



# **PORADNIK OPERATORA** **KOPARKA** **JEDNONACZYNIOWA**

**Grzegorz Koselnik**

**Grafton Projekt**



Redakcja techniczna i korekta: ANDRZEJ CHMIELEWSKI  
Projekt okładki: AD REM  
FOTOGRAFIA na pierwszej stronie okładki: Andrzej Chmielewski

WYDAWCA:  
GRAFTON PROJEKT  
WARSZAWA  
[www.graftonprojekt.com](http://www.graftonprojekt.com)  
e-mail: [wydawnictwo@graftonprojekt.com](mailto:wydawnictwo@graftonprojekt.com)

© Copyright by Grzegorz Koselnik 2015  
© Copyright by Grafton Projekt 2015

ISBN 978-83-941951-0-6  
ISBN 978-83-941951-1-3 (PDF)  
ISBN 978-83-941951-2-0 (ePUB)  
ISBN 978-83-941951-3-7 (MOBI)

Warszawa 2015

DRUK i oprawa: TOTEM Inowrocław

Wszelkie prawa zastrzeżone. Bez zgody wydawcy i autora żadna część tej książki nie może być powielana ani w jakikolwiek sposób kopiowana, jak również rozpowszechniana za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, nagrywających, kopiujących i innych, z wyłączeniem przypadków dozwolonych przez prawo.

# **PORADNIK OPERATORA KOPARKA JEDNONACZYNIOWA**

**PRAKTYCZNY KURS BUDOWY I OBSŁUGI**

**Opracował: mgr inż. Grzegorz Koselnik**





## **Projekty Drogowe**

**Kompleksowe projekty z zakresu infrastruktury drogowej wraz z branżami towarzyszącymi, niezbędne do uzyskania decyzji administracyjnej o pozwoleniu na budowę**

**Nasze usługi świadczymy dla poniższego zakresu prac:**

- ☐ budowy, przebudowy i remonty dróg, ulic, parkingów oraz skrzyżowań
- ☐ budowy zjazdów publicznych i indywidualnych
- ☐ budowy chodników i ciągów pieszo-jezdnych
- ☐ budowy ścieżek rowerowych i ciągów pieszo-rowerowych

## **Analizy i Modelowanie Ruchu Drogowego**

Analizy i modele ruchu drogowego ulic, skrzyżowań, parkingów, inwestycji mieszkaniowych i komercyjnych

## **Doradztwo Techniczne i Konsulting**

Na każdym etapie inwestycji dbamy, aby przyjęte rozwiązania były optymalne dla Inwestora

Przeanalizujemy możliwości obsługi komunikacyjnej konkretnej działki przed jej zakupem

## **Inżynieria Ruchu**

Przygotowujemy projekty organizacji ruchu oraz wykonujemy opracowania z zakresu bezpieczeństwa ruchu drogowego

## **Grafton Projekt, Pracownia Projektowa:**

Warszawa, ul. Kasprzaka 29/31,

Budynek "VIS", V piętro, lok. 510

Tel: 791-806-802, Fax: (39) 100-47-89

e-mail: [biuro@graftonprojekt.com](mailto:biuro@graftonprojekt.com)

[www.graftonprojekt.com](http://www.graftonprojekt.com)

# SPIS TREŚCI

<b>SPIS TABEL .....</b>	<b>16</b>
<b>Od autora.....</b>	<b>17</b>
<b>ROZDZIAŁ PIERWSZY.....</b>	<b>18</b>
<b>Wstęp.....</b>	<b>18</b>
1.1.0. Definicja koparki hydraulicznej .....	18
<b>ROZDZIAŁ DRUGI.....</b>	<b>20</b>
<b>EKSPLOATACJA .....</b>	<b>20</b>
2.1.0. PODSTAWOWE POJĘCIA Z ZAKRESU EKSPLOATACJI....	20
2.1.1. Okres eksploatacji i jego fazy .....	21
2.1.2. Docierane maszyny.....	21
2.1.3. Utrata sprawności technicznej przez maszynę w okresie międynaprawczym .....	22
2.1.4. Tarcie i smarowanie .....	24
2.1.5. Cechy nieprawidłowej eksploatacji maszyny .....	25
2.1.6. Niezawodność maszyn budowlanych.....	25
2.1.7. Odtworzenie zdolności produkcyjnych maszyny .....	26
2.2.0. WYDAJNOŚĆ MASZINY BUDOWLANEJ .....	27
2.2.1. Obmiar wykonania robót ziemnych .....	27
2.2.2. Wydajność teoretyczna $W_0$ .....	28
2.2.3. Wydajność techniczna $W_T$ .....	28
2.2.4. Wydajność eksploatacyjna $W_E = W_P$ .....	28
2.3.0. WYKORZYSTANIE CZASU PRACY PRZEZ MASZYNY BUDOWLANE .....	29
2.3.1. Straty czasu pracy w eksploatacji bezpośredniej, produkcyjnej.....	29
2.3.2. Straty czasu pracy maszyny w eksploatacji technicznej, bezpśredniej .....	30
2.4.0. ZASADY EKOLOGII W CZASIE UŻYTKOWANIA MASZYN DO ROBÓT ZIEMNYCH .....	30
2.4.1. Zmniejszenie negatywnych skutków interwencji w środowisko naturalne .....	30

2.4.2. Zła eksploatacja maszyn do robót ziemnych.....	31
2.4.3. Regeneracja części lub zespołów maszyny.....	31
2.5.0. MATERIAŁY EKSPLOATACYJNE.....	31
2.5.1. Paliwo do silników o zapłonie samoczynnym.....	32
2.5.2. Olej hydrauliczny.....	32
2.5.3. Oleje smarne do silników spalinowych .....	33
2.5.4. Oleje przekładniowe.....	34
2.5.5. Smary plastyczne .....	35
2.5.6. Płyny hamulcowe .....	36
2.5.7. Płyny do chłodziw.....	37
2.5.8. Płyny do mycia i spryskiwania szyb .....	38
2.5.9. Ogumienie .....	38
2.6.0. ZADANIA OPERATORA W PROCESIE UŻYTKOWANIA MASZYN BUDOWLANYCH .....	41
2.6.1. Właściwe wykonanie „Obsługi Technicznej Codziennej” OTC .....	42
2.6.2. Organizacja stanowiska pracy .....	42
2.6.3. Współpraca operatora maszyn z zespołem uczestniczącym w procesie produkcyjnym .....	43
2.7.0. EKSPLOATACJA TECHNICZNA.....	43
2.7.1. Obsługi.....	43
2.8.0. ZAKRES CZYNNOŚCI WYKONYWANYCH PODCZAS OBSŁUG MASZYN.....	44
2.8.1. Ogólny zakres czynności podczas wykonywania obsługi codziennej OTC.....	44
2.8.2. Ogólny zakres czynności przy wykonywaniu obsługi sezonowej OTS .....	45
2.8.3. Ogólny zakres czynności przy wykonywaniu obsługi technicznej okresowej OTO <sub>1</sub> .....	46
2.8.4. Ogólny zakres czynności, podczas wykonywania obsługi technicznej okresowej OTO <sub>2</sub> .....	47
2.8.5. Obsługa handlowa .....	47
2.8.6. Ogólny zakres czynności przy wykonaniu obsługi transportowej OTT.....	48
2.8.7. Ogólny zakres czynności podczas wykonania obsługi docierania OTD.....	49
2.9.0. NAPRAWY .....	49
2.9.1. Kontrola wykonania usług i napraw.....	49
2.9.2. Przegląd techniczny i diagnostyka .....	50

2.10.0. DOKUMENTACJA TECHNICZNO-EKSPLOATACYJNA ....	50
2.10.1. Instrukcja eksploatacji i użytkowania .....	50
2.10.2. Katalog części zamiennych.....	51
2.10.3. Książka maszyny budowlanej .....	51
2.10.4. Raport dzienny pracy maszyny .....	51
<b>ROZDZIAŁ TRZECI .....</b>	<b>52</b>
<b>PODSTAWY ELEKTROTECHNIKI .....</b>	<b>52</b>
3.0.1. Rys historyczny .....	52
3.1.0. PRĄD ELEKTRYCZNY I ZJAWISKA WYSTĘPUJĄCE PODCZAS JEGO PRZEPŁYWU .....	52
3.1.1. Budowa atomu .....	52
3.1.2. Prąd elektryczny .....	53
3.1.3. Natężenie przepływu ładunku prądu elektrycznego .....	54
3.1.4. Natężenie pola magnetycznego i jego potencjał .....	54
3.1.5. Napięcie, moc i praca prądu elektrycznego .....	55
3.1.6. Pole elektromagnetyczne wytwarzane przez płynący prąd	56
3.1.7. Pole elektromagnetyczne wytwarzane przez płynący prąd w cewce .....	57
3.1.8. Prawo OHMA.....	58
3.1.9. Przeprowadzenie pomiaru napięcia i natężenia prądu .....	58
3.1.10. Wpływ przepływającego prądu na organizm człowieka ....	60
3.2.0. WĘZŁ ELEKTRYCZNY I ŁĄCZENIE REZYSTORÓW - OPORNIKÓW.....	61
3.2.1. Rodzaje obwodów elektrycznych.....	61
3.2.2. Szeregowe łączenie rezystorów - oporników .....	62
3.2.3. Łączenie rezystorów równolegle.....	62
3.3.0. OBWODY ELEKTRYCZNE WYSTĘPUJĄCE W MASZYNACH DO ROBÓT ZIEMNYCH .....	63
3.3.1. Układ instalacji elektrycznej jedнопrzewodowej.....	64
3.3.2. Układ instalacji elektrycznej dwuprzewodowy, dwunapięciowy .....	64
3.3.3. Układ trójprzewodowy, dwunapięciowy.....	65
3.4.0. PRZEWODY STOSOWANE W INSTALACJACH ELEKTRYCZNYCH POJAZDÓW MECHANICZNYCH .....	65
3.4.1. Charakterystyka przewodów w instalacjach pojazdów samobieżnych .....	65
3.4.2. Oznakowanie przewodów w instalacjach pojazdów samobieżnych .....	66
3.4.3. Przewody wysokiego napięcia.....	67

3.4.4. Kolorystyka przewodów .....	68
3.4.5. Rodzaje i budowa włączników i wyłączników oraz ich zastosowanie.....	69
3.4.6. Rodzaje włączników i wyłączników oraz ich zastosowanie	70
3.5.0. AKUMULATORY.....	71
3.5.1. Wiadomości ogólne o akumulatorach .....	71
3.5.2. Samowyladowanie akumulatorów .....	73
3.5.3. Budowa akumulatora kwasowego .....	74
3.5.4. Parametry charakteryzujące akumulator.....	75
3.5.5. Ładowanie akumulatorów .....	77
3.5.6. Łączenie akumulatorów szeregowo .....	80
3.5.7. Łączenie akumulatorów równolegle .....	80
3.6.0. WIADOMOŚCI OGÓLNE O MASZYNACH PRĄDU STAŁEGO .....	81
3.6.1. Ogólne wiadomości o maszynach elektrycznych .....	81
3.6.2. Wiadomości ogólne o polu magnetycznym .....	82
3.7.0. PRĄDNICE SAMOCHODOWE.....	84
3.7.1 Prądnice samochodowe prądu stałego .....	86
3.7.2. Budowa i działanie alternatora.....	87
3.7.3. Regulator napięcia prądnicy .....	89
3.7.4. Regulatory napięcia alternatora.....	91
3.8.0. OBWÓD ROZRUCHU SILNIKA SPALINOWEGO .....	94
3.8.1. Rozruch silnika spalinowego .....	94
3.8.2. Wiadomości ogólne o silnikach prądu stałego.....	94
3.8.3. Rozrusznik silnika spalinowego .....	98
3.8.4. Elektryczny rozrusznik silnika spalinowego.....	99
3.8.5. Elektromechaniczne urządzenie sprzęgające.....	100
3.9.0. PROSTOWNIKI.....	102
3.9.1. Prostowniki diodowe trójfazowe .....	102
3.10.0. Elektryczny napęd hydraulicznych zaworów zespolonych i proporcjonalnych .....	103
3.11.0. ZABEZPIECZENIE OPERATORA PRZED PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM .....	104
3.11.1. Zabezpieczenie operatora przed porażeniem prądem elektrycznym w czasie obsługi maszyny .....	104
3.11.2. Zabezpieczenie operatora przed porażeniem prądem elektrycznym w czasie pracy maszyny .....	104
<b>ROZDZIAŁ CZWARTY.....</b>	<b>106</b>



---

<b>ELEMENTY NAPĘDU HYDRAULICZNEGO .....</b>	<b>106</b>
4.0.1. Wiadomości ogólne .....	106
4.0.2. Ciecze hydrauliczne .....	107
4.0.3. Uszczelnienia .....	109
4.0.4. Zalety i wady napędu hydraulicznego.....	112
4.0.5. Istota napędu hydraulicznego .....	113
4.0.6. Ogólny podział elementów napędu hydraulicznego .....	115
4.1.0. POMPY.....	116
4.1.1. Pompy zębate .....	118
4.1.2. Pompy łopatkowe.....	121
4.1.3. Pompy rzędowe .....	124
4.1.4. Pompy wielotłoczkowe osiowe z niewirującą tarczą.....	124
4.1.5. Pompy wielotłoczkowe osiowe z wirującą tarczą.....	127
4.1.6. Pompy osiowe wielotłoczkowe z uchylnym wirnikiem.....	130
4.1.7. Pompy wielotłoczkowe promieniowe .....	133
4.1.8. Akumulatory hydrauliczne.....	137
4.2.0. ZAWORY STERUJĄCE W NAPĘDACH HYDRAULICZNYCH .....	139
4.2.1. Rozdzielacze .....	140
4.2.2. Zawory sterujące ciśnieniem cieczy roboczej.....	149
4.2.3. Zawory sterujące strumieniem.....	151
4.2.4. Zawory odcinające .....	152
4.3.0. ODBIORNIKI ENERGII CIECZY HYDRAULICZNEJ.....	153
4.3.1. Silniki hydrauliczne .....	153
4.3.2. Silniki hydrauliczne zębate.....	154
4.3.3. Silniki łopatkowe .....	154
4.3.4. Silniki wielotłoczkowe osiowe.....	155
4.3.5. Silniki wolnoobrotowe.....	156
4.3.6. Siłowniki hydrauliczne .....	158
4.4.0. FILTRY .....	161
4.5.0. ELEMENTY PRZEWODZĄCE I GROMADZĄCE CIECZ HYDRAULICZNĄ.....	165
4.5.1. Przewody hydrauliczne sztywne .....	165
4.5.2. Przewody giętkie.....	166
4.5.3. Zbiorniki cieczy hydraulicznej.....	168
4.6.0. PRZEKŁADNIE HYDROSTATYCZNE .....	169
<b>ROZDZIAŁ PIĄTY .....</b>	<b>171</b>
<b>SILNIKI SPALINOWE .....</b>	<b>171</b>

5.01. Definicja silnika spalinowego.....	171
5.02. Charakterystyka silnika spalinowego .....	171
5.1.0. PODZIAŁ SILNIKÓW SPALINOWYCH .....	174
5.1.1. Podział silników ze względu na konstrukcję .....	174
5.1.2. Podział silników ze względu na osiągnięte obroty wału korbowego i dobór do odpowiedniego odbiornika .....	175
5.1.3. Podział silników ze względu na moc maksymalną .....	176
5.2.0. RODZAJE OBIEGÓW ROBOCZYCH.....	176
5.2.1. Silniki spalinowe dwusuwowe .....	176
5.2.2. Wady i zalety silników dwusuwowych .....	177
5.2.3. Silniki spalinowe czterosuwowe .....	177
5.2.4. Wady i zalety silników czterosuwowych o zapłonie iskrowym .....	178
5.2.5. Wady i zalety silników czterosuwowych o zapłonie samoczynnym .....	179
5.3.0. BUDOWA SILNIKA .....	179
5.3.1. Korpus silnika.....	179
5.3.2. Układ korbowo-tłokowy .....	182
5.4.0. ROZRZĄD SILNIKÓW DWUSUWOWYCH I CZTEROSUWOWYCH .....	185
5.4.1. Rozrząd w silnikach dwusuwowych .....	185
5.4.2. Rozrząd w silnikach czterosuwowych.....	186
5.5.0. UKŁADY ZAPŁONOWE SILNIKÓW CZTEROSUWOWYCH.....	190
5.5.1. Zapłon iskrowy .....	190
5.5.2. Zapłon samoczynny .....	192
5.6.0. UKŁAD SMAROWANIA SILNIKA SPALINOWEGO .....	195
5.6.1. Smarowanie samoczynne .....	195
5.6.2. Smarowanie wymuszone (ciśnieniowe).....	195
5.7.0. UKŁAD CHŁODZENIA SILNIKA SPALINOWEGO .....	197
5.7.1. Chłodzenie silnika spalinowego powietrzem.....	198
5.7.2. Chłodzenie silnika spalinowego cieczą przepływowe wymuszone.....	199
5.8.0. UKŁADY ZASILANIA SILNIKÓW Z ZAPŁONEM SAMOCZYNNYM.....	204
5.8.1. Pompka zasilająca .....	206
5.8.2. Pompa wtryskowa rzędowa.....	207
5.8.3. Pompa rozdzielaczowa .....	210
5.8.4. Dostarczenie paliwa do cylindra metodą „Common Rail”	212
5.8.5. Wtryskiwacz paliw otwierany hydraulicznie .....	215

