

PORADNIK OPERATORA ŁADOWARKA

Grzegorz Koselnik



Grafton Projekt

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

WYDAWCA:
GRAFTON PROJEKT
WARSZAWA
www.graftonprojekt.com
e-mail: wydawnictwo@graftonprojekt.com

© Copyright by Grzegorz Koselnik 2017
© Copyright by Grafton Projekt 2017

ISBN 978-83-941951-4-4
ISBN 978-83-941951-5-1 (PDF)

Warszawa 2017

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 **ŁADOWARKA**

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 Targówek, ul. Remiszewska 17 lok. 3

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

e-mail: biuro@graftonprojekt.com

SPIS TREŚCI

SPIS TABEL.....	15
2.1.0. PODSTAWOWE POJĘCIA Z ZAKRESU EKSPLOATACJI ...	19
2.1.1. Okres eksploatacji i jego fazy	20
2.1.2. Docierane maszyny	20
2.1.3. Utrata sprawności technicznej przez maszynę w okresie międynaprawczym.....	21
2.1.4. Tarcie i smarowanie	23
2.1.5. Cechy nieprawidłowej eksploatacji maszyny.....	23
2.1.6. Niezawodność maszyn budowlanych	24
2.1.7. Odtworzenie zdolności produkcyjnych maszyny	25
2.2.0. WYDAJNOŚĆ MASZINY BUDOWLANEJ	26
2.2.1. Obmiar wykonania robót ziemnych.....	26
2.2.2. Wydajność teoretyczna W_0	26
2.2.3. Wydajność techniczna W_T	27
2.2.4. Wydajność eksploatacyjna $W_E = W_P$	27
2.3.0. WYKORZYSTANIE CZASU PRACY PRZEZ MASZINY BUDOWLANE.....	27
2.3.1. Straty czasu pracy w eksploatacji bezpośredniej, produkcyjnej	28
2.3.2. Straty czasu pracy maszyny w eksploatacji technicznej, bezpśredniej.....	28
2.4.0. ZASADY EKOLOGII W CZASIE UŻYTKOWANIA MASZYN DO ROBÓT ZIEMNYCH.....	29
2.4.1. Zmniejszenie negatywnych skutków interwencji w środoisko naturalne	29
2.4.2. Zła eksploatacja maszyn do robót ziemnych	29
2.4.3. Regeneracja części lub zespołów maszyny	30
2.5.0. MATERIAŁY EKSPLOATACYJNE.....	30
2.5.1. Paliwo do silników o zapłonie samoczynnym	31
2.5.2. Olej hydrauliczny	31
2.5.3. Oleje smarne do silników spalinowych.....	32
2.5.4. Oleje przekładniowe	33

2.5.5. Smary plastyczne.....	34
2.5.6. Płyny hamulcowe.....	34
2.5.7. Płyny do chłodziw.....	35
2.5.8. Płyny do mycia i spryskiwania szyb.....	36
2.5.9. Ogumienie	37
2.6.0. ZADANIA OPERATORA W PROCESIE UŻYTKOWANIA MASZYN BUDOWLANYCH.....	40
2.6.1. Właściwe wykonanie „Obsługi Technicznej Codziennej” OTC	41
2.6.2. Organizacja stanowiska pracy	41
2.6.3. Współpraca operatora maszyn z zespołem uczestniczącym w procesie produkcyjnym.....	41
2.7.0. EKSPLOATACJA TECHNICZNA	42
2.7.1. Obsługi	42
2.8.0. ZAKRES CZYNNOŚCI WYKONYWANYCH PODCZAS OBSŁUG MASZYN.....	43
2.8.1. Ogólny zakres czynności podczas wykonywania obsługi codziennej OTC	43
2.8.2. Ogólny zakres czynności przy wykonywaniu obsługi sezonowej OTS.....	44
2.8.3. Ogólny zakres czynności przy wykonywaniu obsługi technicznej okresowej OTO ₁	45
2.8.4. Ogólny zakres czynności podczas wykonywania obsługi technicznej okresowej OTO ₂	45
2.8.5. Obsługa handlowa	46
2.8.6. Ogólny zakres czynności przy wykonaniu obsługi transportowej OTT	47
2.8.7. Ogólny zakres czynności podczas wykonania obsługi docierania OTD	48
2.9.0. NAPRAWY.....	48
2.9.1. Kontrola wykonania obsług i napraw	48
2.9.2. Przegląd techniczny i diagnostyka	48
2.10.0. DOKUMENTACJA TECHNICZNO-EKSPLOATACYJNA....	49
2.10.1. Instrukcja eksploatacji i użytkowania.....	49
2.10.2. Katalog części zamiennych	50
2.10.3. Książka maszyny budowlanej.....	50
2.10.4. Raport dzienny pracy maszyny	50
3.0.1. Rys historyczny.....	51
3.1.0. PRĄD ELEKTRYCZNY I ZJAWISKA WYSTĘPUJĄCE PODCZAS JEGO PRZEPŁYWU	51

3.1.1. Budowa atomu.....	51
3.1.2. Prąd elektryczny.....	52
3.1.3. Natężenie przepływu ładunku prądu elektrycznego	53
3.1.4. Natężenie pola magnetycznego i jego potencjał.....	53
3.1.5. Napięcie, moc i praca prądu elektrycznego.....	54
3.1.6. Pole elektromagnetyczne wytwarzane przez płynący prąd	55
3.1.7. Pole elektromagnetyczne wytwarzane przez płynący prąd w cewce	56
3.1.8. Prawo OHMA	56
3.1.9. Przeprowadzenie pomiaru napięcia i natężenia prądu.....	57
3.1.10. Wpływ przepływającego prądu na organizm człowieka....	58
3.2.0. WĘZEL ELEKTRYCZNY I ŁĄCZENIE REZYSTORÓW - OPORNIKÓW	60
3.2.1. Rodzaje obwodów elektrycznych	60
3.2.2. Szeregowe łączenie rezystorów - oporników.....	61
3.2.3. Łączenie rezystorów równolegle	61
3.3.0. OBWODY ELEKTRYCZNE WYSTĘPUJĄCE W MASZYNACH DO ROBÓT ZIEMNYCH.....	62
3.3.1. Układ instalacji elektrycznej jedнопrzewodowej	62
3.3.2. Układ instalacji elektrycznej dwuprzewodowy, dwunapięciowy.....	63
3.3.3. Układ trójprzewodowy, dwunapięciowy	63
3.4.0. PRZEWODY STOSOWANE W INSTALACJACH ELEKTRYCZNYCH POJAZDÓW MECHANICZNYCH.....	64
3.4.1. Charakterystyka przewodów w instalacjach pojazdów samobieżnych.....	64
3.4.2. Oznakowanie przewodów w instalacjach pojazdów samobieżnych.....	65
3.4.3. Przewody wysokiego napięcia	66
3.4.4. Kolorystyka przewodów	67
3.4.5. Rodzaje i budowa włączników i wyłączników oraz ich zastosowanie	68
3.4.6. Rodzaje włączników i wyłączników oraz ich zastosowanie	69
3.5.0. AKUMULATORY	70
3.5.1. Wiadomości ogólne o akumulatorach.....	70
3.5.2. Samowyladowanie akumulatorów	72
3.5.3. Budowa akumulatora kwasowego.....	72
3.5.4. Parametry charakteryzujące akumulator	73
3.5.5. Ładowanie akumulatorów	75

3.5.6. Łączenie akumulatorów szeregowo.....	78
3.5.7. Łączenie akumulatorów równolegle.....	79
3.6.0. WIADOMOŚCI OGÓLNE O MASZYNACH PRĄDU STAŁEGO	79
3.6.1. Ogólne wiadomości o maszynach elektrycznych	79
3.6.2. Wiadomości ogólne o polu magnetycznym.....	80
3.7.0. PRĄDNICE SAMOCHODOWE	82
3.7.1. Prądnice samochodowe prądu stałego.....	84
3.7.2. Budowa i działanie alternatora	85
3.7.3. Regulator napięcia prądnicy	88
3.7.4. Regulatory napięcia alternatora	90
3.8.0. OBWÓD ROZRUCHU SILNIKA SPALINOWEGO.....	92
3.8.1. Rozruch silnika spalinowego.....	92
3.8.2. Wiadomości ogólne o silnikach prądu stałego	93
3.8.3. Rozrusznik silnika spalinowego	96
3.8.4. Elektryczny rozrusznik silnika spalinowego	98
3.8.5. Elektromechaniczne urządzenie sprzęgające	98
3.9.0. PROSTOWNIKI	100
3.9.1. Prostowniki diodowe trójfazowe.....	101
3.10.0. Elektryczny napęd hydraulicznych zaworów zespolonych i proporcjonalnych.....	102
3.11.0. ZABEZPIECZENIE OPERATORA PRZED PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM.....	102
3.11.1. Zabezpieczenie operatora przed porażeniem prądem elektrycznym w czasie obsługi maszyny.....	102
3.11.2. Zabezpieczenie operatora przed porażeniem prądem elektrycznym w czasie pracy maszyny.....	103
4.0.1. Wiadomości ogólne.....	104
4.0.2. Ciecze hydrauliczne.....	105
4.0.3. Uszczelnienia.....	107
4.0.4. Zalety i wady napędu hydraulicznego	110
4.0.5. Istota napędu hydraulicznego.....	111
4.0.6. Ogólny podział elementów napędu hydraulicznego.....	114
4.1.0. POMPY	115
4.1.1. Pompy zębate.....	116
4.1.2. Pompy łopatkowe	120
4.1.3. Pompy rządowe	123
4.1.4. Pompy wielotłoczkowe promieniowe z nie wirującymi tłoczkami.....	123

