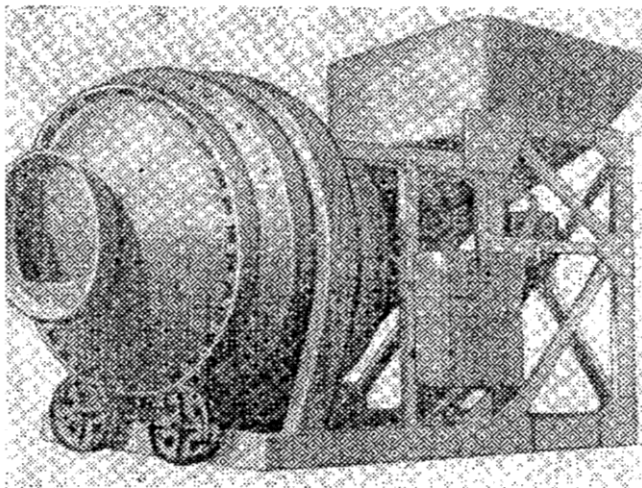
со цилиндрични ротациони барабани

Сл. 18.3. Специфични гравитациски мешалки

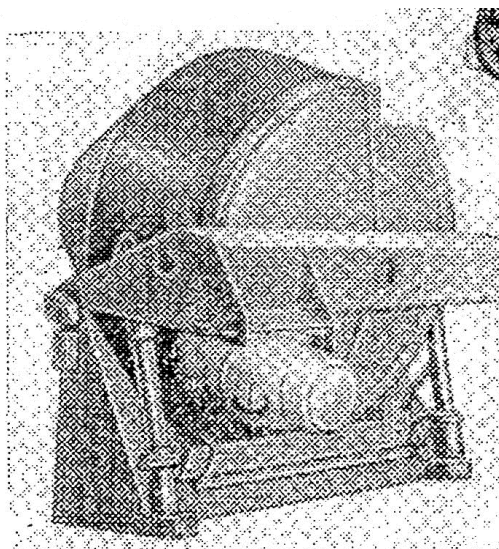
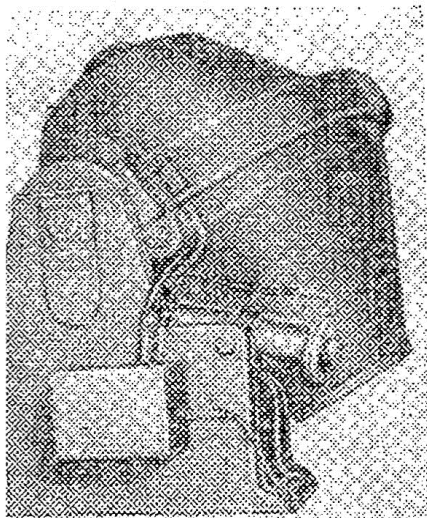
На Сл. 18.4 а и б, Сл. 18.5 се прикажани фотографии од неколку конкретни гравитациски барабански мешалки со циклична работа. Кај мешалките со циклична работа, сите компоненти се ставаат во мешалката и по одредено време на вртење (мешање), мешалката се празни. Потоа, во новиот циклус, пак се полни итн. Овие мешалки даваат многу добар квалитет на смесата, но се со помал капацитет. Полнењето може да се изведува рачно или машински. Празнењето на овие мешалки може да се изведе со превртување или, пак, со отворање на посебни отвори – засуни.



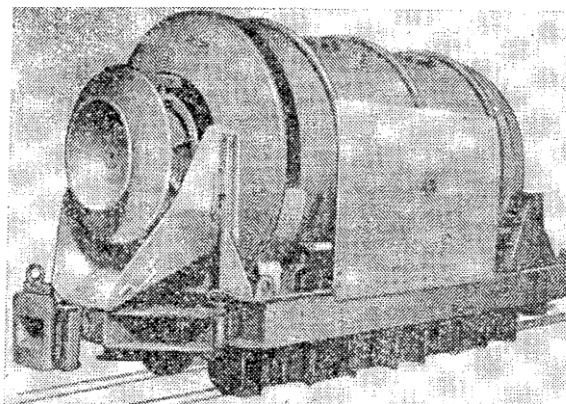
Мешалка гравитациона со циклична работа



Сл. 18.4 а. Стационарни гравитациски мешалки



Сл. 18.4 б. Стационарни гравитациски мешалки



Сл. 18.5. Подвижни видови гравитациски мешалки

На Сл. 18.3 се прикажани гравитациски мешалки со континуирана работа. Кај овој вид мешалки компонентите од материјалите што се мешаат континуирано се доведуваат во одреден сооднос и со вртењето се поместуваат по должината на

барабанот. Кога ќе дојдат до крајот на барабанот излегува готовата смеса. Овој вид мешалки имаат послаб квалитет, но капацитетите им се значително поголеми и затоа се користат во фабриките за добивање смеси (на пример, стационарни бетонари).

Гравитациските мешалки можат да бидат стационарни, со најразлични димензии и капацитети и мобилни. Обликот на барабанот е комбиниран цилиндрично конусен или, пак, сферичен.

Отпорите на подигање на смесата заземаат околу 90% од вкупните отпори.

Полнењето кај сите гравитациски мешалки се изведува машински или, пак, рачно, додека празнењето со превртување (навалување) или, пак, со отворање отвор (шибер, врата, засун и сл.).

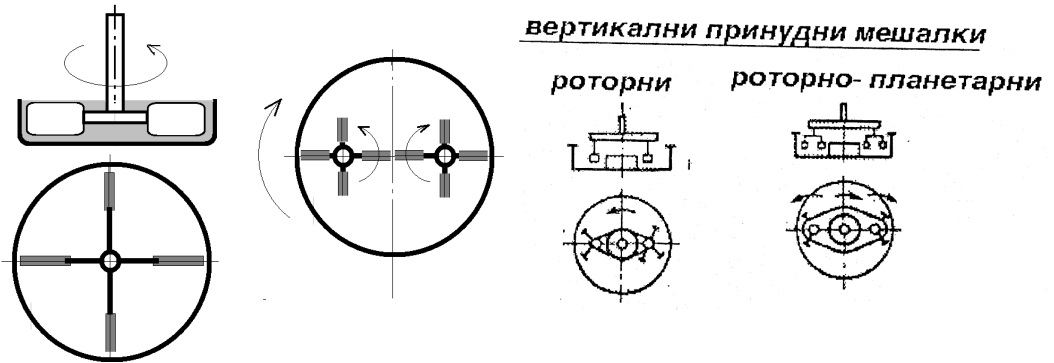


Сл. 18.6. Изглед на една мобилна самоодна гравитациска мешалка (т.н. камион миксер)

18.2. Мешалки со принудно мешање

Овие мешалки се состојат од **сад** (корито, лонец, цевка, барабан и сл.) во кој ротира вратило со лопатки или завојници.

Од своја страна се делат на **вертикални** и **хоризонтални**, во зависност од тоа како е поставена оската на вратилото.



Сл. 18.7. **Вертикални** принудни мешалки (со еден или два ротора) со проста ротација или со планетарна ротација

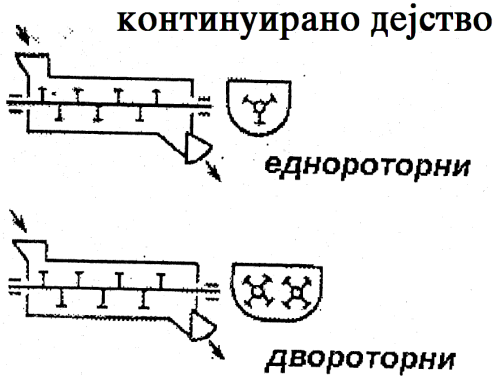
Кај **вертикалните мешалки со принудно мешање** вратилото (роторот) со лопатки стои вертикално. Садот е најчесто плиток и од горната страна е отворен, може да биде фиксен или да ротира околу вертикалната оска. На вратилото се поставени лопатки што можат да бидат со најразличен облик и распоред. Овој состав често се нарекува **мешачка ѕвезда**. Мешалката може да има една или повеќе такви ѕвезди, кои можат да се движат по прости (кружни) или по сложени (планетарни) траектории заради поинтензивно мешање.

Во некои изведби, пак, може да се случи ѕвездата да мирува, а садот да ротира.

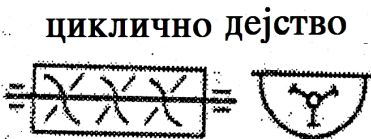
Принудното мешање дава подобар квалитет на смесата, но бара поголемо вложување енергија. Трошењето на лопатките поинтензивно.