---

5.8.6. System wtrysku dwukrotnego typu Vario .....	216
5.8.7. Wtryskiwacze elektromagnetyczne .....	216
5.8.8. Wtryskiwacze piezoelektryczne .....	217
5.9.0. DOŁADOWANIE .....	218
5.10.0. EKSPLOATACJA SILNIKA SPALINOWEGO .....	220
5.10.1. Zasady dotyczące eksploatacji silników spalinowych.....	220
5.11.0. OBSŁUGI SILNIKA SPALINOWEGO .....	221
5.11.1. Uwagi ogólne.....	221
5.11.2. Obsługa techniczna codzienna silnika OTC.....	221
5.11.3. Wielkości charakteryzujące silnik spalinowy .....	222
5.11.4. Niedomagania silników z zapłonem samoczynnym .....	223
<b>ROZDZIAŁ SZÓSTY.....</b>	<b>225</b>
<b>BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY.....</b>	<b>225</b>
6.0.1. Ogólnie o BHP.....	225
6.1.0. Bezpieczeństwo i higiena pracy podczas planowania i organizacji robót ziemnych .....	225
6.2.0. Bezpieczeństwo i higiena pracy podczas wykonywania obsługi koparki .....	226
6.3.0. Bezpieczeństwo i higiena pracy na budowie .....	229
6.4.0. PRACA KOPARKI W POBLIŻU LINII ENERGETYCZNYCH I W STREFACH NIEBEZPIECZNYCH.....	234
6.4.1. Napięcie krokowe .....	234
6.4.2. Wielkość strefy niebezpiecznej przy budynkach i liniach energetycznych w zależności od napięcia prądu w nich płynącego .....	235
6.4.3. Praca w strefie niebezpiecznej linii energetycznej.....	236
6.5.0. Działania zabronione .....	236
6.6.0. Realizacja zadań BHP.....	237
<b>ROZDZIAŁ SIÓDMY .....</b>	<b>238</b>
<b>BUDOWA KOPAREK JEDNONACZYNIOWYCH.....</b>	<b>238</b>
7.0.1. Podział koparek jednonaczyniowych wg polskich norm...	238
7.0.2. Wnioski dotyczące podziału koparek.....	240
7.0.3. Wnioski dotyczące napędu .....	240
7.0.4. Wnioski dotyczące sterowania .....	240
7.0.5. Podział koparki jednonaczyniowej na główne zespoły .....	241
7.1.0. PODWOZIE GĄSIENICOWE .....	243
7.1.1. Rama i jej budowa.....	244
7.1.2. Gąsienica.....	245



7.1.3. Koła i rolki .....	246
7.1.4. Napinanie gąsienicy .....	247
7.1.5. Regulacja napięcia gąsienicy .....	249
7.1.6. Napęd jazdy koparki gąsienicowej .....	249
7.1.7. Hamowanie napędem jazdy koparki .....	253
7.1.8. Wieniec zębaty .....	254
7.1.9. Hydrauliczna kolumna obrotowa .....	255
7.1.10. Platforma obrotowa .....	257
7.1.11. Hamowanie platformy obrotowej .....	260
7.2.0. OSPRZĘT ROBOCZY KOPARKI JEDNONACZYNIOWEJ..	261
7.2.1. Osprzęt mocowany doosiowo .....	262
7.2.2. Osprzęt mocowany odosiowo trzyramienny, podsiębierny .....	262
7.2.3. Osprzęt podsiębierny mocowany korbowo .....	263
7.2.4. Osprzęt o konstrukcji dwuramiennej .....	264
7.2.5. Osprzęt o konstrukcji trzyramiennej .....	264
7.2.6. Osprzęt teleskopowy .....	264
7.2.7. Osprzęt przedsiębierny .....	268
7.2.8. Osprzęt przedsiębierny ładowarkowy .....	269
7.2.9. Osprzęt z uchyloną łyżką w płaszczyźnie pionowej (kopanie rowów przyściennych i na stokach wzniesień) .....	272
7.2.10. Osprzęt do kopania rowów przyściennych .....	273
7.2.11. Osprzęt z wychylnym ramieniem łyżki .....	273
7.2.12. Osprzęt chwytakowy .....	274
7.2.13. Wielkości charakterystyczne podstawowych osprzętów.	275
7.2.14. Osprzęt zgarniakowy i dźwigowy .....	277
7.2.15. Osprzęt kafarowy .....	279
7.3.0. PODWOZIE KOŁOWE SAMOBIEŻNE .....	280
7.3.1. Układ kierowania koparką na podwoziu kołowym samojezdnym .....	281
7.3.2. Rodzaje przeniesienia napędu w koparkach samojezdnach kołowych .....	283
7.3.3. Budowa mostu napędowego .....	290
7.3.4. Przekładnia główna i mechanizm różnicowy .....	292
7.3.5. Zwolnice .....	296
7.3.6. Mechanizm zwrotniczy .....	300
7.3.7. Hamowanie koparką kołową samobieżną .....	301
7.3.8. Skrzynia rozdzielcza .....	305

---

<b>7.4.0. PODWOZIE KOPARKI KROCZĄCE.....</b>	<b>305</b>
7.4.1. Podwozie kroczące za pomocą łap lub płóz.....	306
7.4.2. Podwozie kroczące kołowe.....	307
7.4.3. Podwozie samochodowe.....	309
7.4.4. Podwozie szynowe .....	311
7.4.5. Koparki pontonowe .....	312
<b>7.5.0. NAPĘD POMP HYDRAULICZNEGO UKŁADU ROBOCZEGO I STEROWANIE ICH WYDAJNOŚCIĄ.....</b>	<b>313</b>
7.5.1. Sprzęgła cierne .....	314
7.5.2. Sprzęgło elastyczne typu „Wulkan” .....	315
7.5.3. Sterowanie wydajnością pomp hydraulicznych układu roboczego.....	316
7.5.4. System sterowania wydajnością pomp hydraulicznych układu roboczego napędowego w koparce typu M500H .....	320
<b>7.6.0. KABINA OPERATORA - STEROWANIE OSPRZĘTAMI ROBOCZYMI.....</b>	<b>322</b>
7.6.1. Kabina operatora .....	322
7.6.2. Sterowanie osprzętem roboczym i nadwoziem .....	323
7.6.3. Sterowanie jazdą w koparce o podwoziu gąsienicowym...	330
7.6.4. Sterowanie jazdą koparki na podwoziu kołowym samobieżnym .....	333
<b>7.7.0. NACISKI KOPAREK NA GRUNT.....</b>	<b>337</b>
7.7.1. Nacisk na grunt koparki na podwoziu gąsienicowym.....	337
7.7.2. Nacisk na grunt koparki samojezdnej i samochodowej....	337
<b>ROZDZIAŁ ÓSMY.....</b>	<b>338</b>
<b>TECHNOLOGIA ROBÓT .....</b>	<b>338</b>
8.0.1. Znaczenie i zasady organizacji robót ziemnych.....	338
<b>8.1.0. RODZAJE ORGANIZACJI ROBÓT ZIEMNYCH .....</b>	<b>338</b>
8.1.1. Metoda pracy tradycyjnej .....	338
8.1.2. Metoda pracy równomiernej .....	339
8.1.3. Zakres dokumentacji związanej z wykonawstwem robót ziemnych.....	339
8.1.4. Mechanizacja robót budowlanych .....	339
8.1.5. Ocena efektywności ekonomicznej procesów mechanizacyjnych.....	341
8.2.0. Pojęcia z zakresu urabiania gruntów .....	342
<b>8.3.0. ORGANIZACJA PLACU BUDOWY I STANOWISKA PRACY .....</b>	<b>343</b>
8.3.1. Zasady organizacji placu budowy.....	343

8.3.2. Prace związane z organizacją stanowiska pracy koparki.	343
8.4.0. KLASYFIKACJA GRUNTÓW WG TRUDNOŚCI ICH ODSPAJANIA .....	344
8.4.1. Ciężar pozorny - gęstość wyporowa .....	347
8.4.2. Spulchnianie .....	348
8.4.3. Wilgotność gruntów.....	348
8.4.4. Rodzaje gruntów .....	348
8.4.5. Klin odłamu gruntu .....	352
8.4.6. Posadowienie koparki nad wykopem .....	353
8.4.7. Statyczność posadowienia koparki .....	354
8.5.0. URABIANIE GRUNTÓW.....	354
8.5.1. Opory skrawania gruntów występujące w gruntach spójnych i zwięzłych.....	354
8.5.2. Urabianie gruntów spoistych i zwięzłych.....	356
8.5.3. Obliczenie siły na narzędziu pozwalającej na skrawanie gruntu.....	359
8.5.4. Urabianie gruntów sypkich.....	361
8.5.5. Charakterystyka łyżki .....	362
8.5.6. Dobór osprzętu roboczego w zależności od rodzaju i zakresu robót oraz kategorii gruntu.....	362
8.6.0. FAZY CYKLU PRACY OSPRZĘTEM PODSIĘBIERNYM I PRZEDSIĘBIERNYM KOPARKI.....	364
8.6.1. Cykl pracy osprzętem podsiębiernym .....	364
8.6.2. Cykl pracy osprzętem przedsiębiernym.....	364
8.7.0. TECHNIKA WYKONYWANIA NIEKTÓRYCH ROBÓT ZIEMNYCH.....	365
8.7.1. Ustawienie łyżki i elementów osprzętu podczas kopania .	365
8.7.2. Niedozwolone techniki pracy koparką.....	366
8.7.3. Praca maszyny w trudnych warunkach.....	368
<b>ROZDZIAŁ DZIEWIĄTY.....</b>	<b>372</b>
<b>TECHNOLOGIA ROBÓT ZIEMNYCH.....</b>	<b>372</b>
9.1.0. SPOSÓB PROWADZENIA ROBÓT ZIEMNYCH.....	372
9.1.1. Usunięcie darniny i ziemi uprawnej .....	372
9.1.2. Wykopy .....	373
9.2.0. NASYPY .....	375
9.3.0. Zakres robót ziemnych oraz zastosowanie koparek w organizacji tych robót .....	376
9.4.0. Wykonywanie wykopów z jednoczesnym załadunkiem urobku na środki transportu.....	376



---

<b>9.5.0. WYKONYWANIE ROWÓW INSTALACYJNYCH.....</b>	<b>377</b>
<b>9.5.1. Wykonywanie rowów instalacyjnych w zależności od uzbrojenia terenu.....</b>	<b>377</b>
<b>9.5.2. Wykonywanie rowów instalacyjnych w zależności od rodzaju układanej instalacji.....</b>	<b>377</b>
<b>9.5.3. Współpraca z innymi maszynami.....</b>	<b>378</b>
<b>9.6.0. TECHNIKA WYKONYWANIA NIEKTÓRYCH PRAC KOPARKĄ.....</b>	<b>378</b>
<b>9.6.1. Wykańczanie prostych ścian.....</b>	<b>378</b>
<b>9.6.2. Kopanie na pochyłościach .....</b>	<b>379</b>
<b>9.6.3. Usuwanie dużych kamieni ze ściany hałdy .....</b>	<b>379</b>
<b>9.6.4. Sposoby wkopywania się koparki i pracy w wykopie szeroko-przestrzennym.....</b>	<b>379</b>
<b>9.6.5. Łączenie wykopów.....</b>	<b>380</b>
<b>9.6.6. Kopanie rowów melioracyjnych.....</b>	<b>381</b>
<b>9.7.0. METODY WYKONANIA PRAC ZIEMNYCH KOPARKAMI.</b>	<b>381</b>
<b>9.7.1. Metody wykonania prac ziemnych koparką z osprzętem przedsiębiorczym.....</b>	<b>381</b>
<b>9.7.2. Metody wykonania prac ziemnych koparką z osprzętem podsiębiorczym.....</b>	<b>384</b>
<b>9.8.0. ZMIANA STANOWISKA PRACY PRZEZ KOPARKĘ.....</b>	<b>385</b>
<b>9.8.1. Zmiana miejsca pracy przez koparkę kołową.....</b>	<b>386</b>
<b>9.8.2. Zmiana miejsca pracy przez koparkę gąsienicową.....</b>	<b>386</b>
<b>9.8.3. Poruszanie się koparki w terenie górzystym.....</b>	<b>386</b>
<b>9.9.0. STATYCZNOŚĆ KOPAREK PODCZAS JAZDY .....</b>	<b>388</b>
<b><i>SYGNAŁY RĘCZNE.....</i></b>	<b><i>392</i></b>
<b><i>BIBLIOGRAFIA.....</i></b>	<b><i>394</i></b>

## SPIS TABEL

1. Podział eksploatacji, według Maszyny Budowlane, Prof. dr inż. Ignacy Brach ..... (str. 20)
2. Kody dopuszczalnej prędkości jazdy dla opon, Portal Oponiarski.pl ..... (str. 40)
3. Zestawienie norm przewodów stosowanych w instalacjach elektrycznych, Internet-Przewody wysokiego napięcia ..... (str. 67)
4. Ogólny podział elementów napędu hydraulicznego na działy i grupy, Mały Poradnik Mechanika Tom I i II ..... (str. 116)
5. Podział akumulatorów hydraulicznych, Mały Poradnik Mechanika Tom I i II ..... (str. 138)
6. Siły mięśni wywierane na elementy sterujące, PN-ISO 7096, Ciągniki i ładowarki gąsienicowe, elementy sterownicze ..... (str. 139)
7. Szczegółowy podział siłowników na grupy, rodzaje i typy, Mały Poradnik Mechanika Tom I i II ..... (str. 160)
8. Wymiary przewodów sztywnych ..... (str. 166)
9. Przewody giętkie stosowane w napędach hydraulicznych . (str. 168)
10. Niedomagania silników z zapłonem samoczynnym, Poradnik Mechanika Samochodowego Franciszek Stawiszyński ..... (str. 223)
11. Współczynnik wielkości podstawy klina odłamu ..... (str. 230)
12. Bezpieczna odległość usytuowania maszyny od linii energetycznych, rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 26 października 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie ..... (str. 235)
13. Podział gruntów na kategorie wg trudności ich odspajania ..... (str. 345)
14. Klasyfikacja gruntów dla osprzętów koparek jednonaczyniowych według norm rosyjskich (prof. N.G. Dąbrowskiego), „Koparki Jednonaczyniowe, maszyny do robót ziemnych” Ignacy Brach i Ryszard Walczewski ..... (str. 350)
15. Współczynnik kąta odłamu klina gruntu ..... (str. 353)
16. Porównawcze współczynniki oporów urabiania wg Zielenina ..... (str. 360)
17. Wartości współczynników  $M$  i  $M_1$  zależne od kąta skrawania  $\delta$ , Koparki Jednonaczyniowe, Maszyny do robót ziemnych, Ignacy Brach i Ryszard Walczewski ..... (str. 361)
18. Optymalna wysokość ściany kopania, Maszyny do robót ziemnych, Ignacy Brach i Ryszard Walczewski ..... (str. 365)

## Od autora

W treści książki autor zawarł wiedzę uzyskaną podczas studiów kierunkowych, a także wiedzę empiryczną zdobytą podczas pracy na budowie i nadzorowania eksploatacji przedmiotowych maszyn. Treść książki jest przydatna dla operatorów klasy III do klasy I koparek jednonaczyniowych oraz dla pracowników działów inwestycyjnych i dyspozytorów maszyn budowlanych.

Treść książki obejmuje także wiedzę określoną programem Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Centrum Szkolenia Operatorów Maszyn, do nauczania na kursach operatora koparki jednonaczyniowej.

UWAGA: W numeracji rysunków pierwszy numer określa rozdział książki, drugi kolejny to numer rysunku, natomiast ostatni umieszczony w nawiasie pokazuje numer pozycji z wykazu literatury, z której rysunek został zapożyczony, np. 4.23 (15) - taki numer oznacza rozdział czwarty, 23 numer rysunku w tym rozdziale oraz 15 numer pozycji w wykazie literatury.

Opracowano: 29 kwiecień 2015 rok



# ROZDZIAŁ PIERWSZY

## Wstęp

### 1.1.0. Definicja koparki hydraulicznej

**P**odziału i zdefiniowania koparki hydraulicznej dokonuje norma PN-ISO-7135-1966, „Maszyny do robót ziemnych, koparki hydrauliczne, nazwy i podstawowe dane do celów handlowych”, która określa koparkę w następujący sposób: ***”Maszyna podstawowa - koparka samojezdna bez osprzętu, posiadająca niezbędne urządzenia do jazdy i sterowania napędem hydraulicznym”***.

Koparki produkowane obecnie są maszynami czwartej generacji, w których zastosowano pompy hydrauliczne o zmiennej wydajności i rozdzielacze proporcjonalne w systemie **„LOAD SENSING”**. Pompy w takim system sterowania, powinny zapewnić dostosowanie wydatku do aktualnego zapotrzebowania ilości jak i ciśnienia cieczy roboczej w układzie, poprzez wykorzystania odpowiednich regulatorów i rozdzielaczy hydraulicznych z wyczuwaniem obciążenia (Load Sensing). W hydraulicznych układach napędowych tych koparek, ciśnienie robocze cieczy waha się od 25 do 45 MPa.

Dzięki napędom hydraulicznym, konstrukcja koparek uległa dużej zmianie - uproszczeniu, wyeliminowano układy linowe i skomplikowane napędy mechaniczne, dzięki czemu masa koparek obniżyła się od 30% do 40% w zależności od wielkości maszyny. Napęd czwartej generacji, pozwala koparkom pracować bardzo wydajnie, ponieważ jego charakterystyka jest zbliżona do charakterystyki napędu idealnego.

Norma rozróżnia koparki na podwoziu samojezdnym gąsienicowym i kołowym. W praktyce spotykane są koparki na podwoziu kroczącym i pontonowym.

Koparki służą do odspajania - oddzielenia urobku od calizny gruntu i usuwania go. Koparkami można nabierać materiał usypany i przenosić go na środki transportu, lub na hałdę, spełnia ona wówczas rolę urządzenia przeładunkowego, lub ładowarki. Koparka służy najczęściej do odspajania zwie-

trzałych skał, glin i piasków, a także ilów. Koparka jest bardzo często wykorzystywana w robotach ziemnych.

Koparki mogą być zaopatrzone w różnorakie osprzęty robocze:

- ☒ osprzęt podsiębierny
- ☒ osprzęt przedsiębierny
- ☒ osprzęt chwytakowy
- ☒ osprzęt kafarowy
- ☒ osprzęt dźwigowy.

Osprzęt podsiębierny koparki jest używany do odspajanie (urabianie) materiału poniżej posadowienia maszyny, natomiast przeznaczenie osprzętu przedsiębiernego jest urabianie materiału powyżej posadowienia koparki. Nie oznacza to, że osprzętem podsiębiernym nie można pracować powyżej posadowienia maszyny, a osprzętem przedsiębiernym poniżej posadowienia maszyny.