4.1.5. Akumulatory hydrauliczne	124
4.2.0. ZAWORY STERUJĄCE W NAPĘDACH HYDRAULICZNYCH	127
4.2.1. Rozdzielacze.....	127
4.2.2. Zawory sterujące ciśnieniem cieczy roboczej	136
4.2.3. Zawory sterujące strumieniem	138
4.2.4. Zawory odcinające	139
4.3.0. ODBIORNIKI ENERGII CIECZY HYDRAULICZNEJ	140
4.3.1. Silniki hydrauliczne	140
4.3.2. Silniki hydrauliczne zębate	141
4.3.3. Silniki łopatkowe.....	141
4.3.4. Silniki wielotłoczkowe osiowe	142
4.3.5. Siłowniki hydrauliczne	143
4.4.0. PRZEKŁADNIE HYDRAULICZNE.....	147
4.4.1. Przekładnie hydrokinetyczne	147
4.4.2. Kierunki rozwoju przekładni hydrokinetycznych.....	149
4.4.3. Przekładnie hydrostatyczne	149
4.5.0. ELEMENTY GROMADZĄCE I PRZEWODZĄCE CIECZ W NAPĘDZIE HYDRAULICZNYM	151
4.5.1. Filtry	151
4.5.2. Przewody hydrauliczne sztywne	154
4.5.3. Przewody hydrauliczne giętkie	156
5.01. Charakterystyka silnika spalinowego.....	159
5.1.0. PODZIAŁ SILNIKÓW SPALINOWYCH.....	162
5.1.1. Podział silników ze względu na konstrukcję.....	162
5.1.2. Podział silników ze względu na osiągnięte obroty wału korbowego i dobór do odpowiedniego odbiornika.....	163
5.1.3. Podział silników ze względu na moc maksymalną.....	164
5.2.0. RODZAJE OBIEGÓW ROBOCZYCH	164
5.2.1. Silniki spalinowe dwusuwowe	164
5.2.2. Wady i zalety silników dwusuwowych.....	165
5.2.3. Silniki spalinowe czterosuwowe.....	165
5.2.4. Wady i zalety silników czterosuwowych o zapłonie iskrowym.....	166
5.2.5. Wady i zalety silników czterosuwowych o zapłonie samoczynnym.....	167
5.3.0. BUDOWA SILNIKA.....	167
5.3.1. Korpus silnika	167

5.3.2. Układ korbowo-tłokowy	170
5.4.0. ROZRZĄD SILNIKÓW CZTEROSUWOWYCH	173
5.5.0. UKŁADY ZAPŁONOWE SILNIKÓW CZTEROSUWOWYCH	177
5.5.1. Zapłon iskrowy	178
5.5.2. Zapłon samoczynny	179
5.6.0. UKŁAD SMAROWANIA SILNIKA SPALINOWEGO	182
5.6.1. Smarowanie samoczynne	182
5.6.2. Smarowanie wymuszone (ciśnieniowe)	183
5.7.0. UKŁAD CHŁODZENIA SILNIKA SPALINOWEGO	185
5.7.1. Chłodzenie silnika spalinowego powietrzem	185
5.7.2. Chłodzenie silnika spalinowego cieczą przepływowe wymuszone	186
5.8.0. UKŁADY ZASILANIA SILNIKÓW Z ZAPŁONEM SAMOCZYNNYM	191
5.8.1. Pompka zasilająca	193
5.8.2. Pompa wtryskowa rzędowa	194
5.8.3. Pompa rozdzielaczowa	197
5.8.4. Dostarczenie paliwa do cylindra metodą „Common Rail”	199
5.8.5. Wtryskiwacz paliwa otwierany hydraulicznie	202
5.8.6. System wtrysku dwukrotnego typu Vario	203
5.8.7. Wtryskiwacze elektromagnetyczne	203
5.8.8. Wtryskiwacze piezoelektryczne	204
5.9.0. DOŁADOWANIE	205
5.10.0. EKSPLOATACJA SILNIKA SPALINOWEGO	207
5.10.1. Zasady dotyczące eksploatacji silników spalinowych	207
5.11.0. OBSŁUGI SILNIKA SPALINOWEGO	208
5.11.1. Uwagi ogólne	208
5.11.2. Obsługa techniczna codzienna silnika OTC	208
5.11.3. Wielkości charakteryzujące silnik spalinowy	209
5.11.4. Niedomagania silników z zapłonem samoczynnym	210
6.1.0. BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY PODCZAS PLANOWANIA I ORGANIZACJI ROBÓT ZIEMNYCH	212
6.2.0. BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY PODCZAS WYKONYWANIA OBSŁUG ŁADOWARKI	213
6.3.0. BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY NA BUDOWIE	217
6.4.0. PRACA ŁADOWARKI W POBLIŻU LINII ENERGETYCZNYCH I W STREFACH NIEBEZPIECZNYCH	221
6.4.1. Napięcie krokowe	221

6.4.2. Wielkość strefy niebezpiecznej przy budynkach i liniach energetycznych w zależności od napięcia prądu w nich płynącego	222
6.4.3. Praca w strefie niebezpiecznej linii energetycznej	223
6.5.0. DZIAŁANIA ZABRONIONE	224
6.6.0. W CELU REALIZACJI ZADAŃ BHP NAKAZUJE SIĘ:.....	224
7.0.1. Podział ładowarek jednonaczyniowych	226
7.1.0. ŁADOWARKI NA PODWOZIU KOŁOWYM	227
7.1.1. Ładowarka kołowa czołowa o ramie sztywnej.....	228
7.1.2. Ładowarki o ramie sztywnej i burtowym (bocznym) wyładunku naczynia roboczego.....	230
7.1.3. Ładowarki kołowe czołowe teleskopowe z ramą sztywną	232
7.1.4. Ładowarki kołowe czołowe z ramą przegubową	233
7.1.5. Mocowanie mostów do ramy ładowarki	235
7.2.0. UKŁAD JEZDNY ŁADOWAREK Z RAMĄ PRZEGUBOWĄ	236
7.2.1. Budowa mostów napędowych	236
7.2.2. Przekładnia główna i mechanizm różnicowy	238
7.2.3. Zwolnice	243
7.2.4. Mechanizm zwrotniczy.....	246
7.2.5. Układy kierownicze ze wspomaganiem stosowane w ładowarkach.....	248
7.2.6. Układy hamulcowe stosowane w ładowarkach kołowych	254
7.3.0. NAPIĘDY	259
7.3.1. Napęd hydrokinetyczny	259
7.3.2. Konstrukcja zmiennika momentu i jego charakterystyka pracy.....	261
7.3.3. Zmiennik momentu z wielonapędem.....	265
7.3.4. Współpraca zmiennika momentu ze skrzynią biegów rozłączalną pod obciążeniem, w układzie napędu maszyny do robót ziemnych	266
7.3.5. Moment napędowy na kołach przy różnych szybkościach jazdy	269
7.3.6. Skrzynie biegów przełączalne pod obciążeniem stosowane w napędach ładowarek	270
7.3.7. Przeniesienie napędu ze zmiennika momentu na koła jezdne	274
7.4.0. NAPIĘD HYDROSTATYCZNY	274
7.4.1. Hydrostatyczny napęd z jedną pompą i silnikiem oraz skrzynią rozdzielczą.....	275