Кај **хоризонталните мешалки со принудно мешање** садот претставува корито или цевка во која се поставува едно или повеќе вратила со лопатки што се распоредени во завоен распоред.

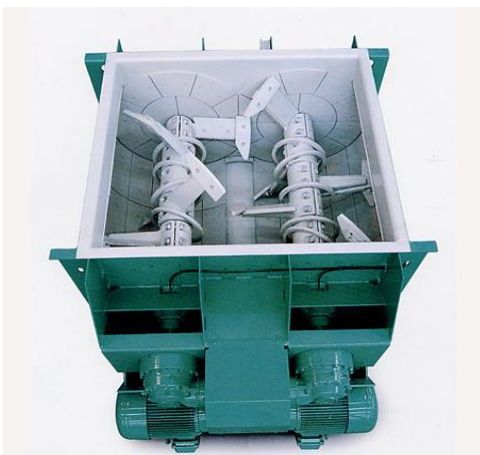
Хоризонтални принудни мешалки



Во зависност од видот и густината на смесата, лопатките имаат различни облици и позиционирање. Така, на пример, лопатките можат да бидат полни (прави или криви), накосо или нормално поставени, но можат да бидат и шупливи или жичани, со што се намалуваат отпорите на мешање и, секако, се од енергетски аспект поштедливи.



Сл. 18.8. Шеми на хоризонтални принудни мешалки



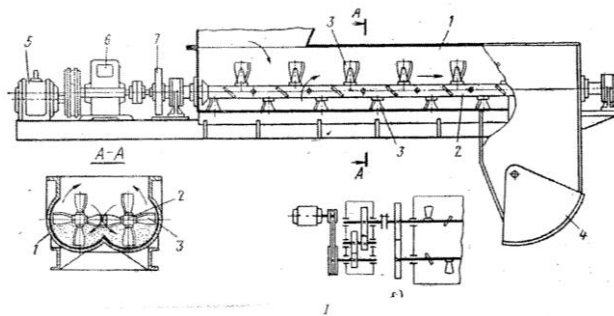
Празнењето кај хоризонталните принудни мешалки може да се изведува:

– со отворање на дното (со шибер, врата или жалузини),

– со навалување на садот (коритото).

Сл. 18.9. Изглед на двороторна хоризонтална принудна мешалка

Кај мешалките со континуирана работа, материјалот (смесата), мешајќи се, се поместува по должината на коритото и на крајот излегува од отвор како готова смеса. Додавањето на компонентите е исто така континуирано со додавачи (дозатори) на почетокот на коритото.



Хоризонтална принудна мешалка со два ротора со континуирана работа

Сл. 18.10. Склоп на хоризонтална мешалка со механички пренос

Брзината на вртење на вратилата со лопатки е мошне бавна, зависно од материјалот и неговата густина и речиси секогаш се користат преносници (редуктори, ремени или верижни механизми) со високи преносни односи. Посебен вид мешалки се **мешалките со вибрациско дејство**.

Всушност, тоа се пак истите мешалки (гравитациски или принудни), но со дополнително вибрациско дејство заради поефикасна работа.

Потребната моќност кај мешалките првенствено е зависна од димензиите, густината и потребната брзина на мешањето. Сепак, ако се работи за погусте смеси, не смее да се оди со големи брзини, затоа што моќноста расте со експоненцијална законитост.

Мешалките што служат за мешање на многу густи смеси (тесто – глина, гипсени смеси и сл.) го добиваат името **месилки**. Од друга страна, растворите што се со мала густина (бои, лакови, течни смеси) можат да дозволат многу големи брзини на мешачките ѕвезди.

За сите овие случаи, при димензионирањето и пресметката, потребно е да се користат табели со искуствени податоци за **специфичниот отпор на мешање к $[kN/m^2]$** , како и препорачаните вредности за брзините, обликот и распоредот на лопатките и друго.

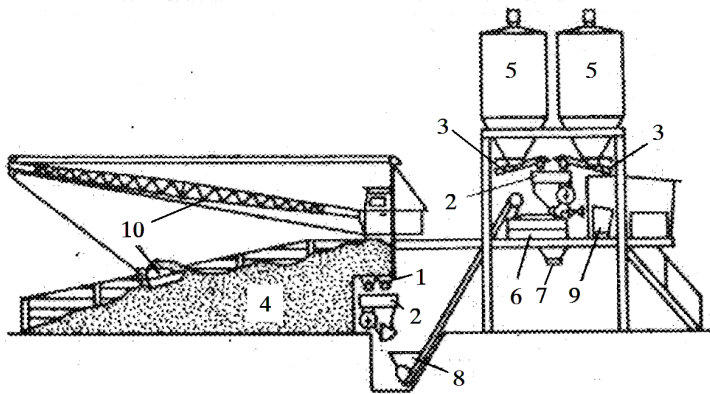
19. МАШИНИ ЗА ПОДГОТОВКА НА БЕТОНСКИ МЕШАВИНИ

Овие машини и уреди често претставуваат комплексни постројки што се состојат од мешалка (најважен дел), силоси (бункери) за чување на влезните состојки (цемент, песок, вар, вода и др.), дозатори (уреди за точно додавање компоненти во мешалките), потоа транспортери, елеватори, скипови и разни мерно-контролни уреди.

Од аспект на мобилноста, овие постројки можат да бидат:

- **стационарни,**
- **полустационарни,**
- **мобилни.**

Стационарните се наменети за големи количества бетон неопходен за изградба на големи регионални градежни комплекси или, пак, за изработка на бетонски производи (бетонски блокови, армирани железнички прагови, столбови, плочи и друго). Нивниот капацитет е до $300 \text{ m}^3/\text{h}$ и често се потполно автоматизирани и работат 24 часа.



- 1 - бункерски затвораи, 2 - тежински дозатор, 3 - завојни додавачи,
4 - депонија за агрегат, 5 - силоси (бункери) за цемент,
6 - вертикална принудна мешалка, 7 - затвораи, 8 - скип, 9- кабина за управување
10 - скрепер со гранка со кабина

Сл. 19.1. Фабрика (постројка) за добивање на бетонска мешавина

Полустационарните се со намена да опслужуваат со бетон на одредени градежни објекти (населби во изградба) за период од две до три години. Потоа тие се демонтираат и се монтираат на друго место.

Мобилните поседуваат одни органи (гасеници, пневматски тркала) за опслужување на поединечни објекти за кратко време.

Постојат разни варијанти на фабриките за производство на бетон. Карактеристично за сите е тоа што можат да произведуваат големи количества квалитетен бетон за многу кратко време.

Фабриките за изработка на бетонски производи (бетонски блокови, прагови, столбови и друго) поседуваат и специјализирани машини, како **бетонски преси**, како и придружна машинерија (сушари, печки и друго).

Особено е карактеристично изработувањето на префабрикувани производи од бетон за градба на монтажни згради, во таканаречената префабрикувана градба. Тоа се фасадни плочи со прозорци, врати што се изработуваат во фабрика, а се монтираат со столбни градежни кранови, со што изградбата е многу брза.

19.1. Машини за транспорт на бетонски смеси

За транспорт на големи далечини на бетонските или, пак, варовите смеси (малтери) се користат автомешалки (автомиксери). Се користат за далечини до 25 км од бетонските постројки. Целта им е со вртење на барабанот при движењето на возилото да се обезбеди хомогеност на смесата.



Сл. 19.2. Самоодна автомешалка (миксер)

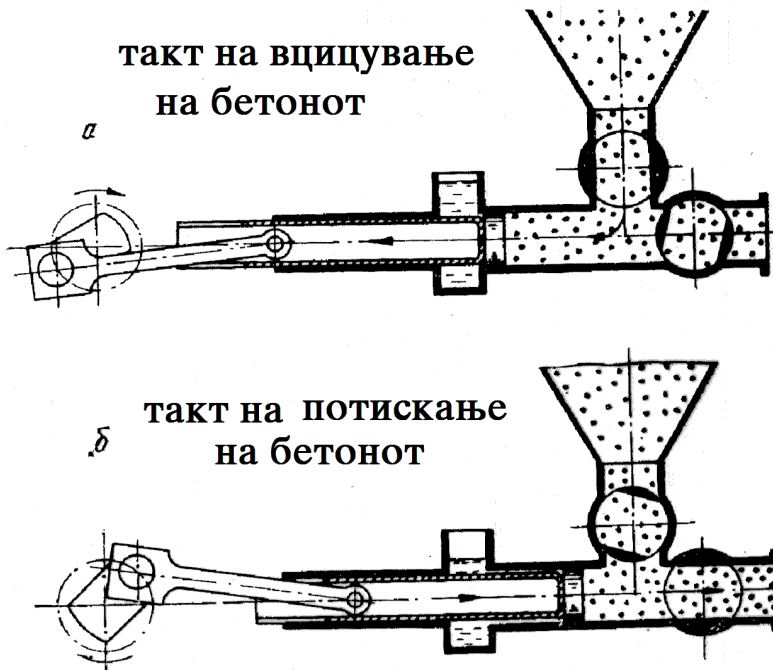
Барабанот што е поставен на шасијата на камионот се задвижува со хидропумпа и хидромотор и со дополнителна механичка трансмисија (на пример, верижен преносник). Оската на барабанот зафаќа кон хоризонталата агол од **11** до **20°**, а празнењето се изведува со обратно завртување. Волумените на барабаните на автомиксерите се од **2** до **10 m³**, а бројот на вртежи **n = 10 – 25 min⁻¹**.