Osprzęt chwytakowy służy do wykonania wykopów jamistych i głębokich o małej szerokości.

Dokładny opis pracy i charakterystyka osprzętów są opisane w rozdziale siódmym poniższego opracowania.

# ROZDZIAŁ DRUGI

## EKSPLOATACJA

### 2.1.0. PODSTAWOWE POJĘCIA Z ZAKRESU EKSPLOATACJI

**E**ksploracja jest innym określeniem użytkowania maszyny. Eksploatacja dzieli się na eksploatację produkcyjną i techniczną, co obrazuje tabela 1.

Tabela 1. Podział eksploatacji

Eksploracja	Produkcyjna (użytkowa)	Techniczna (obsługiwanie)
Bezpośrednia	Wykonywanie zadań produkcyjnych (zatrudnienie i praca maszyny)	Utrzymanie maszyny w stanie sprawności technicznej (wykonywanie obsług i napraw)
Pośrednia	Planowanie i organizowanie procesów produkcyjnych w budownictwie i robotach ziemnych, w których stosowane są maszyny	Planowanie i organizowanie obsług i napraw oraz kierowanie ich wykonaniem
		Zaopatrzenie w materiały eksploatacyjne, części i zespoły zamienne
	Planowanie i organizowanie pracy maszyny	Kierowanie pracą zaplecza obsługowo-naprawczego

Cechami charakterystycznymi procesu eksploatacji maszyn budowlanych są:

- ▣ częste zmiany miejsca pracy maszyny oraz duża częstotliwość przemieszczania



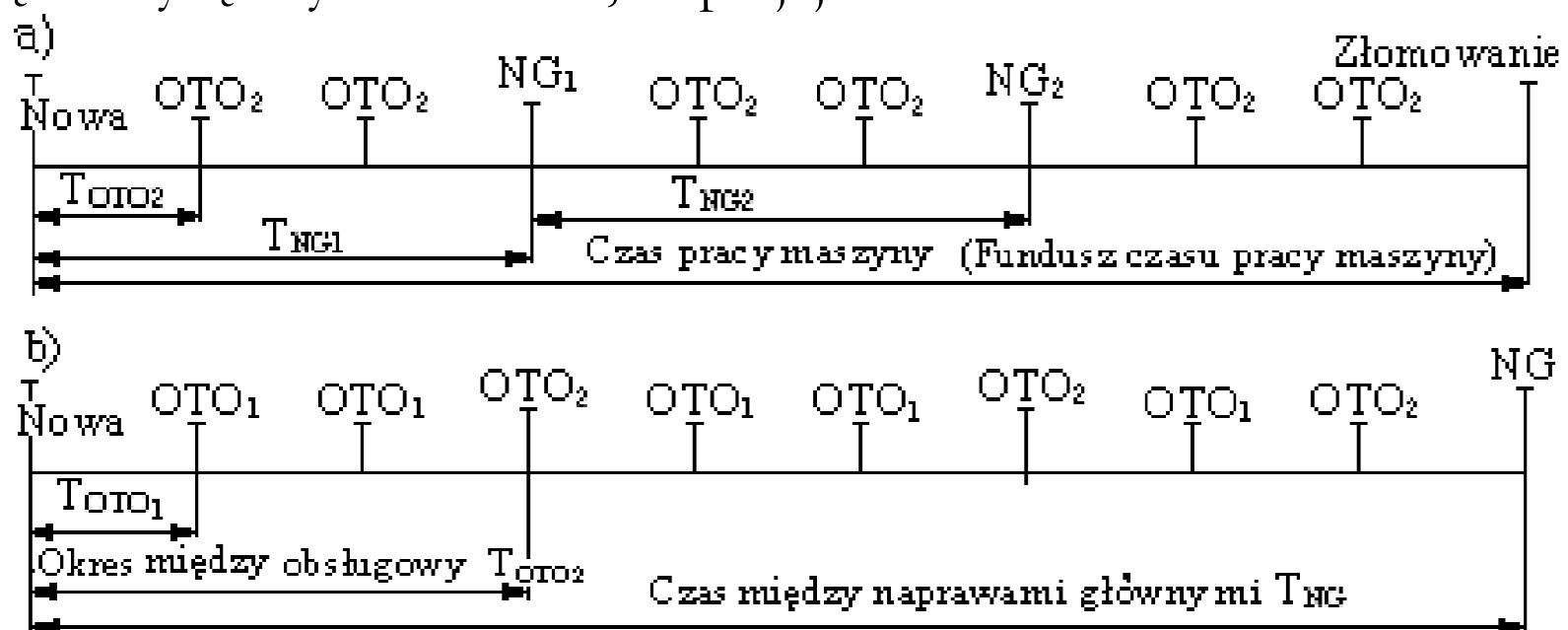
- ▣ szeroki zakres zmienności warunków użytkowania, tak pod względem wymogów otoczenia, jak i wykonywania zadań
- ▣ częste okresy przemiennie występującego użytkowania i obsługi.

Eksploatacja bezpośrednia (produkcyjna) obejmuje wykonanie zadań produkcyjnych i czynności obsługowych wykonanych na placu budowy, a dotyczących bezpośrednio maszyny. W tym przypadku miejsce wykonania obsługi determinuje jej klasyfikację.

W czasie eksploatacji bezpośredniej, tj. w toku wykonywania produkcji, następuje wyczerpanie zdolności eksploatacyjnych maszyny, czyli zużycie techniczne.

### 2.1.1. Okres eksploatacji i jego fazy

Okres eksploatacji trwa od przekazania maszyny użytkownikowi, czyli od podpisania protokołu zdawczo-odbiorczego, przekazującego nowo zakupioną maszynę użytkownikowi, aż po jej złomowanie.



Rys. 2.1 Cykle remontowe

a - cykl remontowy okresu użytkowania

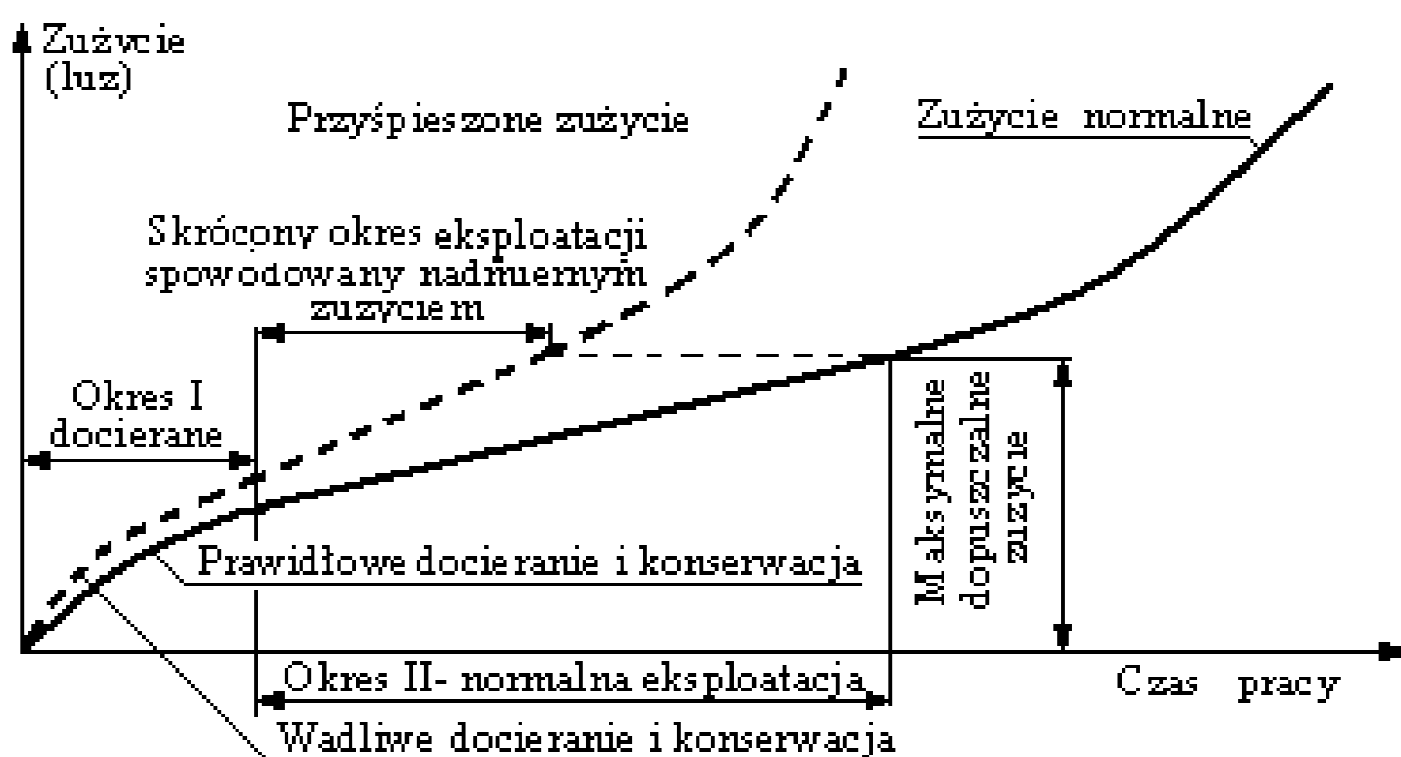
b - cykl między naprawami głównymi (cykl międzynaprawczy)

Od długości okresu eksploatacji zależy wielkość odpisu amortyzacyjnego. Okres eksploatacji dzielimy na trzy cykle remontowe. Cykle remontowe, jak i międzyremontowe pokazano na rys. 2.1. Cykl remontowy dzielimy na fazy eksploatacji maszyny. Należy rozróżnić następujące fazy eksploatacji maszyny: docieranie, okres intensywnej pracy, nadmierne zużycie oraz likwidacja (złomowanie maszyny).

### 2.1.2. Docierane maszyny

Docieranie jest to obsługa techniczna maszyny, zlecona przez przełożonego. Docieraniem nazywamy proces wzajemnego dopasowania się do siebie powierzchni roboczych współpracujących ze sobą części. Każdy ruch w maszynie jest realizowany przez pary ruchowe. Rozróżniamy dwa rodzaje par ruchowych. Są to pary ślizgowe i toczne. Za pomocą par ślizgowych, są realizowane ruchy elementów osprzętu maszyn do robót ziemnych. Parę

ślizgową tworzą powierzchnie dwóch części współpracujących, np. sworzeń i łożysko ślizgowe, natomiast parę toczną tworzą elementy łożyska tocznego, czyli kulki i bieżnie łożyska. Proces prawidłowego docierania i utraty sprawności technicznej pary ślizgowej przedstawia wykres pokazany na rys.2.2. Podczas prawidłowego docierania, elementy współpracujące ścierają nierówności na powierzchniach stykających się. Dopasowanie się części współpracujących do siebie, powoduje zmniejszenie tarcia między nimi, a wtedy powierzchnie stykające się, przenoszą większe naciski jednostkowe.



Rys. 2.2. Proces utraty sprawności pary ruchowej przy prawidłowym i przyspieszonym docieraniu maszyny

Docieranie ma bardzo duży wpływ na jakość pracy maszyny i długość bezawaryjnego czasu pracy w okresie międzynaprawczym, tzn. pomiędzy naprawami głównymi  $T_{NG}$ . Przyspieszenie docierania powoduje skrócenie czasu intensywnej pracy maszyny nawet o 50%. Stwarza to możliwość nadmiernego zużycia maszyny i nieopłacalności naprawy głównej. **Dlatego docieranie powinno odbywać się zgodnie z instrukcją docierania maszyny, umieszczoną w DTR.**

### 2.1.3. Utrata sprawności technicznej przez maszynę w okresie międzynaprawczym

Zakończenie docierania rozpoczyna okres intensywnej pracy maszyny, który kończy się z chwilą zakwalifikowania maszyny do naprawy głównej lub złomowania. W okresie tym postępuje proces utraty sprawności technicznej przez maszynę. Proces utraty sprawności technicznej pary ślizgowej lub tocznej obrazuje wykres na rys. 2.3. Proces utraty sprawności technicznej (intensywności zużycia części) zależy od następujących czynników:

- prawidłowego dotarcia maszyny
- czasu eksploatacji maszyny
- prawidłowo prowadzonego procesu eksploatacji maszyny

### 2.1.5. Cechy nieprawidłowej eksploatacji maszyny

Pojęcie prawidłowej eksploatacji maszyny do robót ziemnych jest bardzo szerokie i zależy ona od niezawodności maszyny. Prościej jest określić cechy nieprawidłowej eksploatacji, które w okresie użytkowania maszyny są niepożądane.

Pod pojęciem nieprawidłowej eksploatacji maszyny rozumie się;

- ☆ nieprawidłowe lub niedbałe wykonanie docierania mechanizmów maszyny
- ☆ niedbałe i nieterminowe wykonane obsług
- ☆ naruszenie reguł eksploatacji
- ☆ nieprzestrzeganie ustalonych reguł pracy maszyny
- ☆ błędy w wykonywaniu czynności sterownia
- ☆ nieprzestrzeganie warunków technologicznych wykonania robót
- ☆ nieprzestrzeganie przepisów BHP.

### 2.1.6. Niezawodność maszyn budowlanych

Niezawodność maszyn budowlanych jest zależna od jej konstrukcji i zastosowanych materiałów, oraz technologii wykonania współpracujących części. Niezawodność charakteryzuje się następującymi właściwościami:

- dużą trwałością maszyny
- pewnością działania
- bezawaryjnością
- stabilnością działania, czyli zdolnością do długotrwałej pracy bez pogarszania parametrów eksploatacyjnych - wyjściowych maszyny
- wytrzymałością na przeciążenia
- łatwością obsługi i konserwacji oraz małym zakresem ich wykonywania
- żywotnością maszyny, czyli zdolnością do dalszej pracy przy pogorszonych parametrach lub częściowych uszkodzeniach
- łatwością napraw.

Niezawodność maszyn określają także kryteria:

- \* długie okresy międzyremontowe
- \* mała pracochłonność remontów.

**Awaryjność** charakteryzują częste przerwy w pracy maszyny, spowodowane uszkodzeniami. Wielkość awarii jest zależna od zakresu i kosztu ich napraw.

**Trwałość** maszyny to niezawodność podczas pracy, przez cały okres eksploatacji. Charakteryzuje się małą częstotliwością przerw w pracy maszyny, spowodowanych jej niesprawnością.

**Łatwość napraw** to zakres trudności w usunięciu awarii. Mała pracochłonność remontów, długotrwałość usunięcia niesprawności czy awarii.

## ROZDZIAŁ TRZECI

### PODSTAWY ELEKTROTECHNIKI

#### 3.0.1. Rys historyczny

**B**ursztyn pocierany futrem przyciąga małe kawałki papieru lub źdźbła trawy. Od greckiej nazwy bursztynu „elektron”, nadano tym zjawiskom nazwę elektryzacji, a następnie cały dział nauki nazwano elektrotechniką. Pałeczki bursztynu pocierane futrem czy pałeczki szklane pocierane jedwabiem elektryzują się. Pałeczki te zawieszone na jedwabnych nitkach, albo się odpychają (pałeczki jednorodne bursztynowe lub szklane) lub różnorodnie (np. bursztyn i szkło) przyciągają się. Zjawisko to udowadnia, że materia posiada właściwości elektryczne. Właściwości te są powiązane z budową atomu materii.

#### 3.1.0. PRĄD ELEKTRYCZNY I ZJAWISKA WYSTĘPUJĄCE PODCZAS JEGO PRZEPŁYWU

##### 3.1.1. Budowa atomu

Atom jest najmniejszą cząstką materii. Atom posiada budowę planetarną, składającą się z jądra i elektronów. Jądro składa się z protonów i neutronów. Wszystkie elektrony posiadają jednakowy, elementarny ładunek elektryczny ujemny (-). Elektrony krążą po orbitach (trajektoriach) różnie oddalonych od jądra. Jądro atomu składa się z protonów o ładunku dodatnim (+) i obojętnych elektrycznie neutronów. Protonów w jądrze atomu jest tyle samo, co elektronów, natomiast ilość neutronów może być równa, lub większa od ilości protonów. Zewnętrzny potencjał atomu jest obojętny, gdyż ładunki protonów i elektronów równoważą się. Elektrony krążące w jednakowej odległości od jądra zajmują przestrzeń zwaną powłoką. W modelowym atomie pierwsza powłoka posiada maksymalnie dwa elektrony, druga



osiem, natomiast w trzeciej znajduje się szesnaście, a w czwartej trzydzieści dwa ładunki elementarne. Są pierwiastki, które posiadają siedem powłok. Ilość atomów krążących w orbicie walencyjnej (najdalej oddalonej od jądra) ma zasadniczy wpływ na właściwości elektryczne materii. Pierwiastki posiadające na ostatniej orbicie mniej niż 4 elektrony łatwo mogą je zgubić, ponieważ, elektrony te są słabo powiązane z jądrem. **Materiały takie nazywamy przewodnikami prądu elektrycznego.** Najczęściej są one dobrymi przewodnikami ciepła. Rozróżniamy dwa rodzaje przewodników prądu elektrycznego.

**Przewodnik pierwszego rodzaju** jest to materiał przewodzący prąd w postaci ruchu elektronów, nie zmieniający swoich właściwości chemicznych.

**Przewodnik drugiego rodzaju** podczas przepływu prądu zmienia swoje właściwości chemiczne. Przewodnikami tymi są elektrolity, czyli wodne roztwory kwasów, zasad i soli. W tym przypadku przepływ prądu elektrycznego jest ruchem jonów dodatnich zwanych kationami i jonów ujemnych nazywanych anionami. Takim przewodnikiem jest elektrolit w akumulatorze samochodowym.

Pierwiastki i substancje, których atomy posiadają w powłokach zewnętrznych 5, 6 lub 7 elektronów są one silnie związane z jądrem. Atomy takie chętniej przyjmują, niż oddają elektrony. **Materiały te zachowują się jak dielektryki i są nazywane izolatorami.**

Wyodrębnioną grupę stanowią pierwiastki, których atomy na powłoce zewnętrznej mają po 4 elektrony np. german czy krzem. Mają one właściwości dielektryczne, lecz po modyfikacji struktury umożliwiają przepływ prądu elektrycznego. **Materiały te są zwane półprzewodnikami.** Pomimo zaburzenia lokalizacji elektronów, a więc i ładunków elektrycznych w strukturze pierwiastka, zewnętrzne elementy materii nie wykazują żadnego ładunku elektrycznego.