7.4.2. Hydrostatyczny układ napędowy z jedną pompą i dwoma silnikami.....	276
7.4.3. Hydrostatyczny układ napędowy z pompą i silnikiem oraz dwubiegową skrzynią przekładniową	276
7.4.4. Hydrostatyczny układ napędowy z dwoma pompami i czterema silnikami	277
7.5.0. OSPRZĘT ŁADOWARKI.....	278
7.5.1. Budowa osprzętu ładowarkowego	278
7.5.2. Osprzęty robocze ładowarki	280
7.6.0. BUDOWA KABINY I SPOSOBY STEROWANIA OSPRZĘTEM	280
7.6.1. Budowa kabiny operatora.....	280
7.6.2. Sterowanie osprzętem i naczyniem roboczym.....	281
7.6.3. System sterowania napędem maszyny.....	284
7.7.0. BUDOWA ŁADOWARKI GĄSIENICOWEJ	285
7.7.1. Ciągnik ładowarki gąsienicowej.....	285
7.7.2. Praca ciągnika ładowarki gąsienicowej	287
7.7.3. Naciąg gąsienicy i jego budowa	287
8.0.1. Rodzaje robót ziemnych.....	289
8.0.2. Znaczenie organizacji robót ziemnych i zasady jej realizacji	289
8.1.0. ORGANIZACJA ROBÓT ZIEMNYCH	290
8.1.1. Metoda pracy tradycyjnej.....	290
8.1.2. Metoda pracy równomiernej	290
8.1.3. Zasady organizacji placu budowy	291
8.1.4. Prace związane z organizacją stanowiska pracy ładowarki	291
8.2.0. KLASYFIKACJA GRUNTÓW WG TRUDNOŚCI ICH ODSPAJANIA.....	292
8.2.1. Gęstość pozorna - ciężar wyporowy.....	295
8.2.2. Spulchnianie	296
8.2.3. Wilgotność gruntów	296
8.2.4. Rodzaje gruntów.....	297
8.2.5. Klin odłamu gruntu.....	300
8.2.6. Najmniejsza odległość zbliżenia się ładowarki do wykopu	301
8.2.7. Statyczność podczas pracy ładowarki	303
8.3.0. TECHNOLOGIA URABIANIA GRUNTÓW PRZEZ ŁADOWARKĘ CZOŁOWĄ.....	303

8.3.1. Podstawowe pojęcia z zakresu procesu urabiania gruntów	303
8.3.2. Opory skrawania zależne od ustawienia i kształtu narzędzia roboczego	305
8.3.3. Proces napelniania naczynia roboczego podczas pracy....	307
8.3.4. Cykl pracy ładowarki	310
8.3.5. Transport i załadunek materiałów ładowarką na środki transportu.....	314
8.3.6. Charakterystyka łyżki ładowarki.....	316
8.3.7. Dobór pojemności łyżki do urabiania różnych gruntów ...	317
8.3.8. Dobór ładowarki do robót ziemnych	318
8.4.0. WYKONYWANIE ŁADOWARKĄ NASYPÓW I WYKOPÓW ORAZ ICH ZASYPYWANIE	318
8.4.1. Wykonywanie długich szerokoprzestrzennych wykopów	319
8.4.2. Kopanie wykopu krótkiego, z przedpiersiem i bez.....	319
8.4.3. Usunięcie darniny i ziemi uprawnej.....	320
8.4.4. Wykonywanie nasypów metodą czołową.....	320
8.4.5. Wykonywanie nasypów metodą boczną.....	321
8.4.6. Wykonywanie nasypów metodą warstwową	321
8.4.7. Zasypywanie wykopów i spychanie ziemi na skarpe nasypu	322
8.5.0. TECHNIKI WYKONYWANIA NIEKTÓRYCH ROBÓT ZIEMNYCH	325
8.5.1. Nabieranie na łyżkę ładowarki materiałów sypkich i mało spoistych	325
8.5.2. Równanie terenu ładowarką czołową jednonaczyniową ..	326
8.5.3. Skrobanie powierzchni utwardzonej	327
8.5.4. Wykorzystanie siły wyrywającej łyżki ładowarki.....	328
8.5.5. Usuwanie ładowarką cienkich i grubych drzew z ziemi ...	328
8.5.6. Pchanie łyżką ładowarki	329
8.5.7. Praca osprzętem ładowarkowym na ścianie skarpy	329
8.5.8. Urabianie gruntów na pólce	330
8.5.9. Usuwanie nawisów powstałych na skarpie	330
8.5.10. Usuwanie dużych kamieni z podłoża i ściany hałdy	331
8.6.0. NIEDOZWOLONE TECHNIKI I PRACA W TRUDNYCH	332
WARUNKACH	332
8.6.1. Niedozwolone techniki pracy ładowarką.....	332
8.6.2. Praca maszyny w trudnych warunkach	334
8.7.0. TECHNIKA PORUSZANIA SIĘ ŁADOWARKĄ	337

8.7.1. Poruszanie się ładowarką po drogach publicznych	337
8.7.2. Poruszanie się ładowarką na placu budowy	338
8.7.3. Garażowanie ładowarki w terenie górzystym.....	338
8.7.4. Jazda ładowarką wzdłuż stoku.....	339
8.7.5. Jazda ładowarką w poprzek stoku.....	339
8.7.6. Holowanie przyczep ładowarką kołową	340
8.7.7. Holowanie ładowarki kołowej.....	340
8.7.8. Holowanie ładowarki gąsienicowej	341
8.7.9. Skróty funkcji maszyn stosowane w DTR	341

SPIS TABEL

1. Podział eksploatacji (według Maszyny Budowlane, Prof. dr inż. Ignacy Brach)	(str. 19)
2. Kody dopuszczalnej prędkości jazdy dla opon (Portal Oponiarski.pl)	(str. 39)
3. Zestawienie norm przewodów stosowanych w instalacjach elektrycznych (Internet - Przewody wysokiego napięcia)	(str. 65)
4. Ogólny podział elementów napędu hydraulicznego na działy i grupy (Mały Poradnik Mechanika Tom I i II)	(str. 114)
5. Podział akumulatorów hydraulicznych (Mały Poradnik Mechanika Tom I i II)	(str. 125)
6. Siły mięśni wywierane na elementy sterujące (PN-ISO 7096, Ciągniki i ładowarki gąsienicowe, elementy sterownicze)	(str. 127)
7. Szczegółowy podział siłowników na grupy, rodzaje i typy (Mały Poradnik Mechanika Tom I i II)	(str. 144)
8. Wymiary przewodów sztywnych	(str. 155)
9. Przewody giętkie stosowane w napędach hydraulicznych	(str. 157)
10. Niedomagania silników z zapłonem samoczynnym (Poradnik Mechanika Samochodowego Franciszek Stawiszyński)	(str. 210)
11. 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. 223)
12. Dane techniczne zmienników momentu produkcji krajowej	(str. 261)
13. Podział gruntów na kategorie wg trudności ich odspajania	(str. 293)
14. Klasyfikacja gruntów dla osprzętów maszyn budowlanych według norm rosyjskich (prof. N.G. Dąbrowskiego)	(str. 298)
15. Współczynnik kąta klina odłamu gruntu	(str. 301)

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 ładowarek 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 ładowarki 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, rysunek numer 23 w tym rozdziale oraz pozycję numer 15 z wykazu literatury.

Opracowano: 31 stycznia 2017 r.

Rozdział pierwszy

Wstęp

Ładowarka jest maszyną roboczą, której głównym elementem jest maszyna podstawowa (ciągnik) z zamontowanymi elementami sterującymi osprzętem, przeznaczona do robót ziemnych.

Ładowarki jednonaczyniowe weszły do użytku dopiero wtedy, gdy opatowano technikę posługiwania się napędami hydraulicznymi. Były robione próby budowy ładowarek z osprzętem linowym, tzw. ładowarek zasięrzutnych. W Polsce była to konstrukcja oparta na spycharce typu „MAZUREK”, a w Stanach Zjednoczonych ładowarki linowe na bazie osprzętu „SKOPER”. Wszystkie te konstrukcje okazały się niedoskonałe, dopiero hydrauliczne przeniesienie napędu na układ jazdy i osprzęt spowodowało postęp w konstrukcji i budowie ładowarek. **Zadaniem ładowarek jednonaczyniowych jest nabieranie materiału ze składowiska lub hałdy i przenoszenie go na środki transportu lub na miejsce składowania.**

Różnica pracy między osprzętem podsiębiernym ładowarkowym koparki, a pracą osprzętu ładowarki ciągnikowej jest taka, że w koparce naczynie robocze zostaje zagłębione w grunt przez siłę wytworzoną narastającym ciśnieniem cieczy roboczej, natomiast osprzęt ładowarkowy zostaje zagłębiony w grunt za pomocą energii kinetycznej i pracy sił tarcia układu jezdowego, zaś siłą narastającego ciśnienia cieczy wykonuje ruch pomocniczy podniesienia naczynia roboczego.

Dlatego chociaż koparki z osprzętem przedsiębiernym spełniają często rolę ładowarek, to różnica w działaniu obu rodzajów maszyn wypada na korzyść tych drugich. Łukowy ruch łyżki po jej napełnieniu, umieszczonej na końcu ramienia, powoduje oddalanie się ładunku od osi koparki, co zwiększa moment wywracający maszynę i konieczność zmniejszenia pojemności jej łyżki. Natomiast ładowarka pracuje czołowo, tj. zawsze prostopadłe do przedniej osi podwozia, a ładunek znajduje się blisko przednich kół podwozia, których oś jest osią wywrotu maszyny, co zwiększa jej statyczność wzdłużną. W czasie podnoszenia łyżki odległość środka ciężkości ładunku maleje w stosunku do osi wywrotu, a tym samym maleje moment wywracający. Dlatego ładowarki mogą być wyposażone w łyżki o pojemno-

ści od 50% do 250% większej od koparek. Niekorzystną cechą ładowarki jest to, że koparka ma krótszy cykl pracy: po napełnieniu łyżki następuje obrót i wysypanie urobku, natomiast ładowarka musi pokonać odległość od napełnienia do wysypania urobku, czyli przesunąć podwozie, zużywając nie tylko energię, ale i inne części maszyny. Technika pracy ładowarką czołową powoduje to, że powinna ona posiadać dużą łatwość manewrowania na budowie. Manewrowość ładowarki zależy od układu skrętu i elastyczności przekazywania mocy na koła jezdne oraz od dostosowania się osi czy mostu kierowanego do kształtu terenu.