Бетонските пумпи се користат за транспорт на хомогени бетонски смеси по метални или гумени цевководи до местото на бетонирање, и тоа **300-400 m** по хоризонтала, **50-60 m** на висина. Капацитетот е од **5** до **45 m³/h**, но секојдневно се сретнуваат бетонски пумпи што ги надминуваат овие граници.

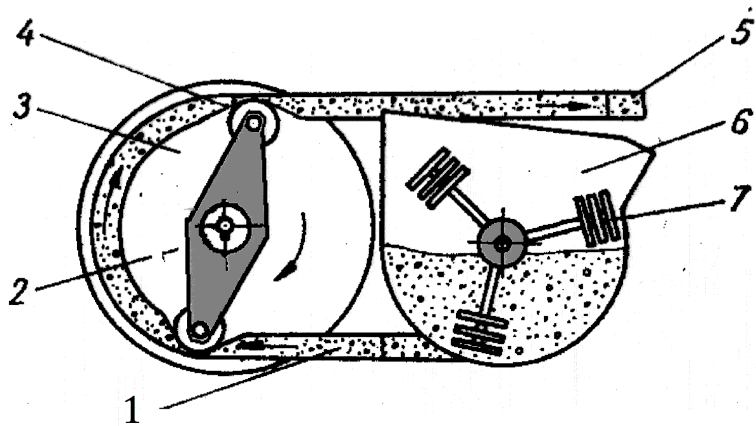
Постојат два главни принципа за бетонските пумпи:

- **клипни,**
- **ротациски со еластично црево.**

На следните слики се дадени шематски принципи на бетонските пумпи, како и една клипна пумпа за малтер.



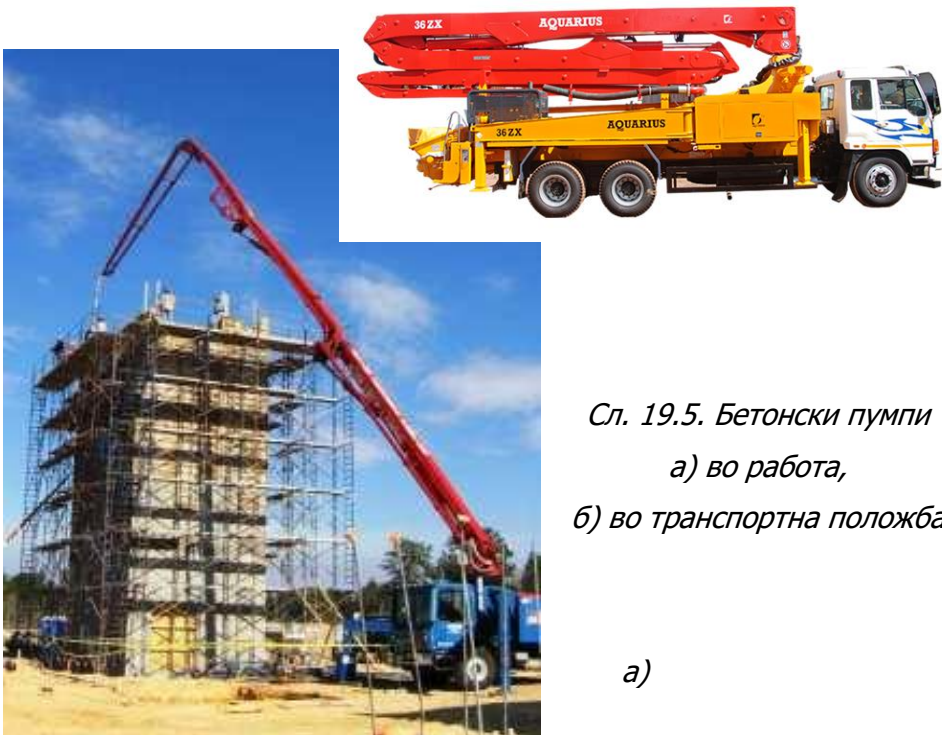
Сл. 19.3. Клипна бетонска пумпа



- 1 - еластично црево, 2- ротор, 3 - комора, 4 - тркалца,
5 - потисна магистрала за бетон, 6 - комора за мешање на бетон,
7 - лопатки на роторот за мешање

Сл. 19.4. Ротациона бетонска пумпа (перистатик)

б)

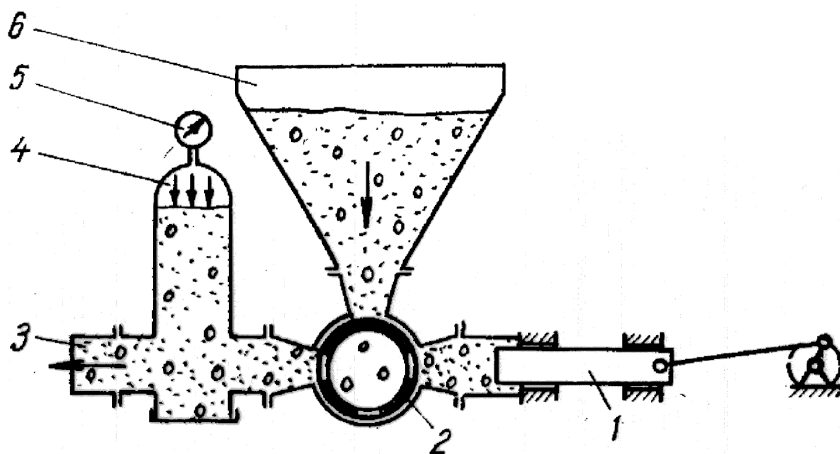


Сл. 19.5. Бетонски пумпи

а) во работа,

б) во транспортна положба

а)



1 - плунжер, 2 - разводник, 3 - цевка за транспорт на готов малтер, 4 - воздух под притисок, 5 - манометар, 6 - резервоар со малтер

Сл. 19.6. Клипна пумпа за малтер

20. РУДНИЧКИ ТРАНСПОРТ

Транспортот во рударството се извршува со сите можни транспортни средства и уреди, и тоа:

- превозни средства – возови, камиони, дампери,**
- машини за континуиран транспорт – транспортери со лента, сите видови верижни транспортери, елеватори,**
- машини за цикличен транспорт – лифтови, скипови, дигалки, подигачи и сл.**

Економичниот транспорт е неопходен за смалување на вкупните трошоци, како за јамски (подземен) рудник, така и за рудник со површинска експлоатација. Затоа, рационализацијата на транспортот е постојана преокупација на инженерско-техничкиот кадар. Рационализацијата се прави не само за машинскиот дел на транспортот туку и во поглед на организацијата на транспортот.

20.1. Железница во рударството

Железничкиот транспорт е многу економичен и е особено соодветен за рударството. За површинските копови обично денес се користат машините за континуиран транспорт (транспортери со лента со високи капацитети – кај нас во најголемите површински копови за јаглен како РЕК „Битола“, РЕК „Осломеј“, но и за многу други површински копови).

Сепак, во одредени услови, ако транспортните растојанија се големи, поефикасен би бил железничкиот транспорт. Железничката пруга може да служи не само за транспорт на рудата туку и за транспорт на опрема и луѓе. Изградбата на железничката инфраструктура би можела да послужи и за ревитализација на некои населени места и цели региони и да послужи за активирање и развој и за други стопански гранки.

Отпорите (R_f [кМ]), кои се јавуваат при движење на железничките возила (локомотиви и вагони) се неколкукратно помали во споредба отпорите кај возилата со пневматици.

Затоа, сите земји посветуваат исклучително големо внимание на изградба и модернизација на железничката мрежа (инфраструктура), развој на опремата (вагони, локомотиви) за железнички транспорт, но и темелно планирање и организација на транспортниот процес.