### 3.1.2. Prąd elektryczny

Prądem elektrycznym nazywamy uporządkowany ruch elektronów swobodnych w przewodnikach albo jonów w elektrolicie, spowodowany różnicą potencjałów.

Zgodnie z teorią budowy materii, prąd elektryczny to ruch elektronów od minusa (-) do plusa (+), czyli źródła napięcia. Umowny kierunek przepływu prądu, od plusa (+) do minusa (-), który miał obrazować przepływ wody z wyższego do niższego poziomu energii potencjalnej, został wprowadzony w XIX wieku przez J.C.Maxwella.

Uporządkowany ruch elektronów, a więc i przepływ prądu nastąpi wtedy, gdy do końców przewodu doprowadzimy napięcie z zewnętrznego źródła energii. W wyniku tego zostanie wytworzone pole elektryczne, a dotych-

## ROZDZIAŁ CZWARTY

### ELEMENTY NAPĘDU HYDRAULICZNEGO

#### 4.0.1. Wiadomości ogólne

**W** technice określenie „napęd” ma podwójne znaczenie. Pierwsze z nich oznacza zamianę energii wejściowej na energię czynnika wykonującego pracę, drugie znaczenie określa przeniesienie ruchu przez odpowiednie elementy na mechanizmy robocze urządzenia.

**Z powyższego wynika, że napędem hydraulicznym jest zamiana energii mechanicznej, wytworzonej przez generator (pompę), na energię cieczy, która jest zamieniana na energię mechaniczną, wykonującą pracę.** Energię mechaniczną na energię cieczy zamienia pompa hydrauliczna. Energia cieczy jest kierowana na elementy przetwarzające ją na energię mechaniczną wykonującą pracę. Elementami przetwarzającymi energię cieczy na energię mechaniczną są siłowniki i silniki hydrauliczne oraz turbiny, zwane odbiornikami energii. Odbiorniki są integralną częścią przekładni hydraulicznych, przez które jest przenoszony napęd hydrauliczny na poszczególne mechanizmy robocze.

Napęd hydrauliczny dzielimy na obwody. **Obwód ssania obejmuje część instalacji napędu od zbiornika do pompy. Część instalacji napędu znajdująca się w obszarze od pompy do odbiornika jest obwodem tłoczenia, a od odbiornika do zbiornika jest to obwód zlewu.**

Napęd hydrauliczny składa się z zewnętrznego źródła napędu (silnika, najczęściej spalinowego) pomp hydraulicznych, przewodów hydraulicznych, urządzeń sterują-

**cych (rozdzielaczy i zaworów, sterujących ciśnieniem i strumieniem przepływu – dławików), filtrów i zbiornika oraz odbiorników energii cieczy (siłowników i silników hydraulicznych).**

#### **4.0.2. Ciecze hydrauliczne**

W napędach hydraulicznych ciecz robocza, zwana także czynnikiem roboczym (hydraulicznym) jest nośnikiem energii. Spełnia rolę giętkiego łącznika (ciągna) między emitatorem energii a odbiornikiem wykonującym pracę. Dlatego ciecz hydrauliczną należy uważać za składnik napędu hydraulicznego, który ma wpływ na jego pracę. Podstawowymi własnościami cieczy roboczych, mającymi wpływ na sprawność układu napędowego jest:

- ☆ ściśliwość cieczy hydraulicznej
- ☆ rozszerzalność objętościowa  $[\alpha]$
- ☆ lepkość czynnika roboczego
- ☆ mała zmienność lepkości pod wpływem temperatury i ciśnienia
- ☆ starzenie się oleju.

Dla olejów hydraulicznych stosowanych w napędach hydraulicznych stosuje się klasyfikacje jakościowe, wg ISO-6743-99-2002, w niektórych krajach stosowana jest klasyfikacja wg DIN 51524. Olejami stosowanymi w napędach hydraulicznych są oleje mineralne i oleje syntetyczne.

Ciecze są to rozpuszczone wody w oleju lub roztwory glikoli w wodzie, a także bezwodne ciecze syntetyczne.

#### **★ Ściśliwość i rozszerzalność objętościowa cieczy roboczych**

Ściśliwość zależy od modułu sprężystości oleju hydraulicznego. Moduł sprężystości dla olejów i cieczy hydraulicznych jest około sto razy mniejszy od modułu stali, z której wykonane są elementy układu napędowego. Jest to wielkość bardzo duża, dlatego w procesach mechanicznych, jakie zachodzą podczas pracy układu hydraulicznego i w obliczeniach statycznych elementów napędowych, nie ma potrzeby uwzględniać ściśliwości cieczy hydraulicznej. Natomiast podczas analizy zjawisk dynamicznych zachodzących podczas pracy napędu hydraulicznego, ściśliwość cieczy roboczej powinna być uwzględniana. Opracowanie powyższe nie zajmuje się procesami dynamicznymi zachodzącymi podczas pracy czynnika hydraulicznego.

Ciecze hydrauliczne, jak wszystkie inne materiały, obowiązuje zasada rozszerzalności cieplnej. Procesy dynamiczne zachodzące w cieczy hydraulicznej podczas pracy hydraulicznego układu napędowego powodują, że ciecz robocza podnosi swoją temperaturę. Podczas wzrostu temperatury objętość cieczy jest proporcjonalna do współczynnika rozszerzalności cieplnej  $[\alpha]$  i wartości wzrostu temperatury. Współczynnik  $[\alpha]$  w niewielkim stopniu zmienia się pod wpływem ciśnienia. Dla ciśnień stosowanych w

napędach hydraulicznych maszyn roboczych można przyjąć, że wynosi on  $\alpha = 7 \cdot 10^{-4}$ . Wynika stąd, że przy wzroście temperatury oleju hydraulicznego o 1°C, wzrasta jego objętość o około 0,07%. Jest to wzrost nieznaczny. Przed większymi wzrostami temperatury, a więc i objętości cieczy znajdującej się w układzie hydraulicznym, zabezpieczają zawory ograniczające ciśnienie.

★ **Lepkość cieczy** jest określona wewnętrznymi siłami tarcia, występującymi między warstwami cieczy podczas jej płynięcia. Rozróżniamy dwa rodzaje lepkości:

- ⊙ lepkość kinetyczną
- ⊙ lepkość dynamiczną.

Współczynnik lepkości dynamicznej  $\eta$  jest iloczynem współczynnika lepkości kinetycznej  $\nu$  i gęstości cieczy  $\varsigma$ :  $\eta = \xi \cdot \nu$

Niezależnie od obu typów wymienionych lepkości są stosowane oznaczenia tzw. lepkości względnych. Do najbardziej rozpowszechnionych w Europie metod pomiaru lepkości względnej, należy **metoda Englera**. Współczynnik lepkości względnej w stopniach Englera oblicza się jako stosunek czasu  $t_c$  wypływu 200 ml cieczy do czasu  $t_n$  wypływu 200 ml wody destylowanej o takiej samej temperaturze pomiaru. Pomiar ten podaje się w stopniach Englera [°E], a pomiaru dokonuje się w temperaturach 20°C, 50°C i 100°C.

★ **Zmienność lepkości pod wpływem temperatury i ciśnienia**

Ciecz, jak każdy materiał, wraz ze wzrostem temperatury zwiększa swoją objętość. Wraz ze wzrostem temperatury tarcie wewnętrzne cząstek cieczy maleje. Lepkość olei wraz ze wzrostem temperatury jest różna. Należy pamiętać, że oleje o mniejszej lepkości (rzadszy) początkowej charakteryzują się mniejszą zmiennością gęstości od olejów o większej lepkości.

Zmiana lepkości oleju podczas pracy napędu hydraulicznego w maszynach do robót ziemnych i drogowych jest tak mała, że podczas eksploatacji nie jest brana pod uwagę. Lepkość olejów wraz ze wzrostem ciśnienia wzrasta. Wzrost ten jest odczuwalny przy dużych ciśnieniach. Różnica lepkości przy maksymalnych ciśnieniach osiąganych podczas pracy przez maszyny do robót ziemnych, jest tak mała, że nie należy jej brać pod uwagę podczas eksploatacji. Natomiast przy analizie procesów dynamicznych występujących w czynniku hydraulicznym podczas pracy, zmiany lepkości spowodowane wzrostem temperatury, jak i ciśnienia są brane pod uwagę i liczone odpowiednimi wzorami.

★ **Starzenie się olejów** jest to proces pogarszania się własności fizykochemicznych w trakcie pracy, głównie wskutek utleniania się czynnika hydraulicznego. Utlenianie powoduje tlen zawarty w oleju, wskutek napowietrzania i podczas stykania się oleju z powietrzem w zbiorniku. Stopień sta-

rzenia się olejów zależy od temperatury i czasu pracy. Jeśli w temperaturze otoczenia 20°C i przy ciśnieniu atmosferycznym proces utleniania jest bardzo powolny, to już przy temperaturze 60°C proces ten przebiega dwukrotnie szybciej. Podgrzanie oleju powyżej 60°C o każde 10°C, powoduje podwojenie się szybkości starzenia. Produktem utleniania się olejów są kwasy i smoły oraz zawiesiny nierozpuszczalne, wytrącane w postaci szlamów, odkładających się w szczelinach i nierównościach współpracujących części. Kwasy powodują korozję stykających się z nimi elementów.

Zapobieganie starzeniu się olejów lub jego hamowanie powodują dodatki dodawane do olejów, zwane inhibitorami.

#### ★ Dobór olejów hydraulicznych

Ze względu na konstrukcje elementów napędu hydraulicznego, o doborze cieczy roboczej powinien decydować wytwórca. Jeżeli z różnych względów użytkownik nie określa czynnika hydraulicznego w używanym napędzie hydraulicznym, to o doborze cieczy roboczej decydują warunki, w jakich napęd pracuje. Stosowany olej w napędzie hydraulicznym należy dobrać poprzez konsultacje z wytwórcą urządzenia.

### 4.0.3. Uszczelnienia

Uszczelnienia wymagane są we wszystkich konstrukcjach, w których występują smary, ciecze, pary lub gazy. Rola i znaczenie uszczelnień w miarę rozwoju techniki wzrasta. **Uszczelnieniem nazywamy zespół części zapewniających szczelność elementów lub układu. Ze względu na rodzaj pracy uszczelnienia dzielimy na spoczynkowe, zwane także statycznymi i ruchowe. Głównym elementem uszczelnienia jest uszczelka, wykonana z odpowiedniego materiału, odpornego na działanie czynnika uszczelnianego, odpowiednio wyprofilowana.**

Polskie normy, według których są wykonane uszczelki omawiane poniżej, wycofano i nie ustalono nowych.

W opracowaniu powyższym zostaną omówione uszczelki stosowane w napędach i sterowaniu hydraulicznym.

★ **Pierścienie uszczelniające wałki obrotowe** są stosowane przy uszczelnianiu ciśnień do 0,1MPa i zakresu temperatur od -30°C do +110°C. Uszczelki te wykonywane są w dwóch rodzajach:

❶ rodzaj „A” pierścień wykonany z wkładką metalową usztywniającą, rys. 4.1a, poz.1

❷ rodzaj „B” pierścień wykonany w zewnętrznej obudowie metalowej, rys. 4.1b, poz.2.



## ROZDZIAŁ PIĄTY

### SILNIKI SPALINOWE

#### 5.01. Definicja silnika spalinowego

**S**ilniki spalinowe można podzielić na **tłokowe**, **turbinowe** i **strumieniowe**. Najczęściej spotykanym silnikiem strumieniowym jest silnik odrzutowy. W maszynach do robót ziemnych stosuje się silniki tłokowe, najczęściej z zapłonem samoczynnym.

**Silnik spalinowy jest to urządzenie zamieniające energię spalania sprężonej mieszanki paliwowo-powietrznej na energię mechaniczną, która następnie zostaje wykorzystana do napędu elektrycznego, mechanicznego lub hydraulicznego.**

#### 5.02. Charakterystyka silnika spalinowego

Każdy silnik spalinowy powinien posiadać charakterystykę geometryczną i dynamiczną. Na charakterystykę geometryczną składa się:

- ★ wymiary gabarytowe
- ★ ciężar
- ★ układ cylindrów
- ★ średnica cylindra: „D” / średnicę tłoka „d”
- ★ skok tłoka „S”, który jest równy podwójnemu promieniowi wykor-bienia „r”, wtedy  $S = 2r$ .

Charakterystyka dynamiczna silnika obejmuje:

- ⇒ stopień sprężania
- ⇒ prędkość obrotową, maksymalny moment obrotowy i moc znamio-nowa
- ⇒ sprawność silnika
- ⇒ jednostkowe zużycie paliwa.

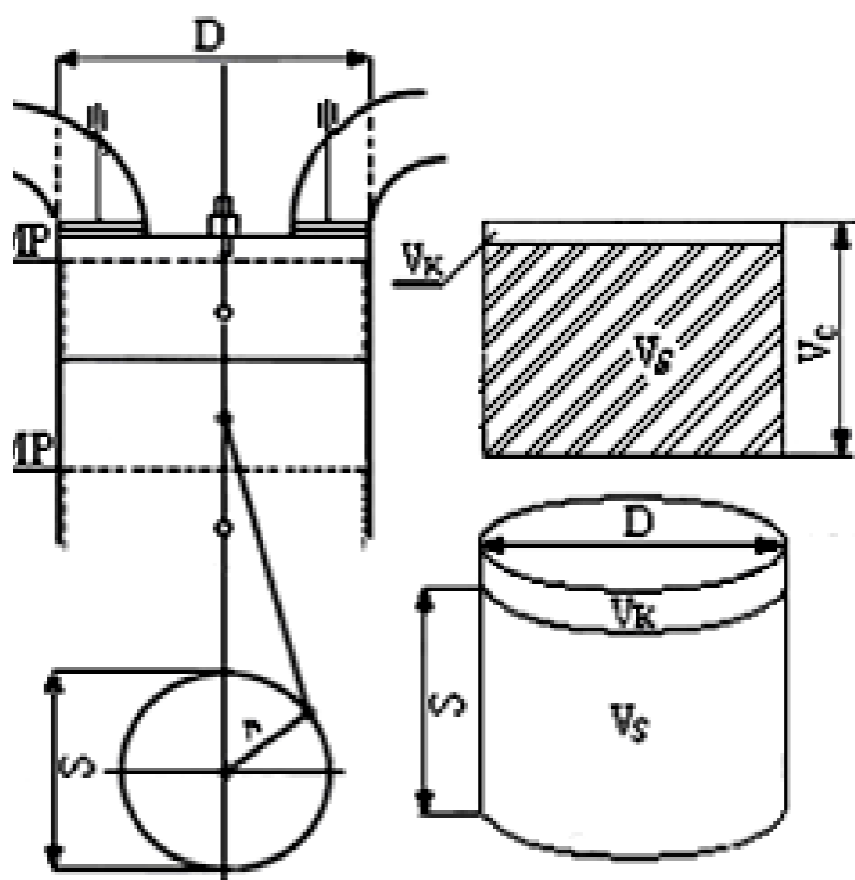
Prócz charakterystyki geometrycznej i dynamicznej rozróżniamy jeszcze obieg roboczy silnika. **Obieg roboczy silnika jest to cykl zamiany energii spalania mieszaniny paliwowo-powietrznej na energię mechaniczną.** Zależnie od ilości suwów tłoka przypadających na obieg, rozróżniamy **silniki z obiegiem dwusuwowym i czterosuwowym.**

### ★ Stopień sprężania

Stopień sprężania  $\varepsilon$  jest to stosunek pojemności całkowitej cylindra  $V_C$  do pojemności komory sprężania  $V_K$ , ale  $V_C = V_S + V_K$ , wtedy stopień

$$\text{sprężania wyniesie: } \varepsilon = \frac{V_C}{V_K} = \frac{V_S + V_K}{V_K} = \frac{V_S}{V_K} + 1$$

Stopień sprężania jest liczbą niemianowaną i wynosi dla silników iskrowych 6 - 11, a dla silników wysokoprężnych 14 - 24.



Rys. 5.1. Wielkości

charakterystyczne cylindra

D - średnica cylindra

S - skok tłoka

r - promień wykorbienia wału

$V_S$  - pojemność skokowa cylindra

$V_K$  - pojemność komory sprężania

$V_C$  - pojemność całkowita cylindra

GMP - górny martwy punkt tłoka w czasie ruchu

DMP - dolny martwy punkt tłoka w czasie ruchu

Stopień sprężania mówi nam, ile razy zmniejsza się objętość nad tłokiem (komora sprężania) w czasie sprężania. Większy stopień sprężania, powoduje proporcjonalne zwiększenie siły działającej na tłok, podczas spalania mieszanki i jej rozprężaniu. Można stwierdzić, że stopień sprężania obrazuje nam możliwe osiągi silnika spalinowego. Wiemy, że im wyższy stopień sprężania, tym lepsze parametry silnika. Najbardziej elastycznym silnikiem byłaby jednostka napędowa, która przy spokojnej jeździe na trasie, gdy silnik nie jest mocno obciążony i nie przyspieszamy gwałtownie, miałaby stopień sprężania wysoki, a w czasie dynamicznej jazdy, podczas przyspieszania stopień sprężania byłby mniejszy, ale taki silnik jest trudny do skonstruowania.

★ **Moment obrotowy** jest istotną informacją charakteryzującą silnik. Wartość momentu obrotowego, który może rozwinąć jednostka napędowa jest wskaźnikiem informującym o potencjalnych możliwościach przyspieszania i

elastyczności silnika. Wartość momentu obrotowego zmienia się wraz ze zmianą prędkości obrotowej wału korbowego. Wzrost prędkości obrotowej silnika powoduje zwiększenie momentu obrotowego do pewnej granicy. Po osiągnięciu tej granicy, pomimo wzrostu obrotów wartość momentu maleje.