Ładowarki buduje się w taki sposób, by miały coraz większą siłę poziomą, którą wykorzystuje się do poziomego lub pochyłego skrawania gruntu w robotach ziemnych. Ładowarkę można wykorzystać do wykonywania wykopów o dnie poziomym jak i pochyłym, ustawiając łyżkę pod odpowiednim kątem wjazdu do wykopu. Po napełnieniu łyżki ładowarka wyjeżdża po pochyłości z wykopu wraz z ładunkiem i wysypuje urobek w przewidzianym miejscu.

Obecne tendencje rozwojowe ładowarek zmierzają w kierunku skrócenia ich cyklu pracy i zwiększenia manewrowości maszyn na placu budowy.

ROZDZIAŁ DRUGI
EKSPLOATACJA

2.1.0. PODSTAWOWE POJĘCIA Z ZAKRESU EKSPLOATACJI

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

Tabela 1. Podział eksploatacji

Eksploatacja	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
	Planowanie i organizowanie pracy maszyny	Zaopatrzenie w materiały eksploatacyjne, części i zespoły zamienne
		Kierowanie pracą zaplecza obsługowo-naprawczego

Cechami charakterystycznymi procesu eksploatacji maszyn budowlanych są:

- ▣ częste zmiany miejsca pracy maszyny oraz duża częstotliwość przemieszczania

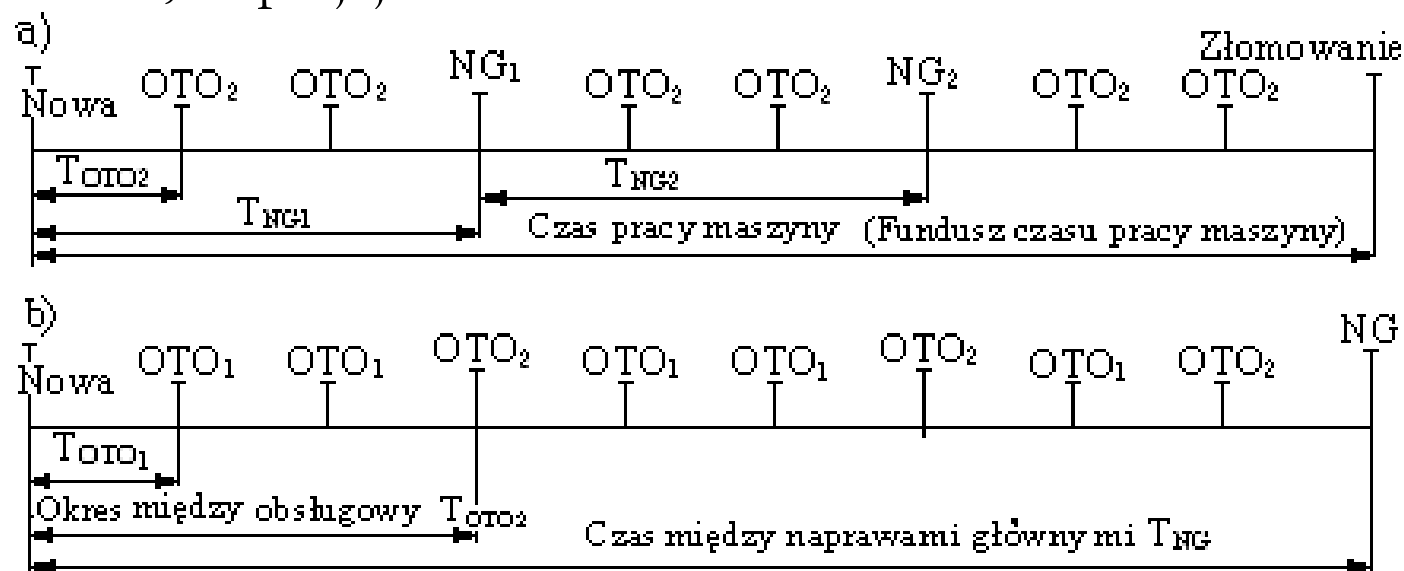
- ▣ szeroki zakres zmienności warunków użytkowania, tak pod względem wymogów otoczenia, jak i wykonywania zadań
- ▣ częste okresy przemiennie występującego użytkowania i obsługi.

Eksploatacja bezpośrednia (produkcyjna) obejmuje wykonanie zadań produkcyjnych i czynności obsługowych, wykonanych na placu budowy, 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, 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

ROZDZIAŁ TRZECI

PODSTAWY ELEKTROTECHNIKI

3.0.1. Rys historyczny

Bursztyn 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.**

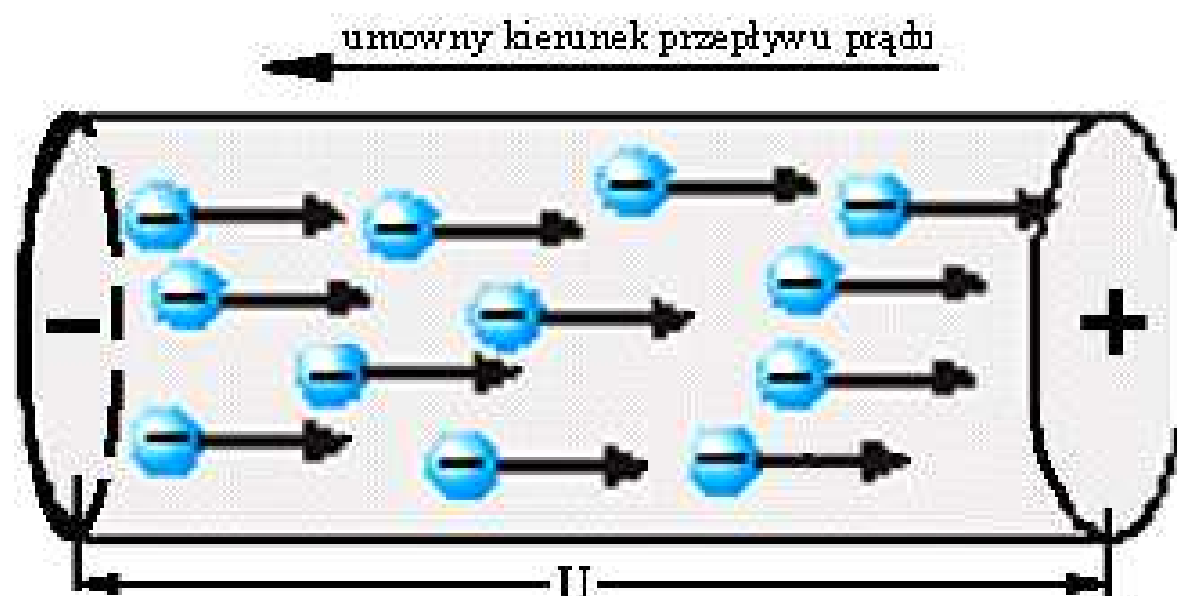
Wyodrębnioną grupę stanowią pierwiastki, których atomy na powłoce zewnętrznej mają po 4 elektrony np. german czy krzem. Mają one właściwości dielektryczne, lecz po modyfikacji struktury umożliwiają przepływ prądu elektrycznego. **Materiały te są zwane półprzewodnikami.** Pomimo zaburzenia lokalizacji 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 dotychczasowy nieskoordynowany ruch swobodnych elektronów zostaje zmieniony w ruch uporządkowany i skierowany w wyznaczonym kierunku.