Во подземните (јамските) рудници исто така се применува железнички транспорт (на тесни колосеци), со вагони за транспорт на руда, опрема и луѓе. За хоризонталниот транспорт со вагони, влечата се извршува со локомотиви (дизел, електрични со троли и електрични со акумулатори). За косиот железнички транспорт се користи влеча со челични јажиња и поретко синџири.

20.1.1. Локомотиви

За влечење на железнички композиции со вагонети во хоризонталните руднички простории се користат локомотиви. Нивните тежини варираат од 1 t до над 30 t.

Според видот на погонот, локомотивите можат да бидат:

- дизел,
- електрични,
- пневматски,
- комбинирани (дизел-електрични или дизел-хидраулични),
- парни,
- замајни.

Дизел-локомотивите се соодветни за експлозивни услови, но имаат недостатоци (чадење, врева, тешко одржување).

Најчесто се користат електричните, кои можат да бидат:

- електрични тролни (обично со наизменична струја),
- електрични акумулаторни (со истонасочна струја) – оловни (2 V) и алкални (1,2 V), Ni-Cd и најновите литиум,
- комбинирани.

Парните локомотиви се користат ретко, обично на некои површински копови во Јужна Америка и Африка.

Замајните локомотиви се оние кај кои еден тежок замаец со маса од околу 2 t со надворешен погон се завртува до висок број вртежи, а потоа со вклучување на ламелни спојки, акумулираната енергија од замаецот се предава до тркалата (преку редуктори). Акумулираната енергија во замаецот е доволна за транспорт на композицијата до следната станица, каде што замаецот повторно се

полни (т.е. се завртува со мотори до назначениот висок број на вртежи). И овој вид локомотиви се користат ретко.

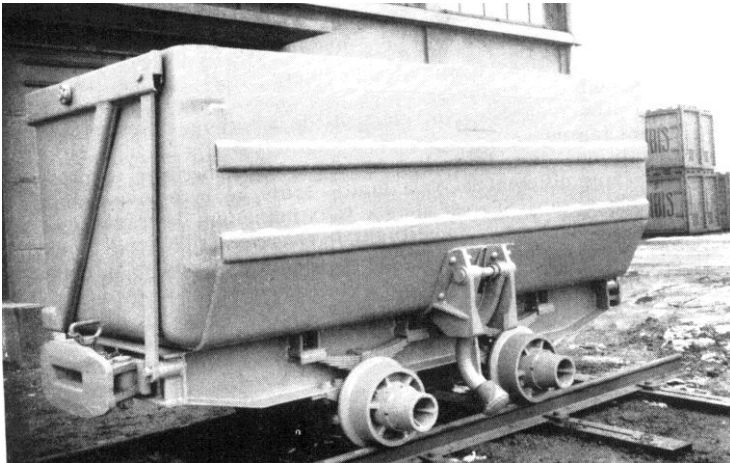
Локомотивата мора да биде доволно тешка за да оствари колку што е можно поголема адхезиска сила (ориентациско околу 400 до 1500 kN).

И при проектирањето на локомотивите, како и кај другите машини и уреди за рударството, неопходно е придржување до важечките прописи.

20.1.2. Руднички вагонети

Вагонетите за транспорт на руда во хоризонталните руднички простории се користат мошне често. Нивниот волумен е мошне различен, од 0,3 до 20 m³.

Обликот на вагонетите е исто така различен и зависи од другите услови во рудникот, но најмногу од крупноста на рудата, видот на методот за ископ, капацитетот и друго.



Сл. 20.1. Изглед на модерен руднички вагонет со механизам за превртување

Рудничкиот вагонет мора да биде многу цврст, стабилен и да биде со ниски отпори на триење. Секако, колку поголем волумен, а притоа толку помала тежина. Тежината на еден вагонет треба да биде во границите:

$$G_{\text{vag}} = (0,35 - 0,45) G_t [\text{kN}]$$

Овие услови речиси секогаш можат да бидат исполнети ако материјалот на вагонетката е челик. Но, вагонетот може да биде изработен од комбинирани материјали: челик, дрво, легури или вештачки материјали.

Вагонетот се состои од два главни дела:

1. шасија (постамент) со оски и тркала
2. сандак или кош.

Според начинот на истовар, вагонетите можат да бидат:

- со превртување (назад или странично),
- со отворање на дното или страниците.

Коефициентите на отпори на триење од тркалање се: $f = 0,004 - 0,015$, тоа зависи од начинот на влежиштувањето. Сепак, најчест начин на влежиштување е со тркалочки лежишта вградени во тркалата на вагонетот (вкупно осум самонагодливи лежишта со буренца или топчиња), со задолжително заптивање (лабиринтни или со семеринзи).

Вагонетите што пренесуваат луѓе имаат покрив и се специјално заштитени.

20.1.2. Самоодни вагонети

Тоа се вагонети што имаат сопствен мотор. Се движат како и камионите со помош на пневматици на релативно мали растојанија во рудничките простории (300 m до 1500 m, а поретко и до неколку километри). Тие се ниски и имаат големи маневарски способности и проодност (зглобна шасија).

Ориентациските параметри на самоодните вагонети се:

капацитетите во една смена изнесуваат 700 до 1000 m³ (зависно од транспортната патека).

волумен на сандакот: $V = 2,5 - 10 \text{ m}^3$

брзина: $v = 8 - 10 \text{ km/h}$

моќност на моторот: $P = 150 \text{ kW}$.

Една од најважните карактеристики на самоодните вагонети е начинот на истоварот:

- истовар со истурање (навалување на сандакот),
- принуден истовар со клип (потискањето на клипот се врши хидраулично или пневматски со цилиндри или механички со сајли, лостови или навојни вретена).

Полнењето на сандакот на вагонетот обично се врши со надворешни товарни машини. Седиштето на возачот може да се свртува наназад, кога треба да се изврши истоварот.

Овие машини, како и многу други рударски машини, во денешно време се опремуваат со електронска, компјутерска и телекомуникациска опрема, со цел да биде зголемена безбедноста и продуктивноста.

20.2. Рударски машини за кос транспорт

Ако наклонот на шините е голем, тогаш влеча на вагоните со локомотива е невозможна. Тоа е поради намалената атхезиска сила за износ $\cos(\beta)$, но пред сè заради значително зголемениот отпор поради наклонот $+G_{vk} \sin(\beta)$ што локомотивата не може да го совлада.

Така, железничките вагонети мораат да се влечат со јажиња или вериги. Шините можат да бидат стандардни железнички, но можат да бидат и од некаков профил, добро прицврстени за праговите, односно подлогата. Влечењето се изведува со погонски барабани или фрикциски јажници.

Исипувањето се извршува:

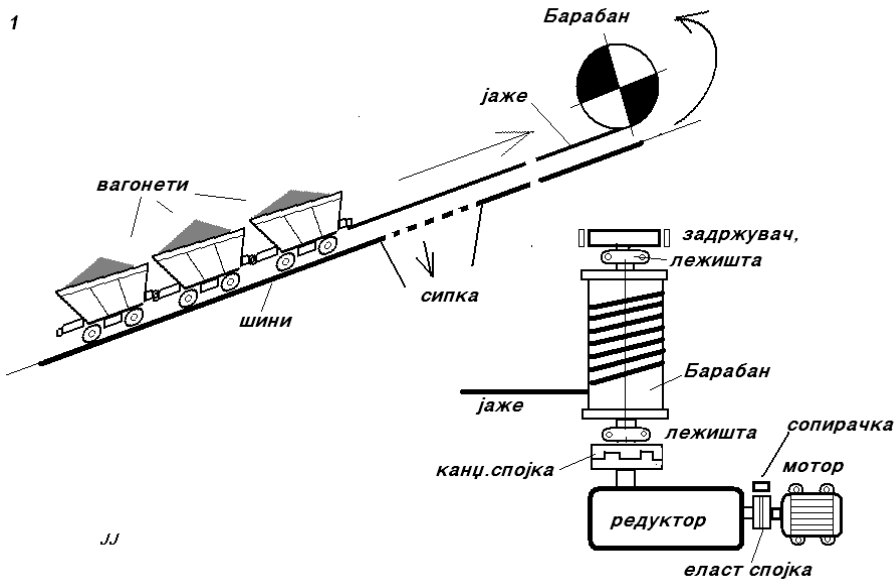
- а) со отворање на дното на вагонетите,
- б) со отворање на бочните страници,
- в) со превртување,
- г) принудно со клип.

Првиот начин поради својата едноставност се користи најчесто.

Постојат неколку концепции за влеча на вагонети со јажиња (или вериги).