**Granica ta nazywa się maksymalnym momentem obrotowym.** W silnikach wysokoprężnych maksymalny moment obrotowy jest osiągany w pewnym zakresie prędkości wału korbowego, a nie przy jednej konkretnej prędkości, jak ma to miejsce w silnikach z zapłonem iskrowym. Jest to ważna zaleta silnika z zapłonem samoczynnym. W eksploatacji, ważne jest, aby stosunkowo wysoki moment obrotowy utrzymywał się w szerokim zakresie obrotów wału korbowego. Umożliwia to płynną jazdę bez konieczności częstej zmiany przełożenia skrzyni biegów. Moment obrotowy silników spalinowych mierzy się w warunkach laboratoryjnych, za pomocą specjalnych przyrządów zwanych hamulcami. Jego wartość podaje się w niutonometrach [Nm]. Moment obrotowy jest powiązany z mocą silnika.

☼ **Moc znamionowa jest mocą gwarantowaną przez wytwórcę jednostki napędowej dla określonych warunków pracy.** Dla silników spalinowych tłokowych moc znamionowa nie zawsze jest równa mocy maksymalnej. Moc maksymalna jest to moc, którą silnik może rozwinąć przy stałym obciążeniu w ciągu określonego czasu i obrotów, bez obawy przekroczenia dopuszczalnego obciążenia mechanicznego lub przegrzania. Wartość mocy maksymalnej jest podawane w większości prospektów, w danych technicznych. Zgodnie z normami europejskimi pomiar parametrów silnika dokonuje się z zamontowanym osprzętem niezbędnym dla ruchu pojazdu, stale napędzanym przez silnik. Według norm amerykańskich (SAE) pomiary dokonuje się na silniku pozbawionym filtra powietrza, alternatora, wentylatora, pompy wodnej, sprzęgła, pompy paliwowej i tłumika. Pomiar ten dokonywany jest na specjalnym stanowisku. Różnice w wartości momentu obrotowego i mocy tego samego silnika mierzone według normy europejskiej i amerykańskiej mogą dochodzić do 15 - 20 procent. Podobnie jak moment obrotowy, również moc jest zmienna w funkcji prędkości obrotowej silnika, co obrazuje wzór:  $N = \omega \cdot M_o = 2\pi \cdot n \cdot M_o$  [kW], we wzorze tym jednostka  $M_o$  jest podana w [kN], a obroty  $n$  w [obr/s]. Z mocą silnika wiąże się parametr  $N_v$ , który mówi, ile mocy uzyskuje się z jednostki po-

jemności całkowitej silnika:  $N_v = \frac{N}{V_c}$  [kW/dcm<sup>3</sup>], gdzie  $N$  - moc znamio-

nowa w [kW],  $V_c$  - pojemność całkowita silnika w [dcm<sup>3</sup>].

☼ **Jednostkowe zużycie paliwa g** przez silnik jest miarą wykorzystania paliwa w procesie spalania do wytworzenia odpowiedniej mocy  $N$ . Wielkość

tę oznaczamy przez  $[g]$ . Określa ona masę paliwa zużywana przez silnik w jednostce czasu, na wytworzenie jednostki mocy, co określa wzór:

$$g = \frac{G}{N} [kg / kW \cdot s]$$

gdzie  $G$  - zużycie paliwa w ciągu jednej sekundy;  $N$  - moc wytworzona przez silnik w ciągu jednej sekundy.

Porównując parametr „ $g$ ” otrzymujemy informacje, który z silników potrzebuje mniej paliwa na wytworzenie jednostki mocy. Jednostkowe zużycie paliwa określa się na specjalnych stanowiskach pomiarowych i jest podane w charakterystyce silnika.

☛ **Sprawność ogólna silnika spalinowego  $\eta_o$**  jest stosunkowo mała w stosunku do innych generatorów energii np. silnika elektrycznego i określa się ją jako:  $\eta_o = \frac{\text{energia} \cdot \text{oddana} \cdot \text{w} \cdot \text{postaci} \cdot \text{pracy} \cdot \text{mechanicznej}}{\text{energia} \cdot \text{oddana} \cdot \text{podczas} \cdot \text{spalania} \cdot \text{paliwa}}$

Wynik ten pomnożony przez sto daje informację, jaki procent energii dostarczonej do silnika spalinowego został wykorzystany, a ile energii zostało utracone poprzez proces tarcia, chłodzenia, niezupełnego spalania oraz na przepływ gazów czy urządzeń pomocniczych. Sprawność silnika  $\eta$  możemy wyliczyć z wzoru:  $\eta = \frac{N}{G \cdot W}$ , gdzie:  $N$  - moc użyteczna;  $G$  - godzinowe zużycie paliwa w kg/h;  $W$  - wartość opałowa paliwa w kJ/kg.

Przybliżone sprawności silników spalinowych wynoszą:

silniki dwusuwowe o zapłonie iskrowym	$\eta = 18 - 22\%$
silniki czterosuwowe o zapłonie iskrowym ZI	$\eta = 23 - 28\%$
silniki małej i średniej mocy o zapłonie samoczynnym ZS	$\eta = 30 - 38\%$
silniki średniej mocy doładowane o zapłonie ZS	$\eta = 37 - 48\%$

## 5.1.0. PODZIAŁ SILNIKÓW SPALINOWYCH

### 5.1.1. Podział silników ze względu na konstrukcję

Schemat ogólnego podziału silników ze względu na obieg, układ cylindrów, sposób doprowadzenia powietrza i zapłonu oraz chłodzenia przedstawiono na rys. 5.2.

## ROZDZIAŁ SZÓSTY

### BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY

#### 6.0.1. Ogólnie o BHP

**N**a placu budowy za bezpieczeństwo i higienę pracy odpowiada kierownik budowy i bardzo często wyznaczony przez niego koordynator ds. bezpieczeństwa i higieny pracy. Działania na rzecz bezpieczeństwa i higieny pracy zaczynają się wraz z przejęciem placu budowy i opracowaniem harmonogramu wykonania robót.

Z badań przeprowadzonych w Europie wynika, że około 75% wszystkich wypadków, w tym 80% wypadków śmiertelnych jest spowodowanych przez złe opracowanie harmonogramu prac i złą organizacją obiegu informacji, a także placu budowy, stanowiska pracy i wykonania robót ziemnych. Dlatego bardzo ważnym elementem są informacje docierająca do kierownictwa, jak i pracowników budowy, a także umiejętności organizacyjne poszczególnych wykonawców zadania produkcyjnego.

Zasady te regulują: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 5 lutego 2003 roku, Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2001 roku oraz Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 26 września 2005 roku.

#### 6.1.0. Bezpieczeństwo i higiena pracy podczas planowania i organizacji robót ziemnych

⇒ Wytyczenie osi robót ziemnych poprzez wbicie palików. Maksymalna odległość między palikami lub trójkątami wyznaczającymi pochylenie skarpy czy innymi znacznikami nie powinna przekraczać 20 me-



**trów.** Operator powinien widzieć dwa paliki jednocześnie, by wyznaczyć linię prostą.

⇒ Eksploatacja maszyn budowlanych odbywa się w terenie rozpoznanym pod względem geologicznym i gruntowym.

⇒ Odnalezione powinny zostać punkty przecięcia się osi instalacji podziemnych, kolizyjnych z osią prowadzonych wykopów.

⇒ Przed przystąpieniem do wykonania wykopów o głębokości powyżej jednego metra należy ustalić czy ściany będą szalowane lub skarpa będzie posiadała nachylenie stoku naturalnego.

⇒ Wszelkie zmiany konstrukcyjne maszyny mogą być dokonane tylko za zgodą producenta urządzenia.

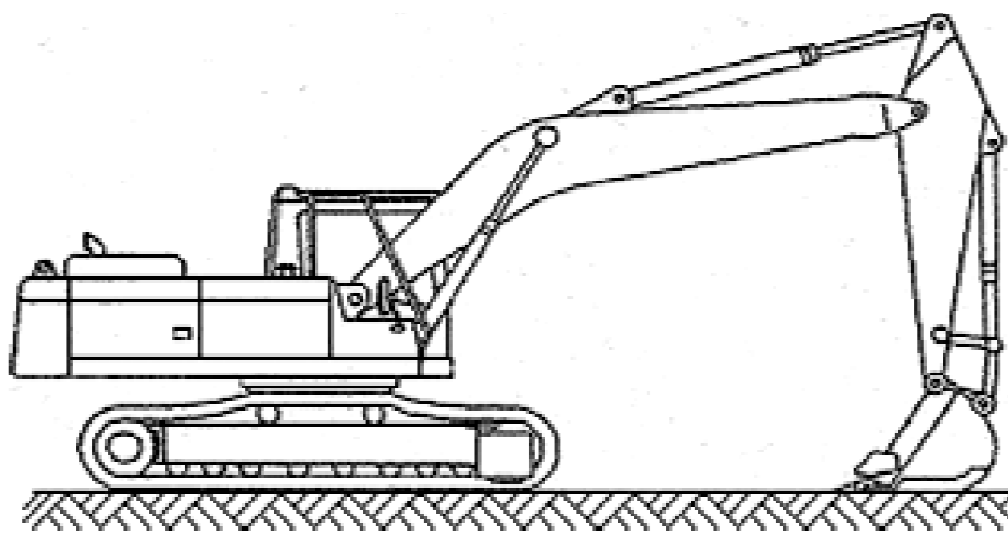
### **6.2.0. Bezpieczeństwo i higiena pracy podczas wykonywania obsługi koparki**

⇒ Maszyny i urządzenia techniczne oraz narzędzia mechaniczne powinny być montowane i eksploatowane zgodnie z przeznaczeniem i instrukcją producenta.

⇒ Przeciążanie maszyn i innych urządzeń technicznych ponad dopuszczalne obciążenie robocze jest zabronione.

⇒ W przypadku stwierdzenia w czasie pracy uszkodzenia maszyny czy innego urządzenia technicznego, montowanego do niej, należy maszynę natychmiast zatrzymać.

⇒ Dokonywanie napraw i czynności konserwacyjnych maszyn i innych **urządzeń mechanicznych** będących w ruchu jest zabronione.



Rys. 6.1 Ułożenie osprzętu podczas garażowania i obsługi koparki

⇒ Zwiększenie ciśnienia w układzie roboczym ponad wartość dopuszczalną jest zabronione.

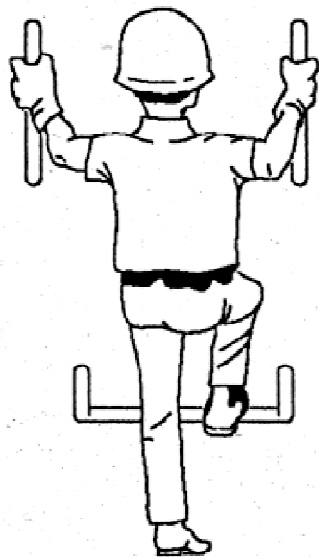
⇒ Podczas garażowania koparka powinna być ustawiona w terenie płaskim i w miarę poziomym, a w terenie górzystym w poprzek stoku o nachyleniu nie większym, jak  $12^{\circ}$ . W układzie napędu hydraulicznego ciśnienie czynnika hydraulicznego powinno być wyzerowane (zbliżone do ciśnienia w zbiorniku). Osprzęt powinien być ułożony w miejscu w miarę oświetlonym lub

trudno dostępnym (tam, gdzie ludzie mają utrudniony dostęp) Zerowanie hydraulicznego układu napędu odbywa się po ułożeniu osprzętu na ziemi i po wyłączeniu silnika napędowego. Po tych czynnościach należy poruszyć wszystkimi dźwigniami rozdzielaczy, by czynnik hydrauliczny z linii tłoczenia przepłynął do linii spływu i zbiornika.

⇒ Podczas wykonywania obsługi OTC czy innych prac koparka powinna być unieruchomiona i zahamowana, z ułożonym osprzętem w pozycji, w której operator ma możliwość oglądu wszystkich jego ruchomych elementów. Tak ułożony osprzęt przedstawia rys. 6.1.

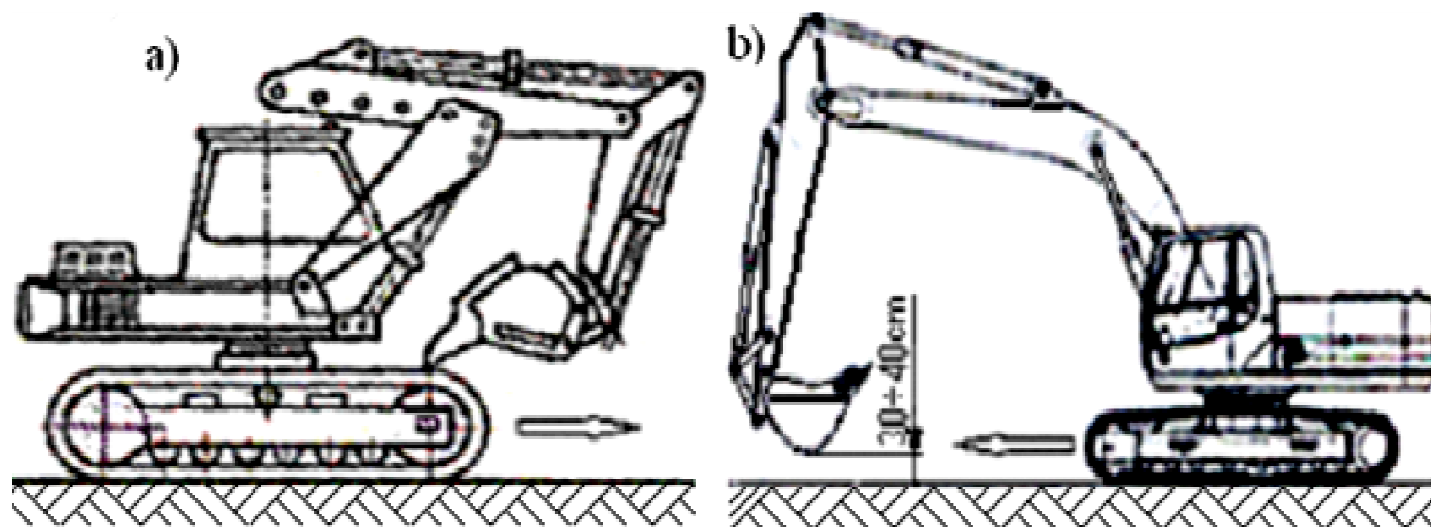
⇒ Podczas krótkiego postoju osprzęt koparki może być ułożony w pozycji transportowej lub pokazanej na rys.6.1, silnik maszyny powinien być unieruchomiony, hamulec postojowy włączony, a drzwi kabiny zabezpieczone przed dostaniem się do niej osób nieuprawnionych.

⇒ Operator wchodząc na maszynę czy do jej kabiny, powinien być zwrócony twarzą do niej i mieć zawsze trzy punkty podparcia. Punktami podparcia mogą być dwie ręce i jedna noga lub dwie nogi i jedna ręka. Nie wolno z koparki zeskakiwać. Prawidłowe wchodzenie i schodzenie z maszyny pokazuje rys. 6.2.



Rys. 6.2 Bezpieczne wchodzenie i schodzenie z maszyny przez operatora

⇒ Obsługę transportową koparki należy wykonać zgodnie z instrukcją transportu koparki zawartą w DTR. Obsługę transportową podzielić można na przejazd koparki przy wykorzystaniu własnego napędu, holowanie koparki przez inny pojazd i przewóz maszyny na przyczepie.



Rys. 6.3. Ułożenie osprzętu w koparce gąsienicowej podczas jazdy  
a - koparka posiada osprzęt krótki; b - koparka posiada osprzęt długi

## ROZDZIAŁ SIÓDMY

### BUDOWA KOPAREK JEDNONACZYNIOWYCH

#### 7.0.1. Podział koparek jednonaczyniowych wg polskich norm

**P**olska norma PN-ISO-7135-1966 definiuje koparkę jednonaczyniową w następujący sposób: „Jest to maszyna podstawowa z napędem hydraulicznym i zamontowanymi urządzeniami sterującymi osprzętami”.

Najczęściej spotykanym podziałem koparek jednonaczyniowych jest podział według następujących kryteriów:

- ☐ ze względu na rodzaj osprzętu
- ☐ rodzaj podwozia
- ☐ źródła napędu
- ☐ rodzaj przeniesienia napędu na osprzęt
- ☐ sposób przeniesienia napędu
- ☐ sposób sterowania osprzętem.

Koparki to maszyny służące do odspajania - oddzielenia urobku od calizny gruntu i usuwania go na środki transportu lub na odsyp. Koparka służy do pracy w gruntach kategorii pierwszej do kategorii piątej, bez uprzedniego ich wzruszenia. Grunty kategorii szóstej, by zostały urobione przez koparkę jednonaczyniową powinny być uprzedni wzruszone.

W związku z powyższym koparkę jednonaczyniową należy zaliczyć do maszyn wykonujących roboty ziemne.

#### ☉ Podział koparek ze względu na osprzęt

- ❖ koparki z osprzętem przedsiębiornym
- ❖ koparki z osprzętem podsiębiernym
- ❖ koparki z osprzętem ładowarkowym
- ❖ koparki z osprzętem zgarniakowym-zabierakowym (zbierakowym)

- ❖ koparki z osprzętem strugowym (tylko linowe)
- ❖ koparki z osprzętem chwytakowym
- ❖ koparki z osprzętem dźwigowym
- ❖ koparki z osprzętem kafarowym.

◎ **Podział koparek według rodzaju podwozia**

- ☆ koparka samojezdna gąsienicowa
- ☆ koparka samojezdna kołowa
- ☆ koparka samojezdna krocząca
- ☆ koparka na podwoziu samochodowym - samochodowa
- ☆ koparka na podwoziu ciągnikowym - koparka ciągnikowa (koparko-ładowarka)
- ☆ koparka na podwoziu szynowym - koparka szynowa
- ☆ koparka na pontonie - koparka pontonowa.