Rys. 3.1 Przepływ elektronów swobodnych przy powstałej różnicy potencjałów

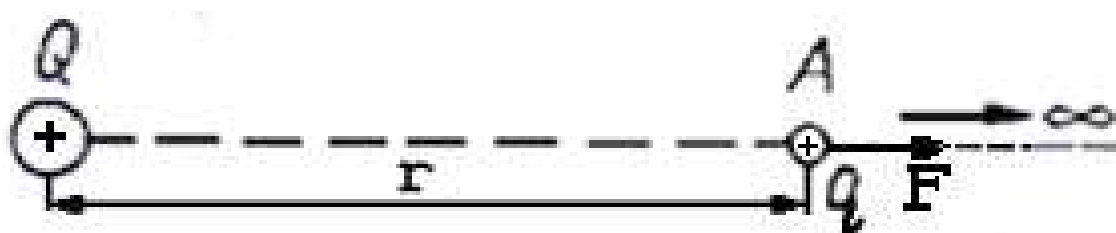
3.1.3. Natężenie przepływu ładunku prądu elektrycznego

Przepływ prądu elektrycznego (ładunku) przez przewodnik, następuje tylko wtedy, gdy powstała różnica potencjałów pola magnetycznego. **Natężeniem prądu elektrycznego nazywamy ilość przepływającego ładunku elektrycznego Q , przez przekrój przewodnika, w jednostce czasu t i oznaczamy go literą I - prąd stały oraz i - prąd o zmiennej wartości w czasie.** Wzór na wielkość prądu można zapisać:

$$i = \frac{Q}{t} - \text{prąd przemienny}, \quad I = \frac{Q}{t} - \text{prąd stały}$$

Jednostką ładunku elektrycznego jest kulomb [C]. *Kulomb* jest to ładunek elektryczny przenoszony w ciągu sekundy, przy nie zmieniającym się prądzie, równym jednego ampera [A]. Zatem natężenie prądu o wielkości jednego ampera jest równy jednemu kulombowi dzielonemu przez sekundę [$1A = 1C/s$].

3.1.4. Natężenie pola magnetycznego i jego potencjał



Rys. 3.2 Dwa ładunki umieszczone w polu magnetycznym

Podczas przepływu prądu zostaje wytworzone pole elektryczne, którego działanie jest zgodnie z Prawem Coulomba, dotyczącym sił działających na ładunki w polu elektrostatycznym. Na rys. 3.2 pokazano ładunek punktowy q , umieszczony w niezmiennym polu elektrostatycznym wytworzonym przez ładunek źródłowy Q . Obydwa ładunki są dodatnie, a więc będą się

odpychały. Zgodnie z Prawem Coulomba, na ładunek q będzie działała siła F , wytworzona przez pole elektryczne ładunku Q .

Siła ta będzie miała postać: $F = \frac{Q \cdot q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2}$, gdzie ϵ - przenikalność elektryczna.

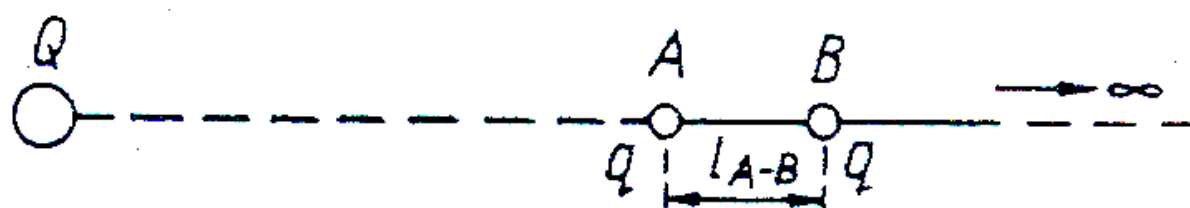
Jeśli podzielimy obydwie strony równania przez q , to otrzymamy wielkość określającą natężenie pola elektrycznego:

$$\frac{F}{q} = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2} = E \text{ czyli } E = \frac{F}{q}$$

Potencjał pola elektrostatycznego E w danym jego punkcie, nazywamy stosunek siły F działającej na ładunek próbny, do wielkości tego ładunku. W celu określenia potencjału w każdym punkcie pola elektrycznego wprowadzono potencjał elektryczny oznaczony literą „V”. Potencjał charakteryzuje stan energetyczny każdego punktu pola elektrycznego.

3.1.5. Napięcie, moc i praca prądu elektrycznego

Na rys. 3.3 pokazano przesunięcie w polu elektromagnetycznym ładunku q , z punktu „A” do punktu „B”. przez siłę F . Podczas przemieszczania ładunku q zostaje wykonana praca. Przemieszczając ładunek elektryczny Q z punktu o potencjale V_1 do punktu o potencjale V_2 , wykonano pracę W .



Rys. 3.3 Przesunięcie ładunku w polu elektrycznym

Pracę tę wyraża się wzorem znanym z mechaniki: $W = F \cdot I_{AB} = E \cdot q \cdot I_{AB}$, dzieląc obydwie strony równania przez q

otrzymamy $\frac{W}{q} = E \cdot I_{AB}$, ale potencjał pola elektrycznego w punkcie „A”

wynosi $V_1 = \frac{W_A}{q}$, a w punkcie „B” ma wielkość $V_2 = \frac{W_B}{q}$. Mnożąc oby-

dwa równania przez q otrzymamy $W_A = V_1 \cdot q$ i $W_B = V_2 \cdot q$, a praca wykonana przy przesunięciu ładunku q z punktu „A” do punktu „B” wyniesie $W = W_A - W_B$, a więc $W = (V_1 - V_2) \cdot q$, ale $V_1 - V_2 = U$, jest to różnica potencjałów pola elektrycznego.

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 sterujących (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:

- ☆ ścisłość 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.

★ Ścisłość i rozszerzalność objętościowa cieczy roboczych

Ścisłość 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 dość duża, ale w procesach mechanicznych, jakie zachodzą podczas pracy układu hydraulicznego i w obliczeniach statycznych elementów napędowych, nie ma potrzeby uwzględniać ścisłości cieczy hydraulicznej. Natomiast podczas analizy zjawisk dynamicznych zachodzących podczas pracy napędu hydraulicznego, ścisłość cieczy roboczej powinna być uwzględniana. Opracowanie powyższe nie zajmuje się procesami dynamicznymi zachodzącymi podczas pracy czynnika hydraulicznego.

W cieczech hydraulicznych, jak we wszystkich innych materiałach, 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 η jest iloczynem współczynnika lepkości kinetycznej ν i gęstości cieczy ς : $\eta = \xi \cdot \nu$

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 [$^{\circ}\text{E}$], a pomiaru dokonuje się w temperaturach 20°C , 50°C i 100°C .

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

Wraz ze wzrostem temperatury tarcie wewnętrzne cząstek cieczy maleje. Lepkość olei wraz ze wzrostem temperatury jest różna. Należy pamiętać, że oleje o mniejszej lepkości początkowej (rzadsze) 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 starzenia się olejów zależy od temperatury i czasu pracy. Jeśli w temperaturze otoczenia 20°C i przy ciśnieniu atmosferycznym proces utleniania jest bar-

dzo 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

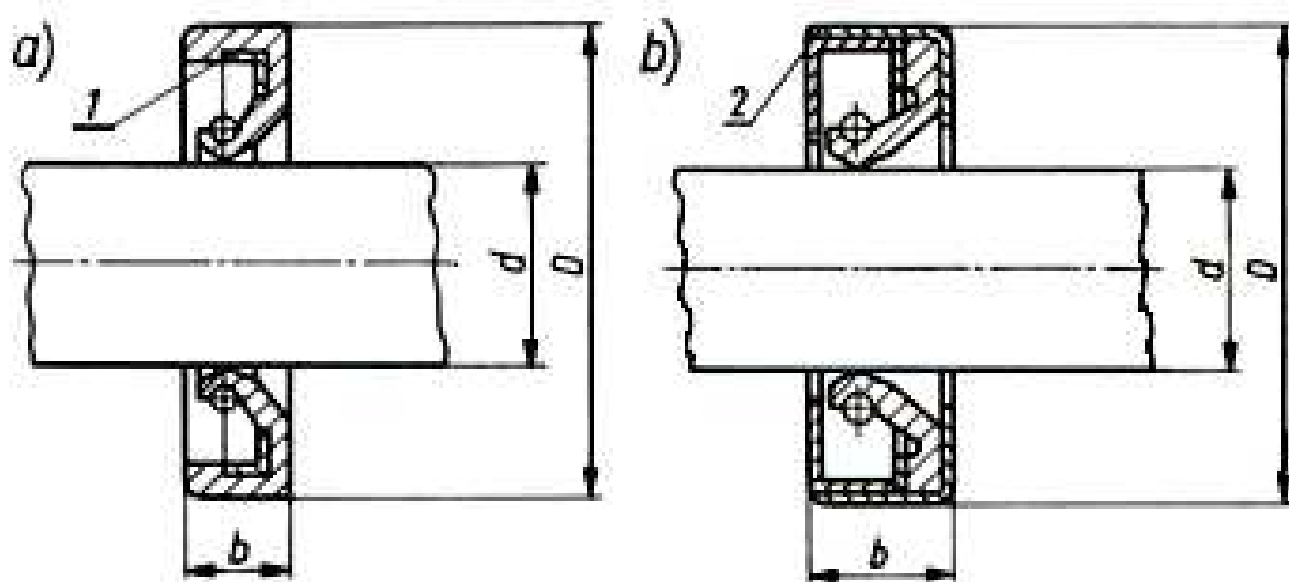
Ze względu na konstrukcje elementów napędu hydraulicznego, o doborze cieczy roboczej powinien decydować wytwórca. Jeżeli z różnych względów użytkownik nie określa czynnika hydraulicznego w używanym napędzie hydraulicznym, to o doborze cieczy roboczej decydują warunki, w jakich napęd pracuje. Stosowany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



Rys. 4.1 Pierścień uszczelniający wałki obrotowe
a - rodzaj „A”; b - rodzaj „B”

ROZDZIAŁ PIĄTY SILNIKI SPALINOWE

Silniki 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.