20.2.1. Едноколосечен еднобарабански систем

Овој систем се користи кога има наклон ($\beta > 0$). Поставен е еден колосек на две челични шини, врз прагови, од местото на товарање до местото на исипување. Барабанот се погонува за влечење нагоре, а за враќање се исклучува погонот и спуштањето се одвива под дејство на гравитацијата. Брзината се регулира со сопирачки за спуштање.



Сл. 20.2. Едноколосечен еднобарабански систем

20.2.2. Едноколосечен двобарабански систем

Ако нема наклон или ако наклонот е мал, тогаш нема доволна гравитациска сила за да ги совладува отпорите на спуштање на празните вагонети.

$$\text{Односно: } F_{w_{vk}} > G_o * \sin \beta$$

Во овој случај се користат два барабани, едниот за подигање на полните вагонети, другиот за враќање назад. Барабаните и нивниот погон можат да се пресметаат според отпорите што треба да ги совладаат. Можат да се користат и ненажлебени барабани.



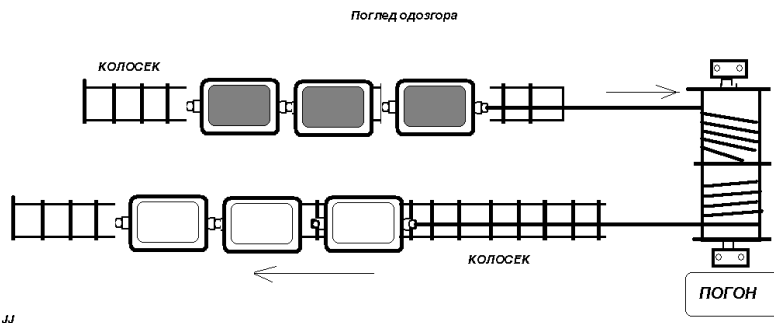
Сл. 20.3. Едноколосечен двобарабански систем

20.2.3. Двоколосечен отворен барабански систем

Два паралелни колосека и ако постои наклон доволен да создаде гравитациска сила за да ги совладува отпорите на спуштање на празните вагонети.

Односно: $F_{w_{vk}} < G_{vk} \cdot \sin \beta$

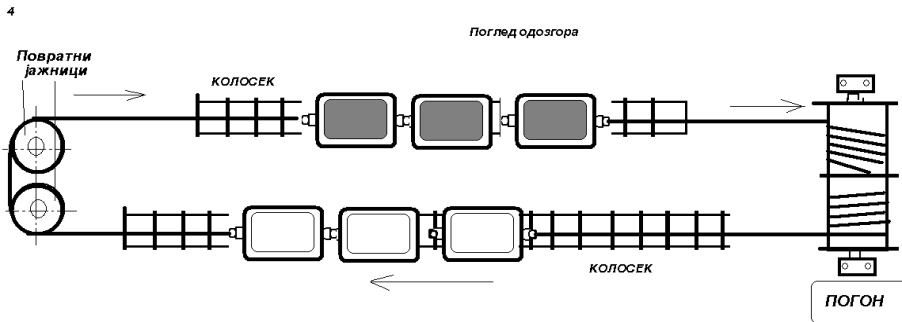
Во овој случај се користат два барабани, едниот за подигање на вагонетите од едниот колосек, а другиот за вагонетите од другиот колосек. Може да се користи еден барабан со две прегради – а со еден погон. Јажето што се влече, кај едниот барабан е над, а кај другиот под оската. За големи растојанија, можат да се користат ненажлебени барабани.



Сл. 20.4. Двоколосечен отворен барабански систем

20.2.4. Двоколосечен затворен барабански систем

Два паралелни колосека и ако не постои наклон доволен да создаде гравитациона сила за да ги совладува отпорите на спуштање на празните вагонети. Односно: $F_{W_{vk}} > G_{VK} \cdot \sin \beta$



Сл. 20.5. Двоколосечен затворен барабански систем

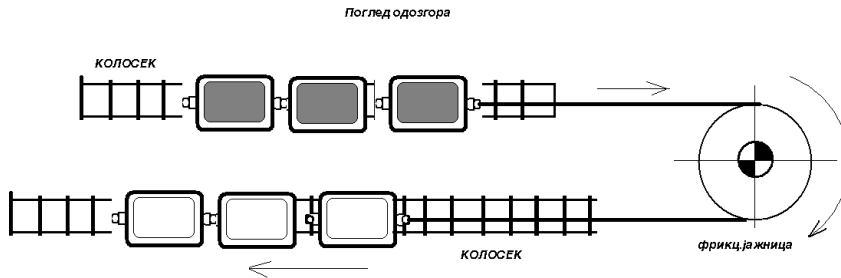
Ист како претходниот, но од задната страна на последните вагонети се врзува јаже (Tail Rope) што минува низ повратна јажница (една поголема или, пак, две помали). На тој начин, со јажето вагонетите се влечат наназад.

20.2.5. Двоколосечен отворен систем со фрикциска јажница

Два паралелни колосека и ако постои наклон доволен да создаде гравитациона сила за да ги совладува отпорите на спуштање на празните вагонети.

$$\text{Односно: } F_{W_{vk}} < G_{VK} \cdot \sin \beta$$

Во овој случај се користи една фрикциска погонска јажница, со еден или повеќе жлебови. Со едниот крај на јажето се врзува првата вагонетка од едниот колосек, а со другиот крај првата вагонетка од другиот колосек. Можноста да се употребат повеќе јажиња дава посигурна и потрајна конструкција.



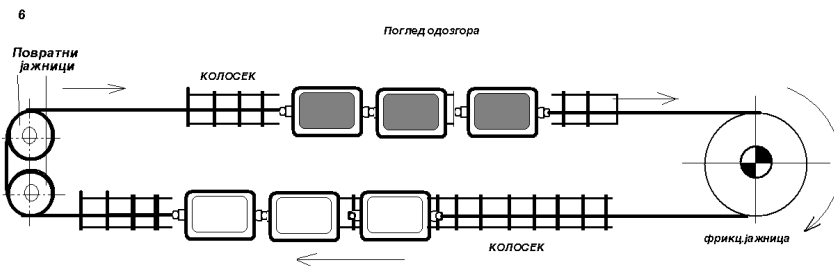
Сл. 20.6. Двоколосечен отворен систем со фриктиска јажница

20.2.6. Двоколосечен затворен систем со фриктиска јажница

Два паралелни колосека, ако наклонот е мал или го нема, тоа значи дека нема доволна гравитациска сила за да ги совладува отпорите при спуштање на празните вагонети.

$$\text{Односно: } F_{W_{vk}} > G_{VK} \cdot \sin \beta$$

Исто како претходниот случај, но се додава јаже (Tail Rope) и јажница од задната страна, за да се оствари движење наназад.

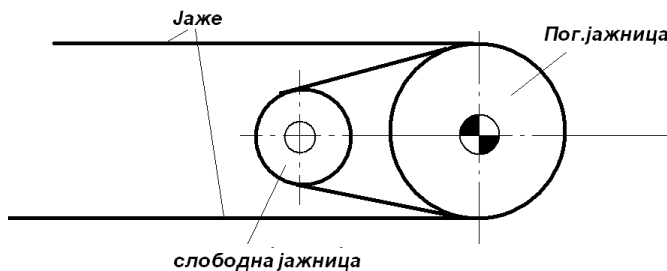


Сл. 20.7. Двоколосечен затворен систем со фриктиска јажница

Можни се разни варијанти и подваријанти, но ова се главните шеми за остварување на коса железница.

Во некои случаи, каде што отпорите се големи (особено при тешки вагонети и големи должини и наклони), кај двоколосечните системи со погонски фриктиски јажници можат да се јават пролизгувања. За да се избегне тоа, се применува повеќекратно обвиткување на јажето околу погонската јажница со користење на

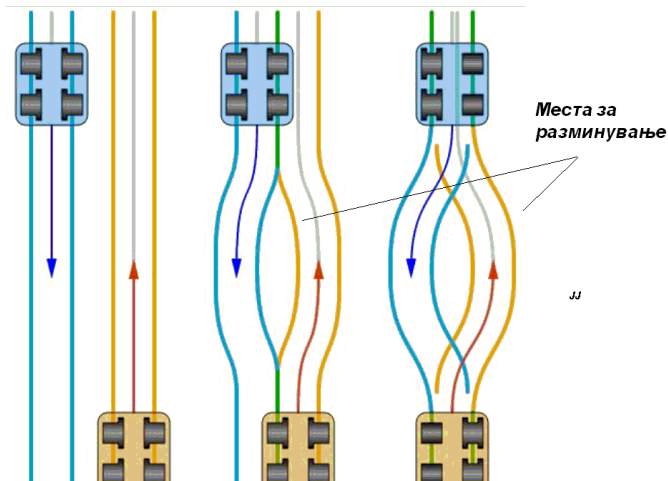
помала дополнителна слободна-отклонска јажница. Тоа е прикажано на Сл. 20.8.