◎ **Podział koparek według źródła napędu**

- ⊗ koparka ze spalinowym źródłem napędu
- ⊗ koparka z elektrycznym źródłem napędu - jedno i wielosilnikowym
- ⊗ koparka ze spalinowo-elektrycznym źródłem napędu
- ⊗ koparka ze spalinowo-hydraulicznym źródłem napędu
- ⊗ koparka z elektryczno-hydraulicznym źródłem napędu.

◎ **Podział koparek według rodzaju przeniesienia mocy napędu na osprzęt:**

- ⊕ koparki z napędem linowym
- ⊕ koparki z napędem hydraulicznym.

◎ **Podział według sposobu przeniesienia napędu**

- ◇ koparka z mechanicznym przeniesieniem napędu - koparka mechaniczna
- ◇ koparka z hydraulicznym przeniesieniem napędu - koparka hydrauliczna
- ◇ koparka z elektrycznym przeniesieniem napędu (koparka, w której wszystkie mechanizmy są napędzane oddzielnymi silnikami) - koparka elektryczna.

◎ **Podział koparek według rodzaju sterowania**

- ☑ koparka ze sterowaniem mechanicznym
- ☑ koparka ze sterowaniem hydraulicznym
- ☑ koparka ze sterowaniem pneumatycznym
- ☑ koparka ze sterowaniem elektrycznym
- ☑ koparka ze sterowaniem hydrauliczno-elektronicznym.

### 7.0.2. Wnioski dotyczące podziału koparek

Koparki, jak wcześniej podano, służą głównie do odspajania - oddzielenia urobku od calizny gruntu i najczęściej ładowania go na środki transportu, rzadziej na odsyp.

Wieloma typami tych maszyn można nabierać usypane materiały i przenosić je na środki transportu lub na hałdę, wówczas spełniają one rolę ładowarek. Mogą one transportować materiały na bliskie odległości, wtedy spełnia rolę urządzenia transportowego bliskiego zasięgu.

### 7.0.3. Wnioski dotyczące napędu

Ze względu na rodzaj napędu dzielimy koparki na generacje:

▣ **pierwsza generacja** to napęd parowy, które cechowała dobra charakterystyka przy przeciążeniach i rozruchu. Pozwalał on uzyskiwać duże siły przy odspajaniu gruntu (koparki te zaczęto produkować w latach pięćdziesiątych dziewiętnastego wieku)

▣ **druga generacja** napędu maszyn budowlanych to napęd silnikami spalinowymi i elektrycznymi - są to koparki mechaniczne, linowe, których produkcję rozwinęto po I wojnie światowej, wadą tych koparek jest złożona budowa mechanizmów przeniesienia napędu

▣ **trzecia generacja** to napęd hydrauliczny z pompami o stałej wydajności, najczęściej z pompami zębatymi, pracującymi pod ciśnieniem 12 - 20MPa, obecnie pompy te produkuje się o ciśnieniu maksymalnym 25MPa. Napęd hydrauliczny spowodował uproszczenie konstrukcji maszyn budowlanych, a masa ich zmniejszyła się 30 - 40% przez wyeliminowanie układów linowych i skomplikowanego napędu mechanicznego

▣ **czwarta generacja** rozpoczyna się od wykorzystania napędu hydraulicznego z zastosowaniem pomp o zmiennej wydajności, osiągających maksymalne ciśnienia do 45 MPa i zaworów pulsacyjnych sterowanych elektronicznie. Napęd ten jest bardzo elastyczny. Pozwala na rozwiązania konstrukcyjne o automatycznej regulacji wydajności, a zatem i ciśnienia czynnika hydraulicznego. Przy tych rozwiązaniach maszyna dostaje tyle energii na element roboczy osprzętu, na ile w danej chwili jest zapotrzebowanie.

### 7.0.4. Wnioski dotyczące sterowania

☉ **Mechaniczne sterowanie napędem i osprzętem** polega na włączeniu lub wyłączeniu sprzęgieł kłowych. W napędzie mechanicznym sterowanie szybkością jazdy odbywa się za pomocą skrzyń biegów nie przełączalnych pod obciążeniem. Są to skrzynie biegów manualne, podobne do skrzyń stosowanych w samochodach. Szybkość jazdy uzyskuje się przez przełączanie zazębienia kół zębatych za pomocą sprzęgieł kłowych - synchronizatorów. Sterowanie osprzętem polega na włączaniu lub wyłączaniu odpowiednich



## ROZDZIAŁ ÓSMY

### TECHNOLOGIA ROBÓT

#### 8.0.1. Znaczenie i zasady organizacji robót ziemnych

**O**rganizacja robót ma bardzo duży wpływ na termin, jakość i koszty wykonania, a także na wypadkowość osób wykonujących pracę, dotyczącą realizacji zadania inwestycyjnego. Dobór organizacji zależy od rodzaju zadania inwestycyjnego, terminu jego wykonania oraz możliwości sprzętowych wykonawcy. Rodzaj organizacji i stopień mechanizacji robót ziemnych należy ustalić przed przystąpieniem do realizacji zadania produkcyjnego. Stopień mechanizacji zależy od rodzaju robót ziemnych, rodzaju gruntu, w jakim są wykonywane roboty i istniejącej już infrastruktury oraz możliwości nasyceń placu budowy odpowiednimi maszynami przez przedsiębiorstwo realizujące zadanie produkcyjne.

#### 8.1.0. RODZAJE ORGANIZACJI ROBÓT ZIEMNYCH

Dobór sprzętu i zespołów roboczych zależy od przyjętej metody organizacji wykonania robót. Rozróżnia się następujące metody organizacji pracy na budowie:

- ⊗ tradycyjna metoda pracy,
- ⊗ równomierna metoda pracy.

Dobór metody organizacji robót ziemnych zależy od przyjętego procesu technologicznego, który rzutuje na realizację dalszych robót. Duży wpływ na metodę organizacji robót ziemnych mają warunki geologiczne gruntów, w którym przeprowadza się proces technologiczny.

#### 8.1.1. Metoda pracy tradycyjnej

Polega na wykonaniu wszystkich robót na całej budowie albo na wyznaczonym odcinku pracy, a następnie z robotami należy przenieść się na na-

stępny odcinek. W tym wariancie brak jest ciągłości pracy maszyn i zespołów roboczych oraz powstaje konieczność zatrudnienia tych samych zespołów maszyn i ludzi do różnych robót, co obniża jakość wykonania pracy oraz wydłuża czas budowy. W drugim wariancie - na wyznaczonym odcinku niezbędna jest duża koncentracja zespołów roboczych i maszyn oraz krótki okres prowadzenia tych robót.

### **8.1.2. Metoda pracy równomiernej**

Metoda pracy równomiernej polega na wykonaniu robót w sposób możliwie ciągły, z jednakowym natężeniem. Można w ten sposób wykonywać prace zachowując niezmienną liczbę zespołów roboczych i te same zestawy maszyn, w warunkach równomiernego zużycia materiałów i transportu.

Warunkiem wprowadzenia metody pracy równomiernej jest podzielenie budowy na działki robocze, o podobnym profilu i pracochłonności. Wykonanie poszczególnych prac jest powierzane tym samym wyspecjalizowanym zespołom roboczym, które w tym samym składzie przechodzą z działki na działkę, wykonując te same lub podobne prace. Wprowadzenie metody pracy równomiernej na całej budowie nie zawsze jest możliwe, dlatego w praktyce łączy się ją z tradycyjną metodą pracy. Należy się starać, by metoda równomierna jako bardziej ekonomiczna, dominowała w całości wykonanych robót.

### **8.1.3. Zakres dokumentacji związanej z wykonawstwem robót ziemnych**

Do prac ziemnych zalicza się wykonanie dokumentacji geologicznej oraz technicznej. W dokumentacji geologicznej pokazane są rodzaje gruntów na poszczególnych głębokościach (warstwach). W dokumentacji technicznej pokazane są:

- ◇ oś robót ziemnych wykopu lub nasypu
- ◇ przekrój normalny, w którym pokazany jest przekrój poprzeczny wykopu, drogi lub nasypu, na którym są podane dane do ustawienia szablonów profilowych
- ◇ przekrój roboczy pokazujący przekrój drogi, nasypu lub wykopu, z zaznaczonym miejscem usunięcia części odkładu i zasypywania nierówności urobkiem.

### **8.1.4. Mechanizacja robót budowlanych**

Roboty budowlane należą w znacznym stopniu do robót pracochłonnych i ciężkich, a często uciążliwych. Produkcja budowlana związana jest z operowaniem wielkimi masami materiałów, z których wiele jest szkodliwych dla zdrowia, np. wapno, farby i inne chemikalia. Ponadto większość robót budowlanych odbywa się na otwartym powietrzu. Przed ostatecznym wbudowaniem elementów materiały, z których one są wykonane, muszą być

wydobyte ze złoża (surowce mineralne, rudy metali itp.), dostarczone do zakładu przetwórczego i tam przerobione. W procesie technologicznym od wydobywania do wbudowania materiały budowlane muszą być w praktyce wielokrotnie przemieszczane, przewożone i przeładowywane. Do podstawowych robót budowlanych, które wykonują koparki, zalicza się:

- ☐ roboty ziemne i fundamentowe
- ☐ specjalistyczne roboty budowlane
- ☐ zewnętrzne i wewnętrzne roboty porządkowe, przed przekazaniem placu budowy użytkownikowi.

Stopień mechanizacji niektórych rodzajów robót budowlano-montażowych i przeładunkowych w Polsce na koniec roku 2002 wynosił: roboty ziemne 96,2%, transport 98,3%, a przeładunek 77,9%.

W technice rozróżnia się następujące stopnie mechanizacji:

- ✧ mała mechanizacja
- ✧ częściowa mechanizacja
- ✧ pełna mechanizacja
- ✧ kompleksowa mechanizacja
- ✧ automatyzacja.

Poszczególne stopnie mechanizacji posiadają następujące cechy charakterystyczne.

✿ **Mała mechanizacja** realizowana jest narzędziami ręcznymi, takimi jak taczki, betoniarki, łopaty, elektronarzędzia czy wciągarki. W mechanizacji tej większość prac jest wykonywana ręcznie.

✿ **Częściowa mechanizacja** posiada przybliżoną ilość prac wykonywanych ręcznie do ilości robót wykonywanych przez maszyny. Przykładem takiej mechanizacji może być wykonanie fundamentu pod budynek. Roboty ziemne wykonuje maszyna, wyrównanie terenu i ustawienie szalunków jest wykonywane ręcznie. Beton jest dostarczony z węzła betoniarskiego i wylany mechanicznie. Zdjęcie szalunków, przetarcie ścian wewnętrznych i zewnętrznych oraz izolacja pozioma i pionowa są wykonywane ręcznie. Zasypanie fundamentu i usunięcie zbędnej ziemi wykonuje się mechanicznie.

✿ **Pełna mechanizacja** charakteryzuje się tym, że podstawowe prace są wykonywane mechanicznie, a tylko niektóre roboty wykończeniowe wykonuje się ręcznie. Przykładem takiej mechanizacji jest ułożenie nawierzchni asfaltowej na jezdni drogi. Wszystkie prace wykonuje się mechanicznie, natomiast poziomowanie studzienek odpływowych i zalanie ich asfaltem laniem odbywa się ręcznie.

✿ **Kompleksowa mechanizacja** charakteryzuje się tym, że **sterowanie** procesem produkcyjnym odbywa się przez człowieka. Przykładem takiej mechanizacji jest węzeł betoniarski. Operator węzła steruje całym procesem

produkcyjnym automatycznie za pomocą przycisków, znajdujących się na pulpicie.

✿ **Automatyzacja** posiada proces produkcyjny zaprogramowany w taki sposób, że maszyny same go realizują, natomiast człowiek kontroluje jego przebieg. Koparki jednonaczyniowe należą do maszyn budowlanych, stosowanych w częściowej i pełnej mechanizacji. Dobór maszyn, w celu osiągnięcia optymalnej mechanizacji robót ziemnych, zależy od rodzaju gruntów, na których są wykonywane roboty.

### 8.1.5. Ocena efektywności ekonomicznej procesów mechanizacyjnych

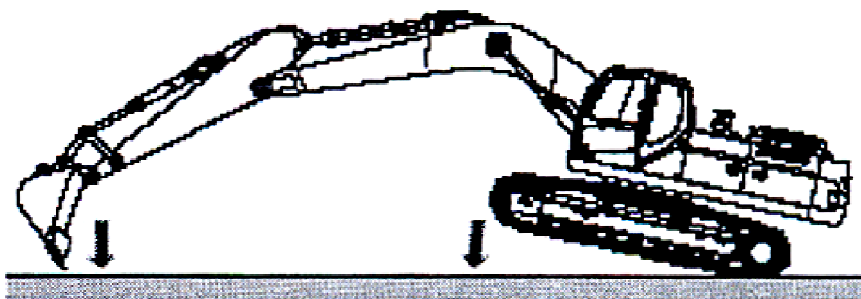
Projekt mechanizacji robót na budowie określonego obiektu powinien być sporządzony na podstawie analizy ekonomicznej, dającej odpowiedź na następujące pytania:

- ✱ czy projektowane roboty można z punktu widzenia ekonomicznego bardziej efektywnie wykonać ręcznie czy w sposób zmechanizowany, przy mniejszym ogólnym koszcie produkcji
- ✱ jeżeli przy projektowanych robotach mechanizacja znajduje ekonomiczne uzasadnienie lub ma charakter wymuszony, jakie powinny być zastosowane maszyny, aby koszt mechanizacji i ich udział w ogólnych kosztach robót były jak najniższe
- ✱ czy dla zmechanizowania robót należy użyć urządzeń i maszyn własnych czy wydzierżawić odpowiednie maszyny.

Przez wymuszenie mechanizacji robót należy rozumieć, że zaistniała konieczność wykonywanych robót ze względu na:

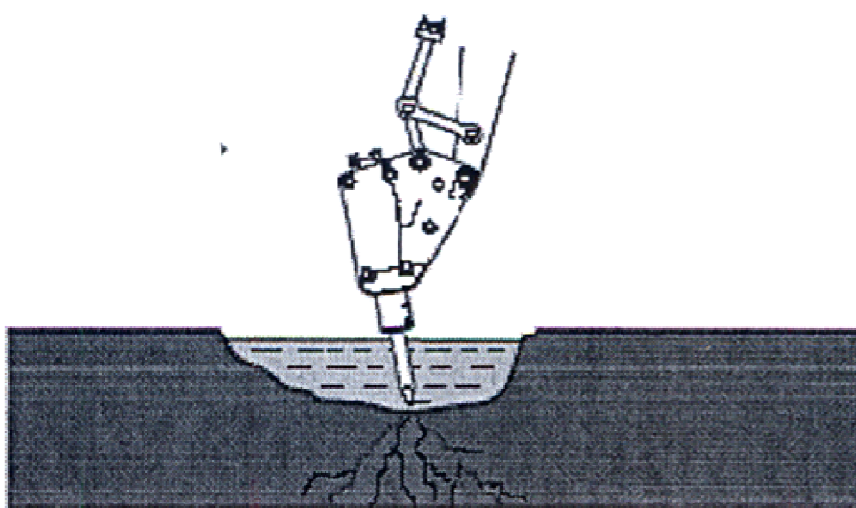
- ⚙ rodzaj robót, np. głębokie wykopy
- ⚙ znaczny ciężar lub masa przemieszczanych elementów
- ⚙ zastosowane technologie w produkcji
- ⚙ wymagany krótki okres trwania budowy
- ⚙ brak siły roboczej w rejonie prowadzenia robót
- ⚙ warunki socjalne lub bezpieczeństwa, nie pozwalające inaczej wykonać pracę
- ⚙ warunki techniczne gruntu.

Przeprowadzona analiza kosztów każdego z istniejących wariantów wykonania robót umożliwia odpowiedź na powyższe pytanie i podjęcie prawidłowej decyzji. Ustalenie kosztu wykonania robót ręcznie i przez odpowiednie maszyny można matematycznie ustalić bardzo prosto. Maszyny lekkie powinny pracować w gruntach kategorii IV, a w kategorii gruntów V powinny pracować koparki ciężkie, ze względu na występowanie dużych sił podczas odspajania gruntów, ponieważ wytrzymałość elementów osprzętu roboczego w maszynach ciężkich jest dużo większa, jak w lekkich.



Rys. 8.19 (46) Podnoszenie i opuszczanie podwozia koparki, tzw. tupanie

Uderzanie osprzętem o ziemię oraz podnoszenie i raptowne opuszczanie podwozia prowadzi do uszkodzenia maszyny.



Rys. 8.20 (46) Praca młotem wibracyjnym w wodzie

Podczas pracy młotem wibracyjnym w wodzie nie należy dopuszczać do jego zanurzenia. Młot wibracyjny nie jest wodoszczelny. Zanurzenie młota w wodzie prowadzi do jego uszkodzenia, a nawet zniszczenia.

### 8.7.3. Praca maszyny w trudnych warunkach

#### ✿ Praca w trudnych warunkach zimowych

Podczas pracy maszyny w niskich temperaturach należy przestrzegać zasad podanych poniżej:

- ♦ nie należy pozwolić na utratę płynności paliwa, oleju silnikowego i hydraulicznego oraz innych płynów technicznych znajdujących się w koparce, przez stosowanie olejów i płynów o odpowiednim składzie chemicznym, dostosowanych do trudnych warunków zimowych
- ♦ utrzymywać akumulator w stanie pełnego naładowania, aby zapobiec rozładowaniu i zamarznięciu elektrolitu
- ♦ gdy roztwór w akumulatorze zostanie uzupełniony wodą destylowaną, należy silnikiem pracować przynajmniej godzinę w celu dokładnego wymieszania się wody z roztworem
- ♦ koparka, która pracuje w trudnych zimowych warunkach powinna posiadać silnik w dobrym stanie technicznym, aby zapewnić łatwy start i dobre osiągi mimo niskiej temperatury otoczenia
- ♦ wspomaganie startu silnika powinno się odbywać sprawdzonymi metodami
- ♦ utrzymywać zbiornik paliwa całkowicie napełniony, usuwać kondensat ze zbiornika po pracy



- ♦ robić częstą obsługę filtra paliwa celem usunięcia jego zabrudzeń tworzonych przez wosk wydzielany z paliwa i osadzanie się kryształów lodu z zamarzniętej wody
- ♦ codziennie należy sprawdzać prognozę pogody, by nie spadała poniżej granicy płynności paliwa, wtedy należy nie dopuszczać do dłuższego postoju silnika
- ♦ po uruchomieniu silnika należy pracować na obrotach jałowych aż do rozgrzania się oleju, następnie włączyć na wolnych obrotach osprzęt hydrauliczny w celu rozgrzania czynnika hydraulicznego
- ♦ posiadać zapasowy filtr powietrza, aby go wymienić, gdy na pracującym filtrze osiadą kryształki lodu
- ♦ zamarznięte błoto i lód z ruchomych części należy odmrozić i usunąć.