5.01. 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 wykorbienia „r”, wtedy $S = 2r$

Charakterystyka dynamiczna silnika obejmuje:

- ⇒ stopień sprężania
- ⇒ prędkość obrotową, maksymalny moment obrotowy i moc znamionowa
- ⇒ 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 mecha-**

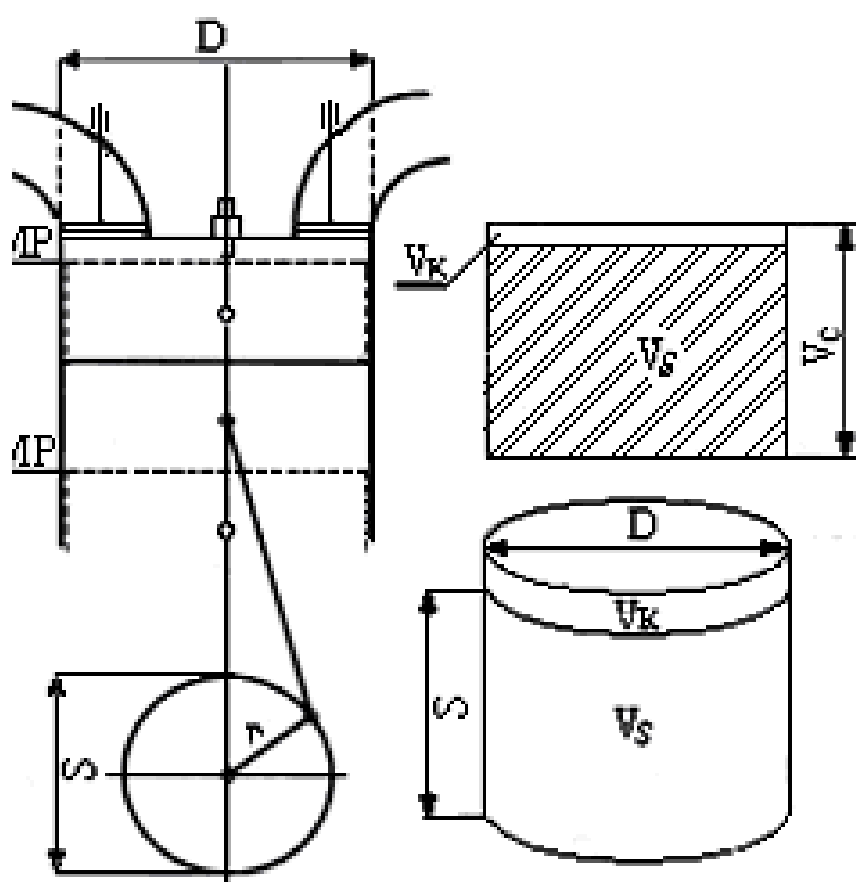
niczną. Zależnie od ilości suwów tłoka przypadających na obieg, rozróżniamy **silniki z obiegiem dwusuwowym i czterosuwowym.**

★ Stopień sprężania

Stopień sprężania ε 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 $6 \div 11$, a dla silników wysokoprężnych $14 \div 24$.



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/dcm³], gdzie N - moc znamio-

nowa w [kW], V_c - pojemność całkowita silnika w [dcm³].

★ **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 η_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 η 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	$\eta = 18\% \div 22\%$
silniki czterosuwowe o zapłonie iskrowym ZI	$\eta = 23\% \div 28\%$
silniki małej i średniej mocy o zapłonie samoczynnym ZS	$\eta = 30\% \div 38\%$
silniki średniej mocy doładowane o zapłonie ZS	$\eta = 37\% \div 48\%$

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

BHP PODCZAS EKSPLOATACJI ŁADOWAREK

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

Z badań przeprowadzonych w Europie wynika, że około 75% wszystkich wypadków, w tym 80% wypadków śmiertelnych jest spowodowane złym opracowaniem harmonogramu prac i złą organizacją obiegu informacji, a także placu budowy, stanowiska pracy i wykonawstwa robót ziemnych. Dlatego bardzo ważnym elementem jest 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 2003r, Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2001r, 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 m.** Operator powinien widzieć dwa paliki jednocześnie, by wyznaczyć linię prostą.

⇒ Eksploatacja maszyn budowlanych odbywa się w terenie rozpoznany pod względem geologicznym i gruntowym, dlatego przed rozpoczęciem pracy operator powinien rozpoznać teren w którym będzie pracował.

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

6.2.0. BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY PODCZAS WYKONYWANIA OBSŁUG ŁADOWARKI

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

⇒ Nie wolno osłabiać szkieletu kabiny i osłon zabezpieczających przewody, w których płynie ciecz o wysokim ciśnieniu.

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

⇒ dla wykopów o głębokości 4 metry i głębszych kierownik budowy powinien podać kąt bezpiecznego nachylenia skarpy

⇒ Pole pracy ładowarki jest to przestrzeń zajęta przez maszynę podczas jednego cyklu roboczego (od nabrania materiału do naczynia roboczego poprzez transport, wysypanie i powrót do ułożenie łyżki w celu napełnienia jej materiałem)

⇒ Nie wolno przewozić pasażerów ładowarką, dotyczy to łyżki jak i kabiny, a także podestów.

6.2.0. BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY PODCZAS WYKONYWANIA OBSŁUG ŁADOWARKI

⇒ 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.

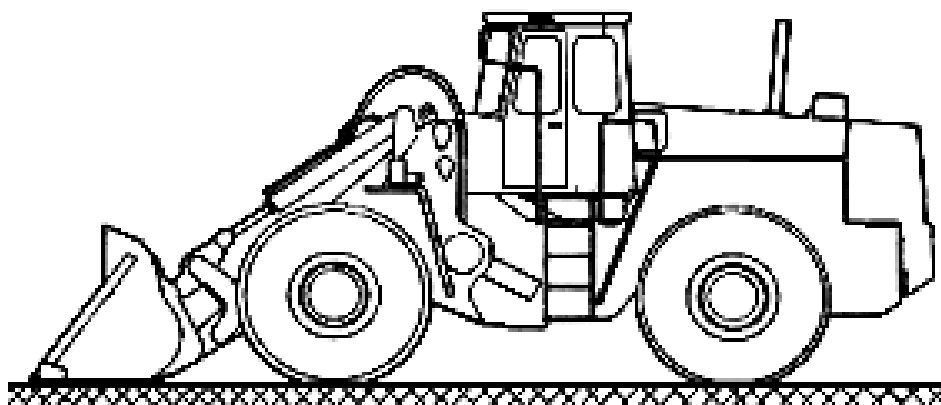
⇒ W przypadku stwierdzenia w czasie pracy uszkodzenia maszyny, czy innego urządzenia technicznego, montowanego do niej, należy maszynę natychmiast zatrzymać i usunąć usterkę.

⇒ Zwiększenie ciśnienia w układzie roboczym ponad wartość dopuszczalną jest niedopuszczalne, ponieważ można uszkodzić maszynę.

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

⇒ Podczas garażowania i wykonania obsługi ładowarka powinna być ustawiona na terenie płaskim i w miarę poziomym, pokazuje takie ustawienie rys. 6.1. W terenie górzystym garażowanie ładowarki powinno się odbywać w poprzek stoku, o nachyleniu nie większym jak 12° . Takie ustawienie ładowarki przedstawia rys. 6.2. W przypadku braku możliwości garażowania maszyny w poprzek stoku, można ją ustawić wzdłuż stoku pod warunkiem, że zostały zablokowane koła a łyżka blokuje ładowarkę przed osunięciem się w stronę skłonu stoku. Takie ustawienie maszyny pokazano na rys. 6.2. W układzie napędu hydraulicznego ciśnienie czynnika hydraulicznego powinno być wyzerowane (zblżone do ciśnienia w zbiorniku). Podczas garażowania 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 wyłączeniu silnika napędowego. Po tych czynnościach należy poruszyć wszystkimi dźwigniami rozdzielaczy, by czynnik hydrauliczny z linii tłoczenia przepłynął do linii spływu i zbiornika.

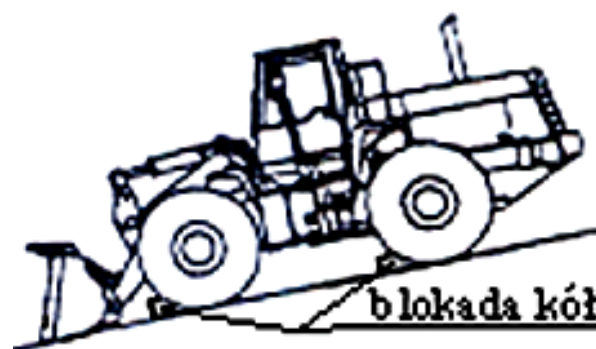


Rys. 6.1 Ustawienie maszyny na terenie płaskim do wykonania obsługi lub garażowania

⇒ Podczas krótkiego postoju osprzęt ładowarki 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.