Сл. 20.8. Двојно обвиткување на јажето околу погонската јажница

Кај двоколосечните системи, трошокот за градба на двата колосека е поголем, иако овие системи остваруваат двојно поголеми капацитети.

Постојат концепции каде што, наместо двата колосека, се прави само еден колосек – со место за разминување, и вагонетите од едната и од другата страна да се движат по тој еден колосек (Сл. 20.9). Кога ќе се сретнат композициите, со свртници или на друг начин се разминуваат. Постојат неколку начини да се оствари тоа, со што се постигнува поевтинување на инвестицијата.



Сл. 20.9. Концепција на систем со разминување на вагонетите

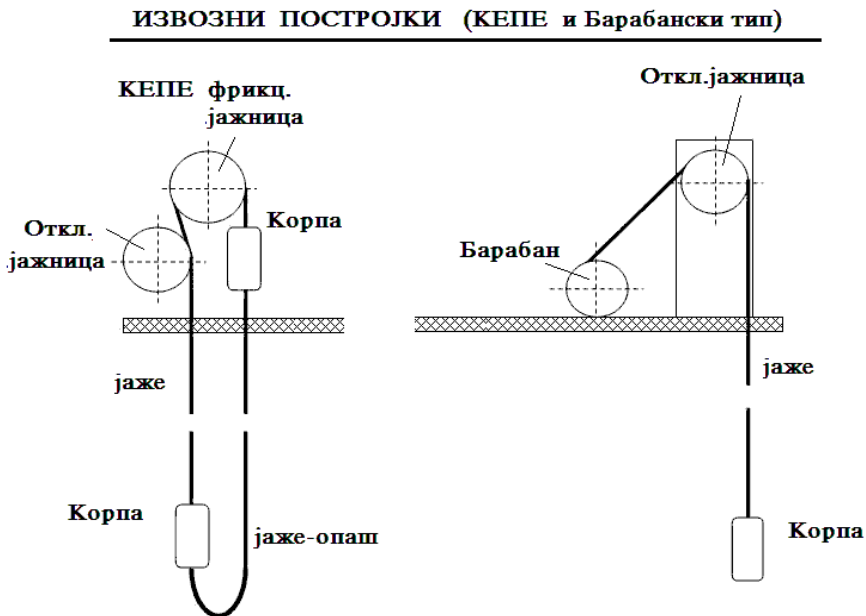
20.3. Рударски извозни постројки

Извозните постројки се уреди што ја пренесуваат ископаната руда на површината. Целокупно ископаниот материјал во јамите се собира на едно место и оттаму вертикално се пренесува на површината. Извозните постројки служат и за транспорт на луѓе и опрема.

Иако во поширока смисла извозот на рудата опфаќа и кос и хоризонтален транспорт, во денешната терминологија се смета дека извозните постројки се всушност лифтови што со кошеви или скипови вршат вертикален транспорт на руда, опрема и луѓе. Како елемент за носење и влеча се челичните јажиња. Уредот за пренос на материјалот може да биде обичен сад (кош), кафез или скип.

Кај вертикалните извозни постројки се разликуваат следните изведби:

- а) Извозни постројки со барабан;
- б) Извозни постројки со фрикциска јажница КОЕРЕ (герм.);
- в) Извозни постројки со фрикциски јажници – систем Whiting (САД).

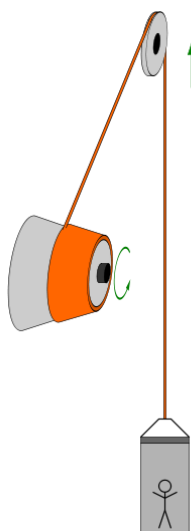


Сл. 20.10. Видови извозни постројки во јамските рудници



Сл. 20.11. Извозна постројка со цилиндрични барабани

Извозните постројки со барабани (Сл. 20.11, Сл. 20.12) се користат за поплитки окна. Барабаните можат да бидат: цилиндрични, конични и цилиндрично-конични.

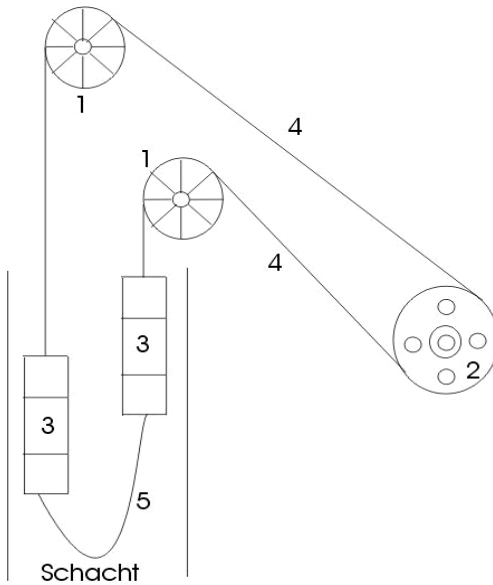


Обично се користат два барабана, при што едниот служи за еден кош или скип, а другиот за другиот кош – така што се постигнува урамнотежување во голема мера. Тоа доведува до поголема рационалност, т.е. многу помали мотори. Поретко можат да се сретнат конструкции со противтег.

За да се избегнат големите нерамномерности на вртежниот момент што произлегуваат од тежината на јажињата, се применуваат конусни барабани (Сл. 10.12).

Сл. 20.12. Извозна постројка со конусен барабан

Извозните постројки со фрикциска јажница КОЕРЕ (Сл. 20.10 а – без отклонска јажница) се користат многу често во Европа, но и во Америка. Нејзината намена е за извоз во окна со мала и средна длабочина. Тоа е многу едноставна концепција, но постојат конструкции на КОЕРЕ со отклонски јажници (Сл. 10.13), каде што фрикциската јажница се поставува долу – во посебна машинска куќа, а отклонската високо над окното.



длабочина. Тоа е многу едноставна концепција, но постојат конструкции на КОЕРЕ со отклонски јажници (Сл. 10.13), каде што фрикциската јажница се поставува долу – во посебна машинска куќа, а отклонската високо над окното.

Сл. 20.13. Извозна постројка систем КОЕРЕ со отклонски јажници

- 1 – откл. јажници,
- 2 – погонска (фрикц.) јажница,
- 3 – кошеви (кабини),
- 4 – носечко јаже,
- 5 – јаже опашка (Tail Rope).

Кај подлабоките окна се јавува голема разлика во вртежниот момент поради тежината на јажињата, особено ако се применети повеќе јажиња со поголем дијаметар. За да се реши тој многу непријатен проблем, се поставуваат јажиња за израмнување (опашка) од долната страна на двата коша (Сл. 20.13). проблемот се решава делумно, но се добива потешка конструкција што има поголема инерција.

Друг проблем кај системот КОЕРЕ е пролизгувањето. Имено, според Ојлеровата равенка:

$$F_1 = F_2 e^{\mu\alpha} \quad [kN]$$

каде што се:

F_1 [kN] сила на наидувачкиот крак на јажето

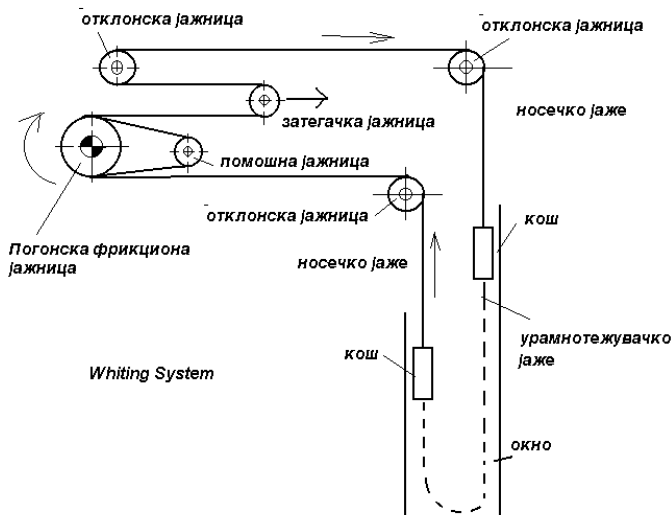
F_2 [kN] сила на слободниот крак на јажето

Нивната разлика е периферната сила $F_0 = F_1 - F_2$; и таа мора да биде доволно голема за да ги совлада сите отпори. Доколку не е доволна, тогаш се јавува пролизгување што во многу случаи може да биде мошне опасно.

За да се зголеми периферната (обемната) сила F_0 понекогаш се зголемува аголот на обвивање со додавање на дополнителна отклонска јажница и со поставување на дрвени сегменти на фриктиската јажница, обложени со кожа.