#### ✿ Praca w wysokich temperaturach

Ciągła praca maszyny w wysokich temperaturach może prowadzić do rozgrzania się współpracujących części, wycieku smaru i zatarcia urządzenia, dlatego należy:

- ⊗ monitorować temperaturę maszyny, by w razie jej podniesienia zatrzymać urządzenie w celu ostudzenia rozgrzanych elementów
- ⊗ często sprawdzać stan płynów technicznych w układzie chłodzenia i spryskiwania szyb oraz w akumulatorze, a także okratowanie oraz ubrowanie chłodnicy czy nie jest zapiaszczone i oblepione insektami
- ⊗ brać pod uwagę, że wysoka temperatura sprzyja powstawianiu kamienia i rdzy, dlatego co roku należy zmieniać płyn w celu zwiększenia działania inhibitorów korozji i kamienia
- ⊗ często sprawdzać układ paliwowy, ponieważ wysoka temperatura i chłodzenie powodują kondensację wody.

#### ✿ Praca maszyny przy dużych zapyleniach

Praca maszyny powoduje powstawanie kurzu, ale praca jej w miejscach dużego zapylenia i na obszarach piaszczystych, gdzie zapylenie to może wzrosnąć poza dopuszczalne wielkości, wymaga podjęcia specjalnych środków. Należy:

- ⊙ utrzymywać system chłodzenia w czystości, przedmuchując go często powietrzem
- ⊙ podczas tankowania zachować szczególną ostrożność, by piasek i pył nie dostał się do zbiornika
- ⊙ przed smarowaniem dokładnie usunąć kurz i resztki piasku z kalamitek, ponieważ piasek i kurz zmieszany ze smarem powodują szybkie zużywanie się powierzchni współpracujących
- ⊙ chronić, by do komory silnika i wrażliwych obszarów maszyny nie dostał się piasek.

### ✿ Praca podczas opadów deszczu

Warunki pracy podczas padania deszczu są podobne do pracy w wysokich temperaturach. Wszystkie powierzchnie zewnętrzne części ruchomych i nie malowanych powinny być pokryte olejem.

### ✿ Praca w obszarze zawilgoconym słoną wodą

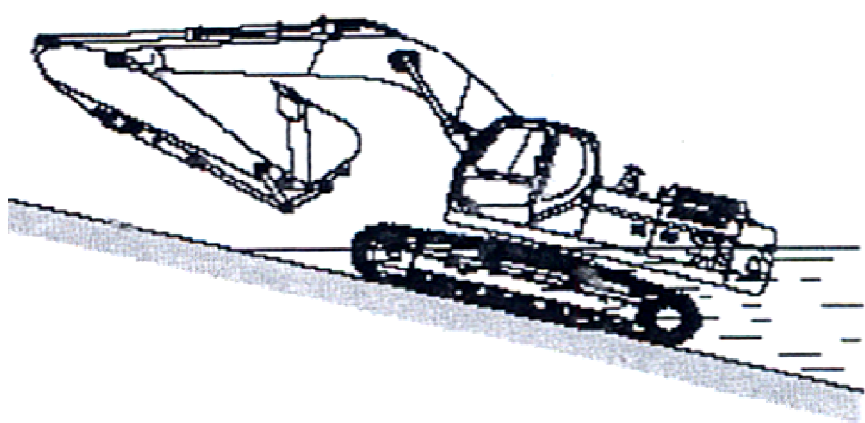
Działanie korozyjne słonej wody jest bardzo silne. Podczas pracy w warunkach zawilgocenia słoną wodą należy przestrzegać poniższych wskazówek:

- ❖ gdy powierzchnie części są narażone na działanie słonej wody, należy je myć wodą słodką
- ❖ należy stosować zasady wymienione w pracy podczas deszczu.

### ✿ Praca na dużych wysokościach nad poziomem morza

Warunki pracy na dużych wysokościach nad poziomem morza są podobne do pracy w niskich temperaturach. Przed przystąpieniem do pracy na dużych wysokościach należy dokonać przeglądu silnika, w tym zwrócić szczególną uwagę na układ dostarczenia powietrza do silnika i stan techniczny uszczelki na chłodnicy. Podczas całej pracy monitorować temperaturę płynu chłodzącego w silniku. Na dużych wysokościach temperatury wrzenia cieczy są dużo niższe od temperatur występujących na nizinach.

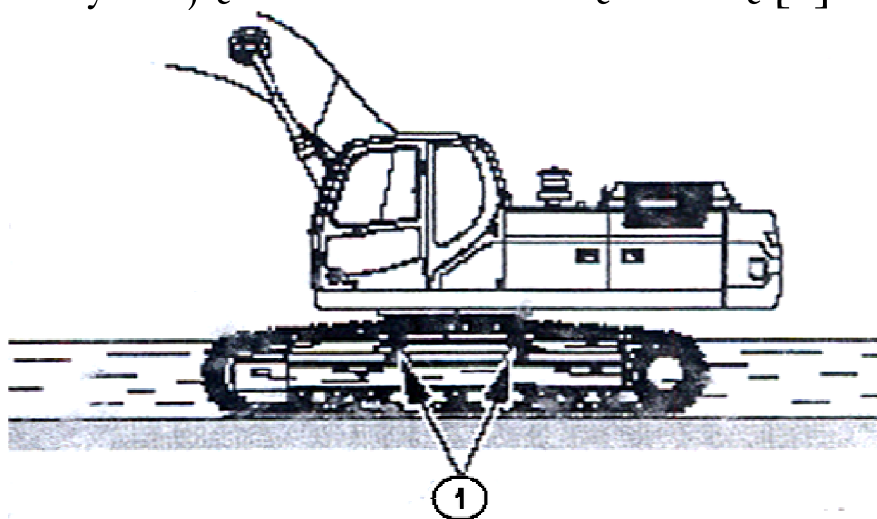
### ✿ Praca w wodzie



Rys. 8.21 (46) Praca na pochyłościach w wodzie

Nie wolno pracować w wodzie na stokach o takim pochyleniu, na którym zostaje zalana komora silnika. Zalanie tej komory grozi uszkodzeniem silnika. Sytuację taką pokazuje rys. 8.21.

Podczas pracy w wodzie podwozie może zostać zanurzone tylko do osi rolek podtrzymujących. Taki przypadek pokazany jest na rys. 8.22. Rolki podtrzymujące oznaczone są liczbą [1].



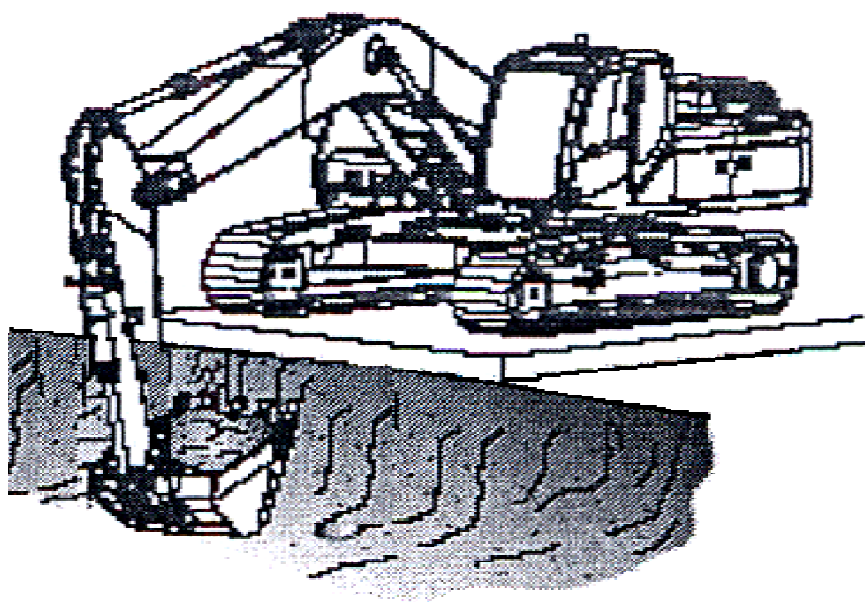
Rys. 8.22 (46) Głębokość zanurzenia podwozia w wodzie

Gdy łożyska układu napędowego gąsienic zostaną zanurzone w wodzie, po zakończeniu pracy należy je koniecznie przesmarować wraz ze sworzniem łyżki, zgodnie z instrukcją olejenia.

✿ **Praca w terenie podmokłym i blisko krawędzi wykopu**

Prace w terenie podmokłym i blisko krawędzi wykopu prowadzi się na specjalnie zbudowanych podestach lub tratwach. Podest czy tratwa muszą być tak zbudowane, by rozkład nacisków na grunt był mniejszy, niż  $2,5 \text{ N/cm}^2$  ( $0,25 \text{ kg/cm}^2$ ).

Koparka powinna być tak posadowiona, by oś obrotu nadwozia, w pobliżu której znajduje się środek ciężkości maszyny, była 60 cm poza klinem odłamu gruntu. Pokazuje to rys. 8.23.



Rys. 8.23 Praca koparką  
w terenie podmokłym blisko  
krawędzi wykopu

# ROZDZIAŁ DZIEWIĄTY

## TECHNOLOGIA ROBÓT ZIEMNYCH

### 9.1.0. SPOSÓB PROWADZENIA ROBÓT ZIEMNYCH

**P** przed przystąpieniem do wykopów należy wybrać metodę realizacji robót ziemnych i zdjąć darninę oraz ziemię uprawną. W praktyce spotyka się cztery metody prowadzenia wykopów i nasypów. Są to metody:

- ⇒ metoda czołowa
- ⇒ metoda boczna
- ⇒ metoda warstwowa
- ⇒ metoda mieszana.

### 9.1.1. Usunięcie darniny i ziemi uprawnej

Usunięcie darniny i ziemi uprawnej powinno się odbywać w obszarze jednego metra poza pasem prac ziemnych.

W przypadku, gdy darnina ma być wykorzystana do odtworzenia środowiska naturalnego, powinna być zdejmowana płatami, o wymiarach 0,2 x 0,3 m do 0,25 x 0,35 m lub kwadratami 0,3 x 0,3 m i grubości 5 - 10 cm. Zaleca się składować darninę na gruncie rodzimym, z silnym dociśnięciem jej do gruntu, by była wchłaniana przez nią woda. Podczas dłuższego składowania darninę należy kosić dwa razy do roku. Jeśli takiej możliwości nie ma, darninę można składować w przyzmy o szerokości 1,0 m i wysokości 0,6 m. W porze rozwoju roślin darninę należy składować trawą do gruntu, jednak nie dłużej, jak przez 4 tygodnie. W pozostałym okresie należy ułożyć ją w stosach, trawą do trawy. Zaleca się zdjętą darninę ułożyć jak najszybciej, by nie została zniszczona lub przesuszona.

Ziemia roślinna powinna być obowiązkowo zdjęta i ułożona w duże przyzmy, zabezpieczona przed rozjeżdżaniem pojazdami mechanicznymi i zanieczyszczeniem jej innymi glebami lub materiałami. Zgarnianie ziemi uprawnej nie powinno być wykonywane podczas długotrwałych opadów ani

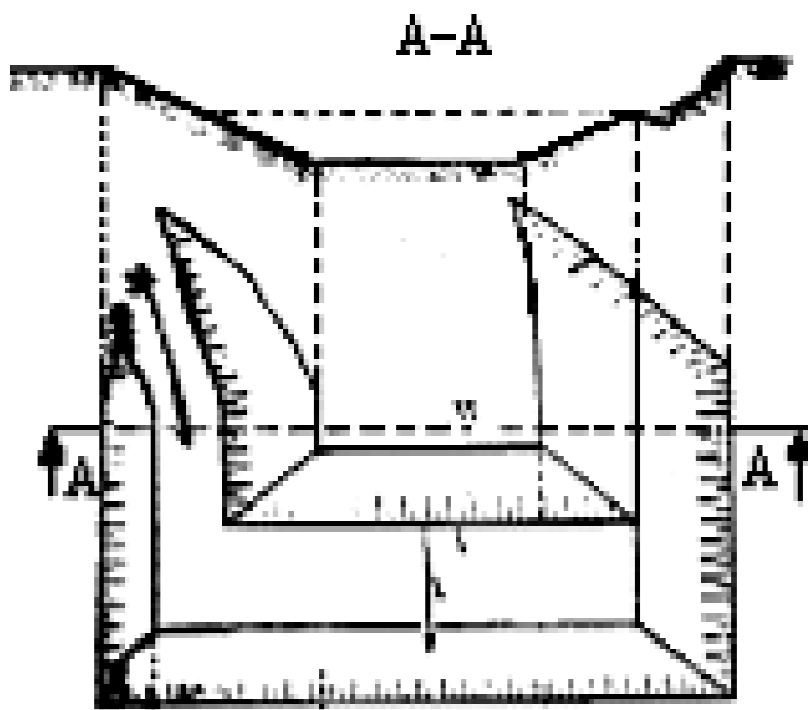


także, gdy przeznaczona do zgarniania ziemia jest mokra. Ziemię tą należy w okresie późniejszym wykorzystać do otworzenia środowiska naturalnego.

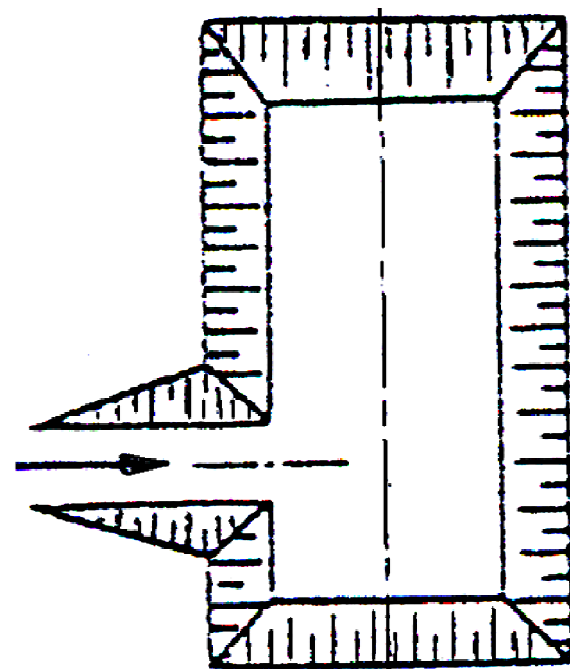
### 9.1.2. Wykopy

#### ◆ METODA CZOŁOWA

Metodą czołową wykonuje się wykopy wąskie i długie. Metoda ta polega na wykonaniu wykopu od razu, na całej szerokości i głębokości przekroju poprzecznego niezależnie od tego czy wydobywane masy ziemne mają być przewożone w jednym czy w wielu kierunkach. W głębokich wykopach stosuje się tarasowy sposób robót, polegający na wybieraniu gruntów jednocześnie na różnych poziomach. Różnica wysokości między poziomami wykopów zależy od sposobu wydobywania gruntów, przy robotach ręcznych nie powinna przekraczać 2 metry, a przy kopaniu koparkami maksymalna różnica może wynosić 5 metrów, ale nie mniej, jak dwa metry.



Rys. 9.1 (42) Metoda kopania czołowa



Rys. 9.2 (42) Metoda czołowa wkopywania się koparki w wykop szerokoprzestrzenny

Metodę czołową stosuje się do wkopywania koparki w pierwszej fazie rozpoczynania pracy w wykopie przestrzennym. Do zalet metody czołowej zalicza się możliwość wykonania wykopu w pełnym przekroju lub warstwami, co pozwala na racjonalne wykorzystanie maszyn. Wadą jest niewielki odcinek robót i powolny postęp prac. Dlatego metodą czołową wykonuje się głębokie, ale krótkie wykopy lub wąskie, ale płytkie i długie.

#### ◆ METODA BOCZNA

Metoda boczna jest odmianą metody czołowej, którą stosuje się na zboczach, do podłużnego lub poprzecznego przerzutu gruntu albo do wkopywania się koparki w początkowej fazie wykonywania wykopów przestrzennych.



- ★ zmiany placu budowy.

W pierwszym przypadku koparka przesuwa się o własnym napędzie w kierunku ciągu roboczego. Pamiętać należy o tym, że droga przejazdu koparki powinna być wyrównana.

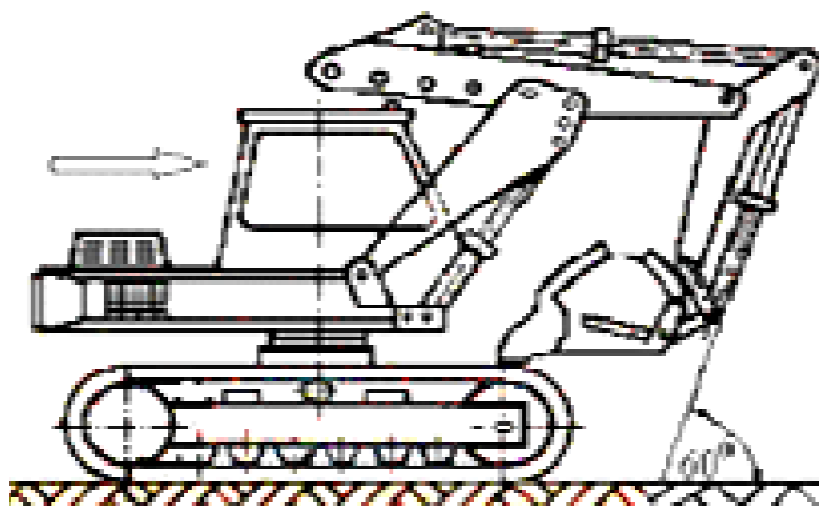
### 9.8.1. Zmiana miejsca pracy przez koparkę kołową

W drugim przypadku koparka kołowa powinna być przygotowana do zmiany stanowiska pracy, jak do transportu kołowego, z unieruchomionym osprzętem. Zmiana miejsca pracy przez koparkę kołową na budowie powinna odbywać się trasą wyrównaną bez nadmiernych muld i dołów, które mogą spowodować przewrócenie się jej. Maksymalny kąt przechyłu bocznej koparki kołowej nie powinien przekraczać  $12^\circ$ . Gdy koparka kołowa ma się przemieścić na odległość do 10 km, to powinna ona poruszać się na własnym podwoziu, z prędkością nie większą, niż 20 km/godz. W przypadku odległości powyżej 10 km maszyna powinna być przewożona. Na przyczepę niskopodwoziową koparka powinna wjeżdżać z osprzętem ustawionym do tyłu. Po wjechaniu na przyczepę podpory powinny być opuszczone, łyżkę należy zaprzeć o podłogę, koła i platforma obrotowa zaklinowane i umocowane do ramy przyczepy linami lub łańcuchami.