⇒ Podczas wykonywania obsługi OTC czy innych prac, ładowarka powinna być unieruchomiona i zahamowana, z ułożoną łyżką na ziemi, w takiej pozycji, która stworzy operatorowi możliwość oglądu wszystkich jego ruchomych elementów. Tak ułożony osprzęt przedstawia rys. 6.1.

⇒ Podczas wykonywania obsług w ładowarce z ramą przegubową wózki powinny być zblokowane - zabezpieczone przed obrotem wokół przegubu.



Rys. 6.2 Garażowanie ładowarki na stokach terenu górzystego

⇒ Wszystkie czynności obsługowe dotyczące płynów i olejów należy wykonywać przy zimnym silniku napędowym.

⇒ 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, taki sposób podparcia pokazuje rys. 6.3.

⇒ Obsługę transportową ładowarki należy wykonać zgodnie z instrukcją transportu ładowarki zawartą w DTR. Obsługę transportową podzielić można na przejazd ładowarki przy wykorzystaniu własnego napędu, holo-

ROZDZIAŁ SIÓDMY

BUDOWA ŁADOWARKI JEDNONACZYNIOWEJ CZOŁOWEJ

Ladowarki są maszynami technologicznie pośrednimi między koparkami, a maszynami do płaskiego odspajania gruntu, takimi jak spycharki, zgarniarki czy równiarki. Wykonują takie same operacje, jak koparki czy maszyny do płaskiego odspajania gruntu, ale innymi technikami. Podstawowym urządzeniem ładowarki jest ciągnik, przystosowany do przenoszenia dużych sił poziomych, dlatego ciągniki rolnicze produkowane seryjnie, choć tańsze nie są w urządzeniach tych stosowane. Najczęściej stosowane są ciągniki o podwoziu kołowym, zwane kołowymi, rzadziej na podwoziu gąsienicowym nazywane gąsienicowymi. Ciągniki stosowane w ładowarkach małych i niektórych lekkich posiadają zazwyczaj napęd hydrostatyczny, natomiast pozostałe posiadają napęd hydrokinetyczny. Do ciągnika, rozłącznie mocowany jest osprzęt. Mocowanie osprzętu może następować przez sworznie jak i szybkozłącze.

Rozwój ładowarek nastąpił dopiero po opanowaniu napędu hydraulicznego, choć wcześniej były czynione próby budowy ładowarek o mechanicznym napędzie osprzętu z opróżnieniem łyżki.

7.0.1. Podział ładowarek jednonaczyniowych

Ładowarka jednonaczyniowa, w odróżnieniu od koparki, w większości operacji podczas napełnienia naczynia roboczego wykorzystuje energię kinetyczną oraz siły tarcia, którą uzyskuje maszyna podczas najazdu na urabiany materiał. Wykorzystanie energii kinetycznej i sił tarcia elementów jezdnych o podłoże oraz warunków statyki urządzenia powoduje, że zachodzi zależność pojemności naczynia roboczego od ciężaru maszyny, a jednocześnie masa ładowarki determinuje moc silnika napędowego. Podczas dokonywania podziału najczęściej bierze się pod uwagę pojemność łyżki i ce-

chy konstrukcyjne ładowarki, oraz przeznaczenie maszyny, a także ekonomikę pracy.

Biorąc pod uwagę pojemność łyżki dokonujemy podziału technologicznego maszyny, w którym rozróżnia się ładowarki:

□ małe, o nominalnej pojemności łyżki $0,4 \div 0,8 \text{ m}^3$ i mocy silnika od $30 \div 60 \text{ kW}$

□ lekkie o pojemności łyżki $1,0 \div 1,6 \text{ m}^3$ oraz mocy silnika $75 \div 110 \text{ kW}$

□ średnie o nominalnej pojemności łyżki $1,7 \div 3,0 \text{ m}^3$ i mocy silnika $120 \div 150 \text{ kW}$

□ ciężkie o pojemności łyżki do $5,0 \text{ m}^3$ i mocy silnika $160 \div 204 \text{ kW}$

□ bardzo ciężkie o pojemności łyżki powyżej $5,0 \text{ m}^3$ i mocy silnika powyżej 235 kW , a nawet ponad 600 kW .

Poniższy podział konstrukcyjny ładowarek jest dokonany na podstawie podziału wykonanego przez prof. Ignacego Braha, w którym brał pod uwagę budowę podwozia, umocowanie łyżki i jej prowadzenie podczas podnoszenia i opuszczania. Podział ten jest następujący:

❶ ze względu na konstrukcję podwozia ładowarki:

- ❖ ładowarki na podwoziu kołowym - kołowe
- ❖ ładowarki na podwoziu gąsienicowym - gąsienicowe

❷ ze względu na umocowanie osprzętu na podwoziu:

- ☆ czołowe o ramie sztywnej - ładowarki z ramą sztywną
- ☆ czołowe z ramą przegubową, przedni wózek kierowany – ładowarki przegubowe z ramą typu „X”
- ☆ czołowe z ramą przegubową, tylny wózek kierowany - ładowarki przegubowe z ramą typu „X”
- ☆ czołowe na obrotnicy - ładowarki z wyładunkiem bocznym
- ☆ czołowe na teleskopie - ładowarki teleskopowe

❸ ze względu na kinematykę - prowadzenie osprzętu:

- ⊗ z regulacją ruchu łyżki przy podnoszeniu i opuszczaniu - prowadzenie regulowane lub dowolne
- ⊗ z równoległym prowadzeniem łyżki
- ⊗ z prowadzeniem łyżki po równoległoboku.

7.1.0. ŁADOWARKI NA PODWOZIU KOŁOWYM

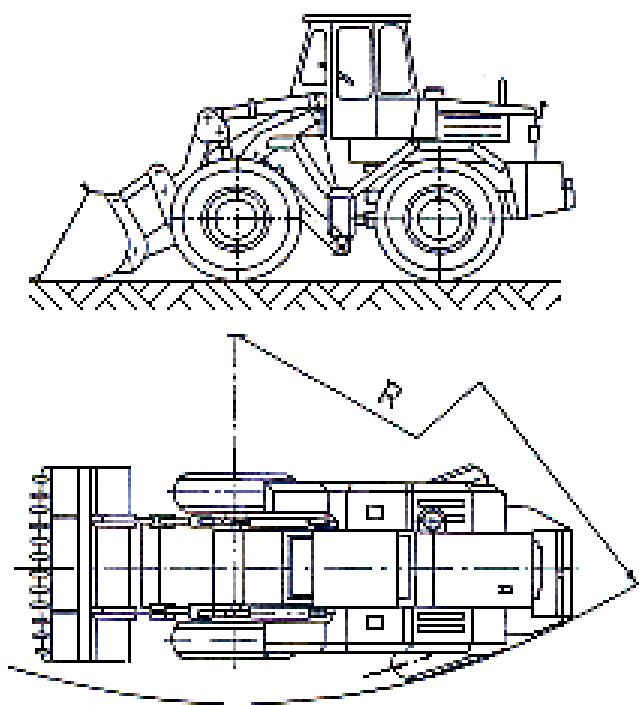
Na podwoziu kołowym buduje się ładowarki o różnych wielkościach, od małych do bardzo dużych. Większość konstrukcji tych ładowarek służy do załadunku materiałów na środki transportu. Ze względów ekonomicznych czas załadunku ziemi i materiałów na środka transportu nie powinien przekraczać czterech minut, dlatego praca ta wymaga od maszyny dużej manewrowości. W celu zwiększenia manewrowości ładowarki od typu lekkiego aż do bardzo dużych posiadają najczęściej ramę przegubową, co wymusza sto-

sowanie układu kierowniczego wspomaganego. Moc silnika i konstrukcja ładowarek przegubowych, powinna pozwalać na realizowanie wszystkich operacji jakie są wykonywane przez te maszyny. Dlatego w ładowarkach tych, najczęściej jest stosowany napęd hydrokinetyczny. Ładowarki mniejsze posiadają ramę sztywną, ze zwrotnicowym układem kierowania i hydrostatycznym układem napędowym. Przykładem takich ładowarek są ładowarki teleskopowe. Ładowarki o tej konstrukcji posiadają oś kierowaną tylną, z układem kierowniczym zwrotnicowym. Często ładowarki takie budowane są jako ładowarki specjalistyczne. Bardzo rzadko budowane są ładowarki czołowe o ramie sztywnej, i napędzie hydrokinetycznym.

7.1.1. Ładowarka kołowa czołowa o ramie sztywnej

Ładowarka kołowa czołowa o ramie sztywnej charakteryzuje się tym, że koła jezdne mostu tylnego są kołami skrętnymi. Kierowanie taką ładowarką odbywa się przez układ zwrotnicowy, wspomagany hydraulicznie i sterowany przez rozdzielacz ORBITROL.

Most przedni nie kierowany jest mocowany wahliwie, o kącie obrotu w płaszczyźnie pionowej od $\pm 14^\circ$ do $\pm 22^\circ$ w stosunku do płaszczyzny posadowienia. Wykorzystuje się w tych konstrukcjach odciążenie kół kierowanych przez ładunek umieszczony w łyżce. Odciążenie powoduje zmniejszenie nacisków kół na grunt, co wpływa na łatwość kierowania. Spotyka się także rozwiązania konstrukcyjne, gdzie most tylny kierowany jest mocowany wahliwie. Wtedy promień skrętu „R” jest większy od długości ładowarki, co pokazuje rys. 7.1. Napęd układu jezdny i urządzenia sterujące są identyczne, jak w ładowarkach przegubowych.



Rys. 7.1 (20) Ładowarka kołowa czołowa o ramie sztywnej

Kabiny tych ładowarek odpowiadają wymogom kabin ROPS/FOPS. Sterowanie osprzętem realizowane jest za pomocą jednego bloku rozdzielczego.

Obecnie produkowane są ładowarki z ramą sztywną i wyładunkiem bocznym, zwane także ładowarkami z wyładunkiem burtowym oraz ładowarki teleskopowe. Ładowarki z wyładunkiem bocznym i teleskopowe będą

ROZDZIAŁ ÓSMY

TECHNOLOGIA ROBÓT ZIEMNYCH

8.0.1. Rodzaje robót ziemnych

Robotami ziemnymi wykonywanymi przez ładowarki jednoznaczyniowe są:

☒ **wyrównanie terenu**, które potocznie nazywamy plantowaniem. Zaliczamy do niego roboty powodujące nadanie terenowi równej powierzchni na danym obszarze, przy których wysokość usuwanych wypukłości i głębokość zasypywanych wklęsłości nie powinna przekraczać 30 cm

☒ **nadanie terenowi odpowiedniego profilu** ma miejsce podczas budowy dróg samochodowych czy kolejowych, a także podczas stawiania budynków. Podczas budowy dróg wykonuje się roboty związane z usuwaniem nadmiaru ziemi, zwane korytowaniem i z nasypywaniem ziemi. Stosowane są one także przy robotach związanych z posadowieniem budowli podpiwniczonych i nie podpiwniczonych, w terenie pagórkowatym i górzystym

☒ **wykonywanie różnego rodzaju wykopów** płytkich (do 300 cm) jak i głębokich (powyżej 300 cm)

☒ **zasypywanie wykopów** polega na zsuwaniu ziemi z odkładu do wykonanego wcześniej rowu

☒ **załadunek** materiałów na środki transportu polega na napełnieniu łyżki materiałem sypkim lub rozkruszonym czy ziemią z wykopów, a następnie załadowaniu nimi środków transportu

☒ **transport** materiałów bliskiego zasięgu.

8.0.2. Znaczenie organizacji robót ziemnych i zasady jej realizacji

Organizacja robót ma bardzo duży wpływ na termin, jakość i koszty wykonania, a także na wypadkowość osób wykonujących pracę, dotyczącą re-

alizacji zadania inwestycyjnego. Dobór rodzaju organizacji robót 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 nasycenia placu budowy odpowiednimi maszynami przez przedsiębiorstwo realizujące zadanie produkcyjne.

8.1.0. ORGANIZACJA 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 prac. 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 zgromadzeniu wszystkich robotników i sprzętu przeznaczonego do wykonania całości robót na wyznaczonym odcinku pracy. W tej metodzie front realizacji zadania produkcyjnego jest bardzo szeroki, a jego realizacją zajmują się wszyscy zgromadzeni pracownicy. Przy wykonaniu konkretnej pracy pracują fachowcy z danej dziedziny - inni nie mający doświadczenia w wykonywaniu tych prac im pomagają. Dlatego przy tej organizacji pracy zdarza się, że kilka osób pracuje, a inni się tylko przyglądają. Tą samą metodą są realizowane wszystkie roboty na całej budowie. Po wykonaniu prac na jednym odcinku przechodzi się na inny front robót. W tej organizacji brak jest ciągłości pracy maszyn i zespołów roboczych, powstaje także konieczność zatrudnienia tych samych zespołów ludzi i maszyn do różnych robót, co obniża jakość wykonanej pracy oraz wydłuża czas budowy.

8.1.2. Metoda pracy równomiernej

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. W tym wariantcie niezbędna jest duża koncentracja zespołów roboczych i maszyn oraz krótki okres prowadzenia robót.

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

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. Zasady organizacji placu budowy

Do organizacji placu budowy wchodzi tzw. prace przygotowawcze w zakresie:

- ★ przejęcie placu budowy, tę czynność powinny wykonać osoby z kierownictwa przedsiębiorstwa lub działu przygotowania produkcji

- ★ wyznaczenie osi prac ziemnych - zadanie to powinien wykonać geodeta umieszczając paliki w osi robót ziemnych, o maksymalnym rozstawie co 20 metrów

- ★ wyznaczenie pasa robót ziemnych, jest to odmierzanie w prawo i w lewo od osi prac ziemnych szerokości wykopów i nasypów, zadanie to powinny wykonać osoby wyznaczone przez kierownika robót lub dział przygotowania produkcji

- ★ oczyszczenie terenu, tzn. usunięcie z pasa robót ziemnych drzew i krzewów, bloków kamiennych lub resztek fundamentów

- ★ zniwelowanie terenu przez zasypanie dołów i nierówności, utrudniających wytyczenie dróg transportowych dla maszyn

- ★ zdjęcie ziemi roślinnej - humusu

- ★ zabezpieczenie lub przełożenie urządzeń obcych, takich jak kable i linie napowietrzne energetyczne, linie kablowe i kable telefoniczne, rurociągi wodne, gazowe oraz ściekowe; ustaleń powinni dokonać przedstawiciele wykonawcy, inwestora i użytkownika poszczególnych urządzeń

- ★ zorganizowanie zaplecza socjalnego.

Przed przystąpieniem do wykonania zadania produkcyjnego powinien być opracowany harmonogram wykonania inwestycji.

8.1.4. Prace związane z organizacją stanowiska pracy ładowarki

Do prac związanych z organizacją stanowiska pracy ładowarki należą:

- ✖ zapoznanie się operatora z zakresem robót
- ✖ zapoznanie się operatora z otaczającym go terenem

Rozdział VIII – Technologia Robót Ziemnych

PORADNIK OPERATORA – ŁADOWARKA

SKRÓT	Objaśnienie
4WS (Four Wheel Steering)	system daje możliwość sterowania wszystkimi kołami pojazdu
AWD (All Wheel Drive) lub 4WD (4 Wheel Drive)	system napędu na 4 koła
AWS (All Wheel Steering)	system wszystkich kół skrętnych
BSS (Boom Suspension System)	system amortyzacji łyżki, dzięki niemu łyżkę ładowarki można ładować ze sporym nadsypem
CDC (Comfort Drive Control)	przejsście ze sterowania kierownicą na sterowanie dźwignią rozdzielacza
EBD (Electronic Brakeforce Distribution)	układ wspomagający hamowanie podczas gwałtownych manewrów, w zależności od obciążenia maszyny
HDC (Hill Descent Control)	układ kontroli zjazdu ze wzniesienia, automatycznie ograniczający prędkość zjeżdżania
Hill-Holder	system zapobiegający cofaniu się pojazdu podczas ruszania pod górę
Kick Down	system automatycznego zmniejszenia biegu podczas hamowania
„LOAD SENSING”	pompy w takim system sterowania dostosowują wydajność do aktualnego zapotrzebowania na ilość oleju w układzie, poprzez wykorzystanie rozdzielaczy hydraulicznych z wyczuciem obciążenia (Load Sensing) oraz z techniką proporcjonalną
Lock-Up	system ze sprzęgłem wielopłytkowym zmieniającym pracę zmiennika momentu w pracę sprzęgła hydrokinetycznego
Opti Shift	system elektronicznego sterowania hamulcami podczas nawrotu maszyny
Quick Coupler	zapewnia szybką wymianę i kompatybilność osprzętów zintegrowanych nośników narzędzi CAT

RBB (Reverse by Braking)	system automatycznego załączania hamulców ładowarki podczas zmiany kierunku jazdy, pozwala na znaczne skrócenie czasu jazdy maszyny przy krótkich cyklach załadowniczych
RC (Ride Control)	system amortyzacji łyżki, tzw. „pływająca łyżka”
RWD (Rear Wheel Drive)	napęd klasyczny, przekazywany najczęściej na tylną oś
SRS (Smooth Ride System)	system amortyzacji drgań łyżki ładowarki podczas jazdy - akumulator gazowy wbudowany siłownik podtrzymujący
System Accu Grade	system do monitorowania głębokości kopania
Torque Lock	system wolnego koła