Сепак, ефектите на ваквите интервенции се мали. Од тие причини, кај длабоки окна, се користи американската концепција Whiting (Сл. 20.14).

Концепцијата Whiting се користи најмногу во американските длабоки окна. Предноста е во тоа што нема пролизгување. Јажињата се изложени на многукратни превиткувања, според тоа се препорачуваат поголеми дијаметри на јажиците, односно односот D_j/d_j кај нив е многу поголем во споредба со концепцијата КОЕРЕ и може да достигне 100.



Сл. 20.14. Концепција Whiting

Кошевите или скиповите се обично со мошне големи димензии. Освен тоа, извозната постројка мора да постигне големи капацитети, кои мораат да бидат поголеми од вкупниот капацитет на ископно-товарната машинерија внатре во јамите. Тоа значи дека, освен волуменот на кошевите и скиповите, извозната постројка треба да има голема брзина на движење, што од своја страна, неминовно доведува до големи погонски групи (на пример, електромотори со моќност и над 5.000 kW). Дијаметрите на јажниците и барабаните понекогаш надминуваат 10 m.

Кошевите за извоз можат да се изведуваат во повеќе концепции, во зависност од тоа дали пренесуваат луѓе, опрема, руда или комбинации. Некои кошеви се повеќекатни и повеќеколосечни, за повеќе вагонетки. Иако извозните постројки се детално разработени и опфатени со прописи, кабините за луѓе мораат да исполнат строги норми.

Како илустрација за извозните постројки, овде се дава еден пример на извозна постројка во Германија (Окно – Јакоб):

Корисен товар на кошот: $G = 42 \text{ t}$

Длабочина на окното: $H = 1100 \text{ m}$

Брзина на кошот: $v = 20 \text{ m/s}$

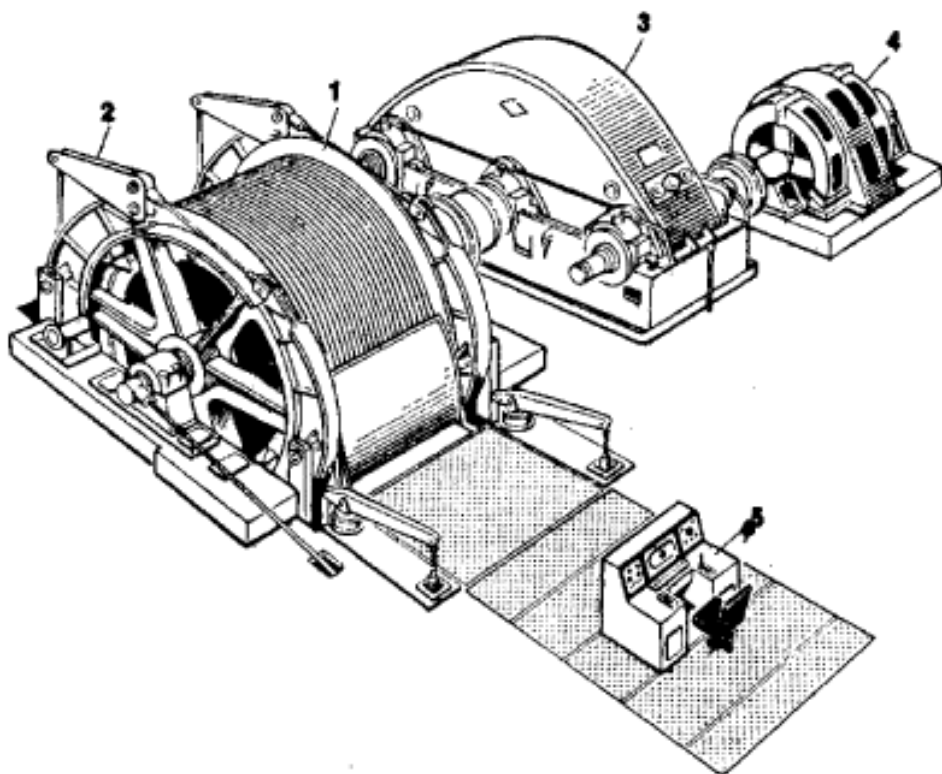
Дијаметар на барабаните: $D_B = 6300 \text{ mm}$

Дијаметар на јажињата: $d_j = 62 \text{ mm}$ (4 јажиња)

Електромотори: $P = 5.800 \text{ kW}$ (два, вкупно 11.600 kW)

Друг пример е рудник во Јужноафриканската Република, каде што моќноста на електромоторот е $P = 8.200 \text{ kW}$, а неговата тежина 123 t. Извозните постројки се мошне скапа инвестиција и заземаат значаен дел од трошоците на работењето.

На Сл. 20.15 е прикажана машинската куќа на една барабанска извозна постројка.



Сл. 20.15. Внатрешност на машинската куќа на барабанска извозна постројка

21. КОМПЛЕКСНИ СИСТЕМИ ЗА КОПАЊЕ, ТОВАРАЊЕ И ТРАНСПОРТ ВО ПОДЗЕМНИТЕ РУДНИЦИ

Последните децении се воведени во употреба комбинирани машини за извршување на основните рударски операции, и тоа истовремено: ископ-товарање-транспорт.

Овие машини денес се потполно автоматизирани и работат без присуство на луѓе во јамите. Стручни лица ја следат нивната работа од посебни контролни простории (бункери), каде што на безбедно е сместена целокупната инструментација (екрани, контролно-сигнална апаратура и уреди за реагирање). Најновите комбајни користат телекомуникациска опрема (камери и безжичен пренос на сите сигнали).

Продуктивноста на ваквите машини надминува 300% во однос на работата со обична механизација, истовремено снижувајќи ги трошоците на работа, при извонредно безбедна и сигурна работа.

Машините што ги обединуваат активностите за ископ-товарање-транспорт во подземните рудници се нарекуваат јамски комбајни.



Сл. 21.1. Изглед на јамски комбајни со еден барабански ротор

Во зависност од условите и режимите на работа, како и од видот на рудата, јамските комбајни можат да бидат мошне различни по својот изглед и по својата големина. Се делат според повеќе критериуми, на пример:

- според начинот на копање,

- според видот на земјиштето (рудата),
- според попречниот пресек на челото за ископ (од 5 m² до 35 m²),
- според начинот на товарање и транспорт,
- според габаритите или капацитетот и др.

Секој јамски комбајн, денес треба да ги задоволи следните услови:

1. Стабилна работа во разни геолошки услови;
2. Обезбедување на нормални услови за работа преку континуирано одведување на прашината и гасовите при глодањето;
3. Дистантно управување и контрола;
4. Колку што е можно повеќе унифицирани склопови и елементи.

Секако, покрај овие услови, производителите на овие машини треба да настојуваат да создадат конкурентност (пониски цени, намалени трошоци, а поголема ефективност).

Основен показател на работата на јамските комбајни е техничкиот капацитет:

Q_t [m³/h] или [t/h]. Тој е зависен од многу конкретни услови, а пред сè од цврстината на рудата.

Составни делови на комбајните

Комбајните се состојат од неколку главни склопови:

1. Уред за глодање (копање)
 2. Товарен уред
 3. Транспортер
 4. База – оден дел на комбајнот
 5. Уреди за водење на комбајнот
 6. Системи за прскање со вода и отпашување
 7. Мерни, контролни и сигурносни уреди
- Овие уреди лесно можат да се препознаат на фотографиите.

21.1. Уред за глодање – глодала

Овој уред го разорува масивот и е најважниот дел на комбајните. Можат да се сретнат многу видови глодала, но главни се следните:

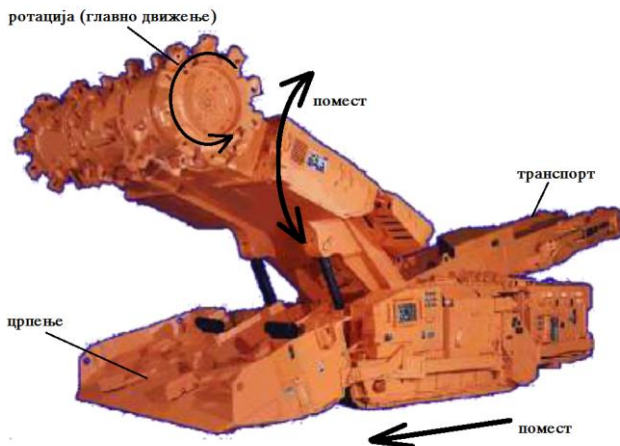
а) Барабански



Сл. 21.2. Барабански глодала

Барабанските глодала можат да бидат изведени како топчести, конусни и праболоидни. На барабанот постојат дупки за вметнување на тврди заби и дизни за прскање со вода. Личат на боздогани. Барабанот ротира (тоа е главното движење), а стрелата на која е поставен може да се движи во повеќе правци, преку хидраулични или пневматски цилиндри.

б) со цилиндричен ротор

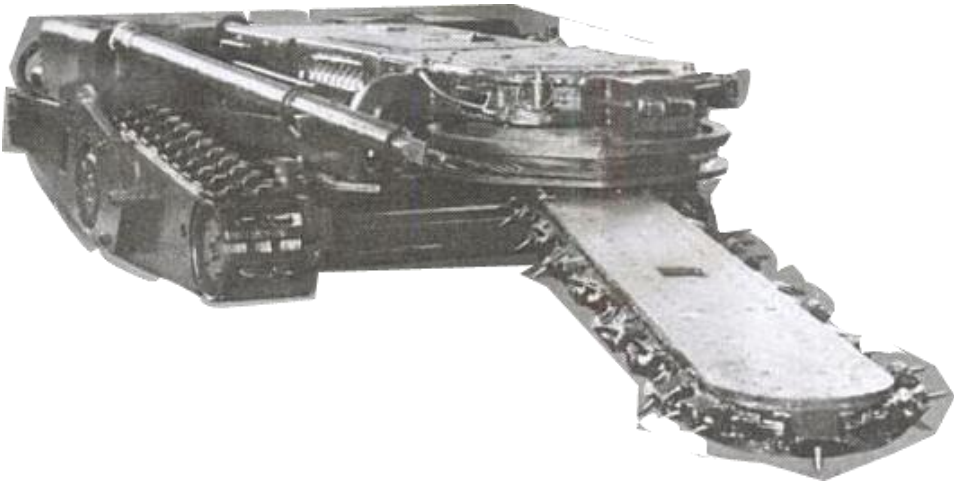


Роторните глодала можат да бидат повеќередни и со најразлични облици.

Сл. 21.3. Комбајн со цилиндрични роторни глодала

в) верижни

Верижните глодала можат да бидат изведени во повеќе варијанти. Личат на верижните багери или, пак, на моторните пили за дрва. Треба да се напомене дека кај нив движењата можат да бидат во повеќе рамнини.



Сл. 21.4 Изглед на јамски комбајн со верижна варијанта

Денес, сè повеќе се сретнуваат и други видови комбајни што не припаѓаат на набројаните групи. Еден од таквите јамски комбајни е спиралниот.



Сл. 21.5. Јамски комбајн со спирално глодало како дел од јамски ископ по методот LONG-WALL

Освен набројаните, постојат и специјални видови комбајни што се користат не само во рударството туку и во градежништвото за копање метроа, тунели и сл.

Кај нив е карактеристично тоа што треба да опфатат широко чело на копање со попречен пресек дури и над 35 м². За да се оствари тоа, потребно е да се поседува голем ротор (Сл. 21.6) или, пак, да се извршува сложено движење на глодалото (на пример, планетарно).



Сл. 21.6. Глодала со големи дијаметри за копање тунели и метроа со т.н. TBM system.

Заедничко за сите глодала е тоа што се изработуваат од специјални материјали со исклучителна тврдост и цврстина.

21.2. Товарна опрема кај јамските комбајни

Товарната опрема е потполна иста како кај товарачите со континуирана работа, т.е. можат да бидат изведени со шепи, верижни гребени или со релјефни дискови за црпење на ископаниот материјал, кој се доведува до верижен транспортер со ниски гребла.

21.3. Транспортер

Верижниот транспортер со ниски гребла, кој има само една верига, го доведува материјалот до транспортер со лента и тој служи да ја пренесе ископаната и товарната руда подалеку од комбајнот, на соодветно превозно средство или друга брза транспортна лента. Транспортерот треба да има можност за насочување и извлекување.

21.4. Оден дел на комбајнот

Одниот дел на комбајните е речиси секогаш гасеничен. Обично се две гасеници што се погонуваат преку хидромотор и планетарни преносници.

21.5. Специјална управувачка и контролна опрема

Комбајните се снабдени со соодветни погони (дизел-мотори или електромотори), хидромеханичка трансмисија до гасеницата или до работниот орган заради остварување на главното движење или поместите. Освен тоа, јамскиот комбајн поседува мерно-контролна опрема за правилно насочување на машината и за држење на работните параметри на дозволените нивоа.

ЛИТЕРАТУРА

- Ignjatović D., Rudarske mašine, Skripta II deo, RGF – Beograd, 2011
- Janošević D., Projektovanje mobilnih mašina, Univerzitet Niš, 2006
- Bošnjak S., Rotorni rovokopači, Univerzitet Beograd, Mašinski fakultet, Institut za mehanizaciju, Beograd, 2001
- Plavšić M., Građevinske mašine, Univerzitet Novi Sad, 1988
- Ignjatović D., Mašine za površinsku eksploataciju, RGF – Beograd, 2009
- Јанчевски Ј., Градежни и рударски машини, скрипта, Машински факултет, Скопје, 2008
- Jevtović T. B., Mataušek R. M., 3D Real-time simulation of bucket wheel excavator operation in surface mining, Elektrotehnički fakultet u Beogradu
- Dushi M., Rudarske mašine, Univerzitet Prishtina, 1975
- Јанчевски Ј., Терминологија на мобилните градежни и рударски машини (македонски и англиски), Интерно издание, Машински факултет – Скопје, 2016
- ISO TC 127/SC1, Earth – Moving Machinery
- Peele R., Mining Engineering Handbook, Vol. 1 & Vol. 2, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1944
- Јанчевски Ј., Прирачник за безбедно користење на механизацијата, Општ дел, Машински факултет, март 2014, Скопје
- Јанчевски Ј., Прирачник за безбедно користење на механизацијата, Инструкции, Машински факултет, март 2014, Скопје
- Underground Mining Machines, KGHM, Polkowice
- Лукианов, Г. В., Крец В. Г.; Горние машини и проведение горно-разведочих виработок, ISO 9000-2008, Томск, 2010
- Pavliček J., Rudarsko strojarstvo, Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb, 1950
- Mulavdić E., Mehanizacija građevinskih radova TEMA: C „Tehnologija i organizacija građenja“, Građevinski fakultet, Sarajevo, 2018
- Trbojević, Građevinske mašine, Građevinska knjiga, Beograd
- Mirković S., Građevinska mehanizacija, Građevinska knjiga, Beograd
- Marković V., Građevinske mašine, Naučna knjiga, Beograd, 1975

- Kelić V., Bageri rovokopači, Naučna knjiga, Beograd, 1990
- Jeftić V., Građevinske i rudarske mašine, Mašinski fakultet Niš, 2000
- Јанчевски Ј., Транспортни уреди, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, 2003
- Христов Д., Строителни и пџтни машини, Техника, Софија, 1974
- Italijanski Turing Klub, Маšине за грађење и одржавање puteva, Građevinska knjiga, Beograd, 1968
- Ветров И. А., Машини дља земљаних работ, Вишта Школа, Киев, 1976
- Шевченко В. Д., Проектирование металических конструкции строителних и дорожных машин, Вишта Школа, Киев, 1982
- Давчев Т., Јанчевски Ј., Возила и механизација, Министерство за образование и наука, учебник за IV год. средни машински училишта, Скопје, 2010
- Vidal V., Exploitation des mines, Donud Editeur, Tome II, Paris, 1962
- Ostermann W., Bergbaumechanik, Springer – Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1968
- Бондаков Б. Ф., Бородачев И. П., и др. Справочник конструктора дорожных машин, Машиностроение, Москва, 1973
- Домбровски Н. Г., Картевелшвили И. А., Галперин М. И., Строителни машини, Машиностроение, Москва, 1976
- Колектив авторов, Машини дља угољнои промишлености, Справочник, Недра, Москва, 1968
- Kurij K., Kostić Lj., Hadžić D., Programiranje u istraživanju pouzdanosti građevinskih mašina, Naučna knjiga, Beograd, 1987
- Vauck W. R., Mueller H. A., Grundoperationen chemischer verfahrenstechnik, Verlag von Theodor Steinkopf, Dresden und Leipzig, 1962
- Алексеева Т. В., Артемиев К. А., и др., Машини дља земљаних работ, Теорија и расчет, Машиностроение, Москва, 1964
- Фреинкман И. Е., Иљгисонис В. К., Землероиини машини, Машиностроение, Ленинград, 1972
- Смољак Н. С., Передња Л. И., Строителни машини и оборудоване, Вишеишаиа школа, Минск, 1981