### 9.8.2. Zmiana miejsca pracy przez koparkę gąsienicową

W przypadku zmiany frontu robót na budowie lub przeniesienia koparki na inną budowę, przy transporcie należy zachować następujące zasady. Jeśli trasa koparki nie jest dłuższa, jak jeden kilometr, to koparka tę trasę powinna pokonać własnym napędem.

W czasie jazdy koparkę należy tak ustawić, by koła napędowe znajdowały się jak pokazane na rys. 7.107. Trasa koparki powinna być w miarę równa, bez większych muld. Podczas przemieszczania się koparki o własnym napędzie osprzęt należy ustawić w pozycji transportowej.



Rys. 9.24 Ustawienie osprzętu podczas jazdy koparką po płaskim terenie

### 9.8.3. Poruszanie się koparki w terenie górzystym

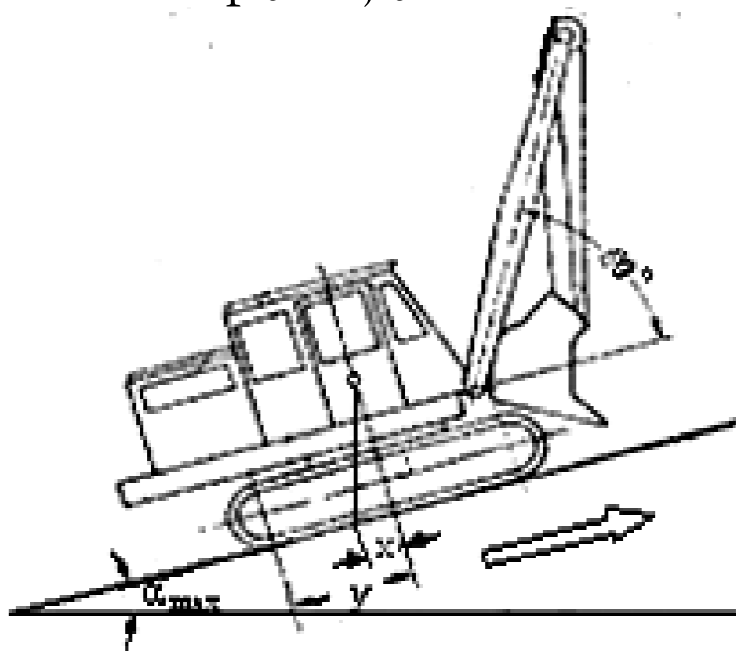
Poruszanie się koparki w terenie górzystym wiąże się z jej stabilnością. Jak wiemy z mechaniki, która jest jednym z działów fizyki, równowaga stała

jest wtedy, gdy rzut pionowy środka ciężkości znajduje się w obrysie podstawy. Dlatego najwyższe nachylenie stoku, jakie koparka może pokonać, zależy od jej konstrukcji, ale w praktyce wynosi ono około  $30^\circ$ . **Podczas poruszania się pod górę czy z góry powinny być zachowane pewne zasady. Zasady te pokazano na rysunkach 7.108, 9.26, 9.27 i 9.29.**

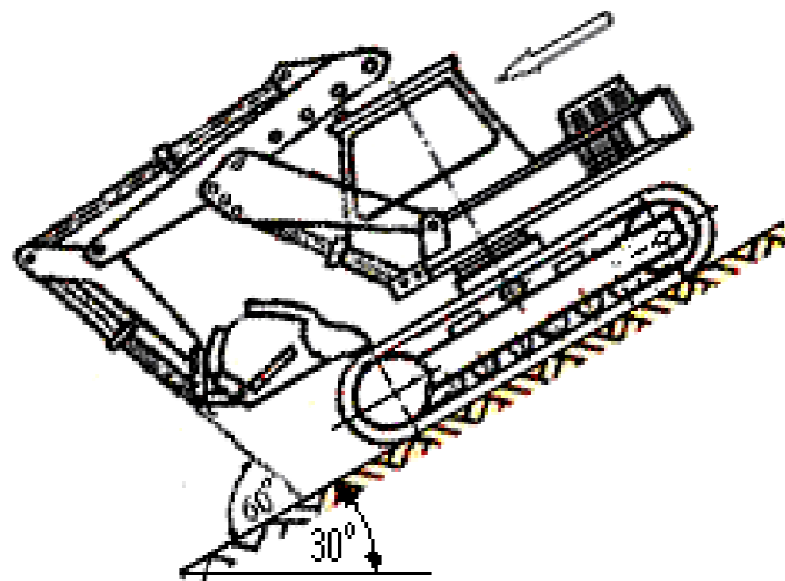
Jedną z najważniejszych zasad pokazuje rys. 9.25. Na rysunku tym pokazano, że stosunek odległości między osią obrotu koparki (na osi tej powinien znajdować się środek ciężkości koparki), a osią obrotu koła napędzającego y do x - odległości od osi koparki do rzutu środka ciężkości na płaszczyznę styku gąsienic z ziemią, powinien wyno-

sić nie więcej, jak 0,75, czyli:  $\frac{x}{y} \leq 0,75$

Dla każdej konstrukcji koparki taki kąt największego wzniesienia, jakie koparka może pokonać powinien być obliczony indywidualnie. Środek ciężkości powinien się znajdować w osi obrotu nadwozia. W praktyce w koparkach hydraulicznych środek ten jest przesunięty do przodu. Podczas jazdy pod górę koła napędowe koparki powinny znajdować się z tyłu, ciągnąc gąsienice do siebie. Podczas zjeżdżania koparki z góry o maksymalnym nachyleniu do  $30^\circ$ , koła napędzające powinny znajdować się z przodu, w celu zachowania samohamowności, a górna część gąsienicy powinna być ściągana na koła napędzające.



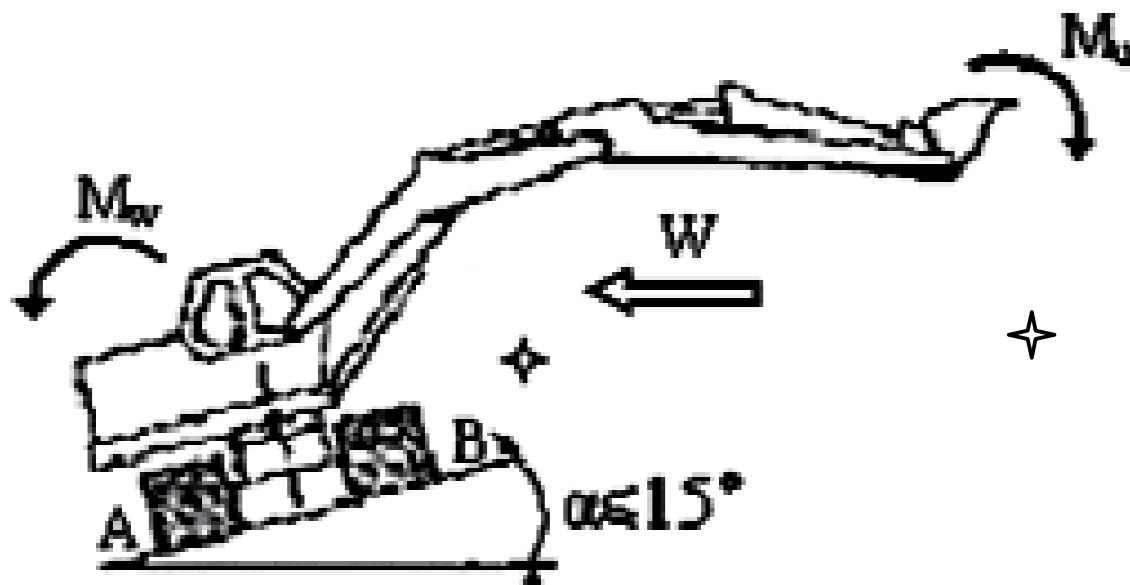
Rys. 9.25 (2) Wjazd koparki pod górę



Rys. 9.26 Zjazd koparki z góry

Zapewnia to hamowanie gąsienic silnikami hydraulicznymi, co jest równoznaczne z hamowaniem koparką. Takie ułożenie gąsienicy obrazuje rys. 9.26. Koparka gąsienicowa może się poruszać w poprzek pochyłości zgodnie z DTR, a gdy takich danych nie ma, to o nachyleniu stoku nie większym, jak  $15^\circ$  z tym, że osprzęt powinien być zwrócony w stronę wzniesienia stoku, co przedstawia rys. 9.27.

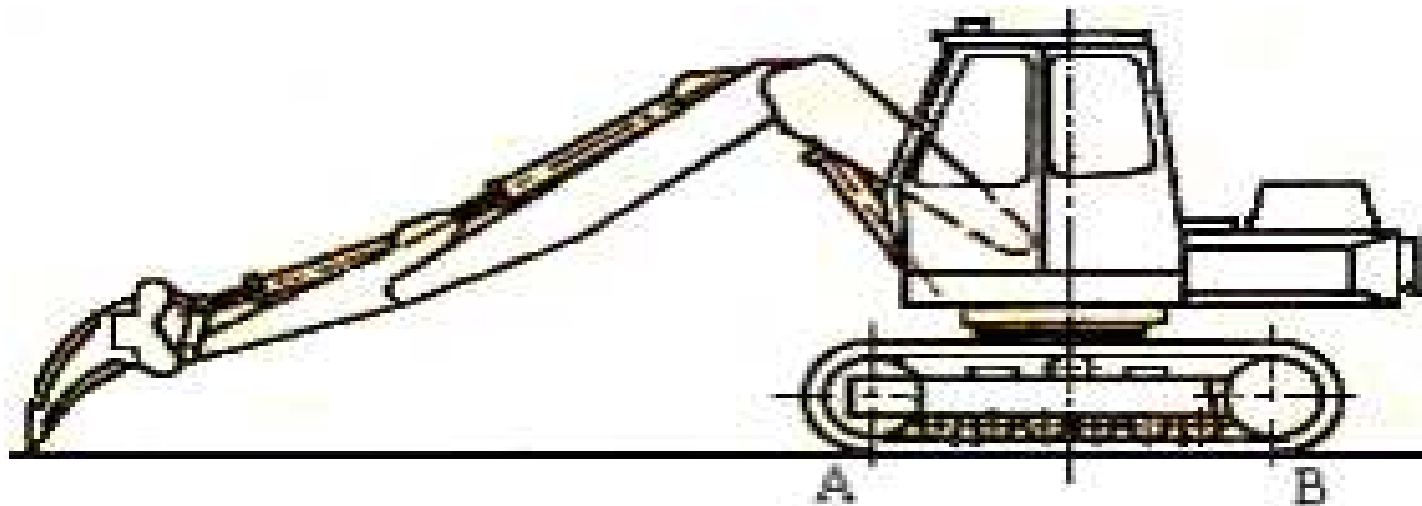
Koparka na wzniesieniach powinna się poruszać w osi wzniesienia stoku, czyli wzdłuż wzniesienia. W poprzek wzniesienia może się poruszać, gdy kąt nachylenia wzniesienia nie przekracza kąta dopuszczalnego dla danej koparki. Najczęściej w DTR dopuszczalnym kątem poruszania się koparki w poprzek stoku jest kąt  $12^\circ$ .



Rys. 9.27 (46) Ułożenie osprzętu koparki przy jeździe w poprzek stoku góry

Po przekroczeniu tego kąta koparka powinna przemieszczać się zakosami. Podczas poruszania się pod górę osprzęt krótki powinien być ułożony i ustawiony jak na rys. 9.27, tzn. pod kątem  $60^\circ$  do osi gaśienic i ustawiony w stronę wzniesienia, natomiast osprzęt długi powinien być ustawiony w stronę wzniesienia z łyżką w pozycji transportowej. Podczas zjazdu koło napędzające gaśienice powinno być ułożone, jak pokazuje rys. 9.26, a osprzęt zgodnie z rys. 9.26. Przyczyny takiego położenia osprzętu wyjaśniono w następnym punkcie.

### 9.9.0. STATYCZNOŚĆ KOPAREK PODCZAS JAZDY



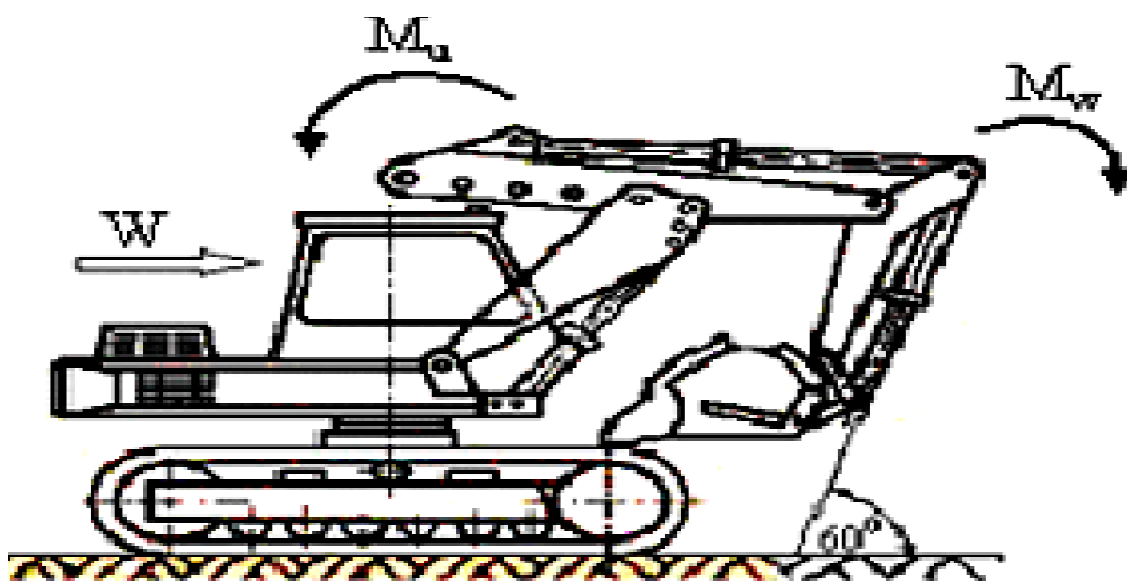
Rys. 9.28 Krańcowe punkty podparcia koparki

W przypadku urabiania gruntów przez operatora posiadającego odpowiednią wiedzę i wprawę, koparka nie jest zagrożona utratą statyczności. W czasie urabiania osprzętem przedsięwziętnym czy ładowarkowym, podczas nadmiernego obciążenia koparka może od podłoża oderwać się w punkcie „A”, patrz rys. 9.28 i oprzeć się łyżką o wyrobisko, mając trzy punkty podparcia. Podczas kopania osprzętem przedsięwziętnym, przy wykorzystaniu



maksymalnej siły na ostrzu lemiesza może ona oderwać się w punkcie „B”, co spowoduje oparcie się łyżki na wyrobisku, tworząc trzy punkty podparcia. Trzypunktowe podparcie jest bardzo stabilne. W takich przypadkach operator będzie czuć utratę stabilności koparki i w każdej chwili może zmniejszyć nacisk łyżki na wyrobisko.

Istnieje jeszcze pojęcie momentu ustalającego maszyny „ $M_u$ ”. Jest to moment spowodowany ciężarem osprzętu z łyżką napełnioną i wysuniętą maksymalnie, przy którym koparka traci statyczność. W celu określenia warunków statyczności koparki porównuje się wartość momentu spowodowanego ciężarem urobku  $M_Q$ , który wynosi  $M_Q = Q \cdot b_Q$ , gdzie  $Q$  - ciężar wyporowy urobku znajdującego się w łyżce. Do obliczeń przyjmuje się, że  $\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$ , natomiast  $b_Q$  - odległość ciężaru urobku od krawędzi wywrotu.



Rys. 9.29 Momenty i siła wiatru działające na koparkę

$M_u$  - moment ustalający

$M_w$  - moment wywracający

$W$  - siła wiatru

$M_{st}$  - moment statyczny

Zachodzi zależność:

$$M_{st.} = M_u - M_w$$

Najczęściej koparka zagraża bezpieczeństwu poza wykopem, wtedy zachowuje się ona, jak urządzenie dźwigowe. Dlatego przy takiej pracy warunki statyczności są podobne do warunków, jakie występują podczas pracy dźwigów. Koparka może stracić statyczność przy nietrafnym doborze pojemności łyżki do wielkości pola pracy osprzętu.

Najbardziej niebezpiecznym momentem dla koparki jest moment wyjścia łyżki z wykopu i w czasie obracania platformy z urobkiem, przy wyprostowanych elementach osprzętu.

W Europie stosuje się zasadniczo cztery metody ustalania współczynnika statyczności:

☒ według niemieckich norm ODMA, które określają, że współczynnik

$$\text{statyczności } k_s = \frac{(M_u - 1,1M_w)}{1,25M_Q} > 1 \text{ albo } 1,25M_Q < M_u - 1,1M_w$$

☒ drugą metodą jest metoda stosowane przez niemiecką firmę Menck, współpracującą z polską firmą Waryński S.A.: