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 w Totem.com.pl

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



GRAFTON PROJEKT

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: 22-300-20-78

e-mail: biuro@graftonprojekt.com

SPIS TREŚCI

SPIS TABEL *15*
Od autora *16*
Rozdział pierwszy *17*
Wstęp *17*
ROZDZIAŁ DRUGI *19*
EKSPLOATACJA *19*
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 międzynaprawczym **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 MASZYNY 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 MASZYNY BUDOWLANE **27**
2.3.1. Straty czasu pracy w eksploatacji bezpośredniej, produkcyjnej **28**
2.3.2. Straty czasu pracy maszyny w eksploatacji technicznej, bezpośredniej **28**
2.4.0. ZASADY EKOLOGII W CZASIE UŻYTKOWANIA MASZYN DO ROBÓT ZIEMNYCH **29**
2.4.1. Zmniejszenie negatywnych skutków interwencji w środowisko 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 chłodnic 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

ROZDZIAŁ TRZECI *51*
PODSTAWY ELEKTROTECHNIKI *51*
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. WĘZEŁ 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 jednoprzewodowej **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. Samowyładowanie 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
ROZDZIAŁ CZWARTY....104
ELEMENTY NAPĘDU HYDRAULICZNEGO....104
4.0.1. Wiadomości ogólne....104
4.0.2. Ciecze hydrauliczne....105
4.0.3. Uszczelnienia....108
4.0.4. Zalety i wady napędu hydraulicznego....111

4.0.5. Istota napędu hydraulicznego ... 112
4.0.6. Ogólny podział elementów napędu hydraulicznego ... 114
4.1.0. POMPY ... 115
4.1.1. Pompy zębate ... 117
4.1.2. Pompy łopatkowe ... 120
4.1.3. Pompy rzędowe ... 123
4.1.4. Pompy wielotłoczkowe promieniowe z nie wirującymi tłoczkami ... 123
4.1.5. Akumulatory hydrauliczne ... 125
4.2.0. ZAWORY STERUJĄCE W NAPĘDACH HYDRAULICZNYCH ... 127
4.2.1. Rozdzielacze ... 128
4.2.2. Zawory sterujące ciśnieniem cieczy roboczej ... 137
4.2.3. Zawory sterujące strumieniem ... 139
4.2.4. Zawory odcinające ... 140
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
ROZDZIAŁ PIĄTY ... 159
SILNIKI SPALINOWE ... 159
5.01. Charakterystyka silnika spalinowego ... 159
5.1.0. PODZIAŁ SILNIKÓW SPALINOWYCH ... 162
5.1.1. Podział silników ze względu na konstrukcję i obieg roboczy ... 162
5.1.2. Podział silników ze względu na osiągane obroty wału korbowego i dobór do odpowiedniego odbiornika ... 163

5.1.3. Podział silników ze względu na maksymalną moc..... 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 CZTEROSUWOWYCH177
5.5.1. Zapłon iskrowy..... 178
5.5.2. Zapłon samoczynny..... 180
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 186
5.7.2. Chłodzenie silnika spalinowego cieczą obiegowe wymuszone 186
5.8.0. UKŁADY ZASILANIA SILNIKÓW Z ZAPŁONEM SAMOCZYNNYM 192
5.8.1. Pompka zasilająca..... 193
5.8.2. Pompa wtryskowa rzędowa 195
5.8.3. Pompa rozdzielaczowa..... 198
5.8.4. Dostarczenie paliwa do cylindra metodą „Common Rail” 200
5.8.5. Wtryskiwacz paliwa otwierany hydraulicznie..... 202
5.8.6. System wtrysku dwukrotnego typu Vario 203
5.8.7. Wtryskiwacze otwierane elektromagnetyczne 204
5.8.8. Wtryskiwacze otwierane piezoelektryczne..... 204
5.9.0. DOŁADOWANIE SILNIKA SPALINOWEGO 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
Rozdział szósty 212
BHP PODCZAS EKSPLOATACJI 212
ŁADOWAREK..... 212
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
ROZDZIAŁ SIÓDMY..... 226
BUDOWA ŁADOWARKI 226
JEDNONACZYNIOWEJ CZOŁOWEJ 226
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. NAPĘDY ... 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. NAPĘD 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
ROZDZIAŁ ÓSMY ... 289
TECHNOLOGIA ROBÓT ZIEMNYCH ... 289
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. Bezpieczne posadowienie ładowarki nad wykopem 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 304
8.3.3. Proces napełniania naczynia roboczego podczas pracy 306
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 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 320
8.4.3. Usunięcie darniny i ziemi uprawnej 320
8.4.4. Wykonywanie nasypów metodą czołową 321
8.4.5. Wykonywanie nasypów metodą boczną 321
8.4.6. Wykonywanie nasypów metodą warstwową 322

8.4.7. Zasypywanie wykopów i spychanie ziemi na skarpę 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 półce 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
Skróty funkcji maszyn stosowane w DTR..... 342
SYGNAŁY RĘCZNE..... 344
BIBLIOGRAFIA..... 346

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. 115)
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. 128)
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 opanowano 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 jezdnego, 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 prostopadle 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 SIÓDMY
BUDOWA ŁADOWARKI JEDNONACZYNIOWEJ CZOŁOWEJ

Ładowarki 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 ÷ 0,8 m^3 i mocy silnika od 30 ÷ 60 kW
- lekkie o pojemności łyżki 1,0 ÷ 1,6m^3 oraz mocy silnika 75 ÷ 110 kW
- średnie o nominalnej pojemności łyżki 1,7 ÷ 3,0 m^3 i mocy silnika 120 ÷ 150 kW
- ciężkie o pojemności łyżki do 5,0 m^3 i mocy silnika 160 ÷ 204 kW
- bardzo ciężkie o pojemności łyżki powyżej 5,0m^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:

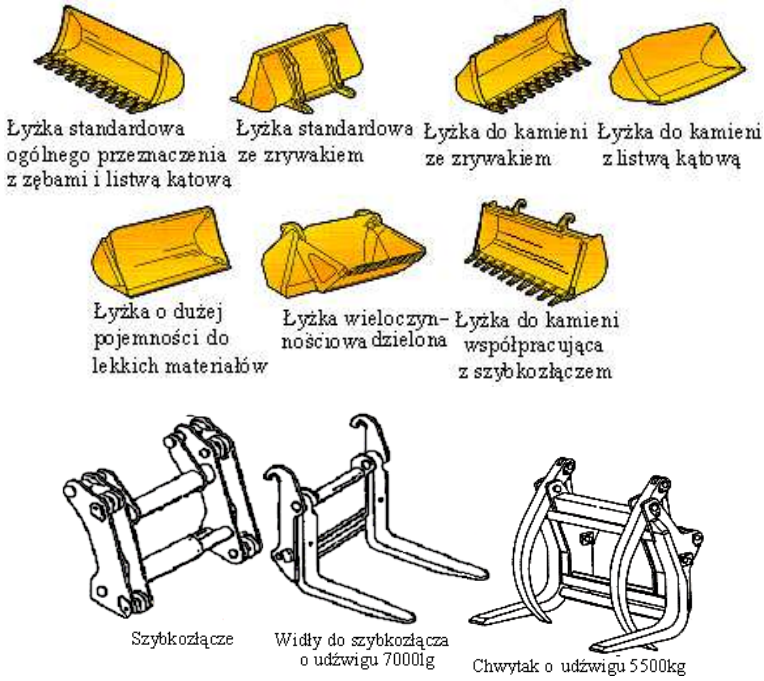
- ⌦ z regulacją ruchu łyżki przy podnoszeniu i opuszczaniu - prowadzenie regulowane lub dowolne
- ⌦ z równoległym prowadzeniem łyżki
- ⌦ z prowadzeniem łyżki po równoległoboku.

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-

7.5.2. Osprzęty robocze ładowarki

Prócz łyżki standardowej o nominalnej pojemności ładowarka powinna posiadać jeszcze dodatkowe osprzęty robocze. Takie osprzęty pokazuje rys. 7.70. Widły i chwytaki powinny mieć podane maksymalne obciążenie.



Rys. 7.70 (47) Osprzęty robocze ładowarki

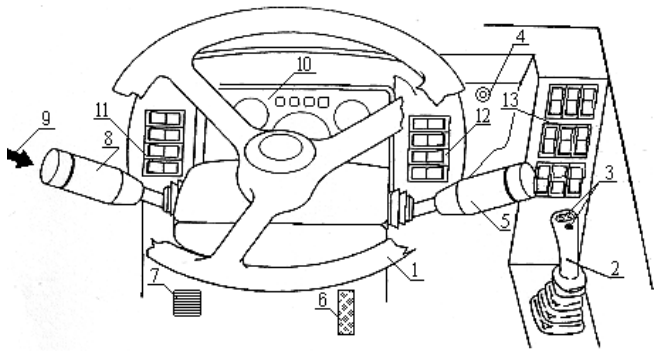
7.6.0. BUDOWA KABINY I SPOSOBY STEROWANIA OSPRZĘTEM

7.6.1. Budowa kabiny operatora

Kabina operatora jest miejscem jego pracy, w którym znajdują się urządzenia sterujące osprzętem roboczym oraz wskaźniki ostrzegawcze i informacyjne. Kabina operatora powinna być wykonana zgodnie z normą ISO 3411 i odpowiadać warunkom wyszczególnionym w PN-M-47024/02:1984 (ROPS) i PN-M-47024/01:1984 (FOPS). **Oznaczenie ROPS określa konstrukcję kabiny, która chroni operatora podczas przewrócenia się maszyny. Oznaczenie FOPS określa konstrukcję kabiny, która chroni operatora przed spadającymi z góry przedmiotami.**

W kabinach wykonanych zgodnie z w/w normami, wszystkie elementy sterownicze powinny znajdować się w strefie wygody, oprócz sterowania fotelem kierowcy. Powinny być tak usytuowane, aby operator będąc w położeniu neutralnym miał je w zasięgu rąk, bez wychylania się, czyli ich usytuowanie powinno spełniać warunki ergonomii. Elementy sterownicze powinny być tak zaprojektowane i wykonane, by były niezawodne, łatwe w

operowaniu z siedzenia operatora, a siły użyte do sterowania były zgodne z normą ISO 7095:1982(E).



Rys. 7.71 (47) Widok w kabinie na dźwignie sterujące, wskaźniki i wyłączniki
1 - kierownica; 2 - dźwignia rozdzielacza sterującego osprzętem;
3 i 4 - przyciski sterujące dodatkowymi funkcjami; 5 - dźwignia sterująca światłami; 6 - pedał przyśpieszenia; 7 - pedał hamulca; 8 - dźwignia sterująca jazdą ładowarki; 9 - włącznik sygnału akustycznego; 10 - deska wskaźników; 11 - panel wyłączników; 12 - panel przełączników i sterowania;
13 - panel przełączników i sterowania

Zgodnie z normą ISO 3411 fotel operatora powinien posiadać amortyzację, a także regulację zapewniającą ergonomiczne warunki pracy operatora. Dlatego fotel operatora ma możliwość przystosowania się do wagi siedzącego, posiada możliwość regulacji wysokości siedzenia, jak i przesuwu w płaszczyźnie poziomej, a także ustawienia oparcia do ułożenia kręgosłupa lędźwiowego operatora. Wnętrze kabiny operatora przedstawiają rysunki 7.71 i 7.73.

7.6.2. Sterowanie osprzętem i naczyniem roboczym

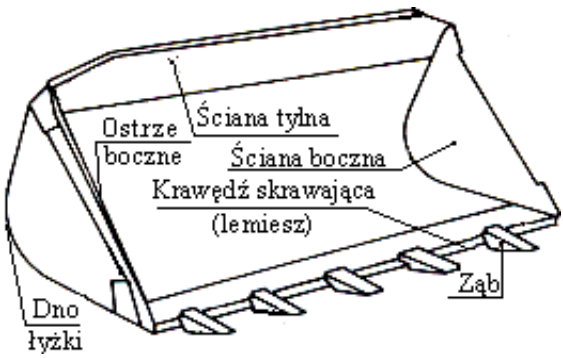
Zgodnie z normą międzynarodową ISO 7095 (odpowiednikiem jest PN - ISO 7095:1982) wszystkie sterowniki sterujące maszyną powinny się znajdować po lewej ręce, natomiast elementy sterujące narzędziem roboczym powinny być umieszczone po prawej ręce operatora. Napęd ruchu narzędzia roboczego powinien trwać do czasu działania operatora na element sterowniczy i w chwili zaprzestania działania siły na element sterowniczy powinien zaniknąć ruch narzędzia. Norma ta określa siły, jakie są potrzebne do uruchomienia napędu przez elementy sterownicze. Wynoszą one od 90 N dla elementów naciskanych palcami do 450 N dla pedałów hamulca naciskanych stopami.

W ładowarkach stosuje się dwa rodzaje sterowania osprzętem. Jeden to sterowanie przez blok rozdzielczy, a drugi to sterowanie przez rozdzielacz

Graficznie pojemność nominalną określa rysunek 8.16. Pojemności nominalne są ujęte w typoszereg, który określają producenci. Rysunek 8.17 przedstawia części, które składają się na łyżkę podstawową ładowarki.

8.3.7 Dobór pojemności łyżki do urabiania gruntów

Dobór naczynia roboczego do ładowarki jednonaczyniowej zależy od rodzaju robót, technologii ich wykonania i ciężaru wyporowego urabianego gruntu. Do załadunku pojazdów samochodowych i przenoszenia materiałów z hałdy na zwał czy do dalszej przeróbki, dobór łyżki determinuje ciężar wyporowy materiału. W praktyce stosuje się następującą klasyfikację. **Materiały o ciężarze wyporowym do 1,2 t/m^3 uważa się za materiały lekkie. Do ich urabiania dobiera się łyżki o pojemności większej, jak nominalna. Do materiałów o ciężarze wyporowym 1,2 ÷ 1,9 t/m^3 stosuje się łyżki o pojemności nominalnej. Do urabiania materiałów o ciężarze wyporowym powyżej 2,0 t/m^3 wybieramy łyżki do kamieni, o pojemności mniejszej, jak nominalna. Przy doborze łyżki do załadunku środków transportu, należy pamiętać, że czas załadunku jednego samochodu nie powinien być większy niż 1,5 do 2 minut, co odpowiada wysypaniu 3 ÷ 4 łyżek na jeden pojazd.**



Rys. 8.17 Łyżka ładowarki czołowej, opis części

Dobór narzędzia roboczego do wykonania wykopów determinuje technologia ich wykonania. W tym przypadku nie ma znaczenia pojemność łyżki, a tylko jej szerokość.

Łyżka do urabiania materiałów sypkich i mało spoistych oraz przerobionych powinna posiadać lemiesz płaski, natomiast do urabiania materiałów mało spójnych i spójnych należy stosować łyżkę z zębami. Zęby wciskając się w grunt powodują degradację szkieletu gruntowego, spulchniając go. Z badań wynika, że zęby powinny być rozstawione w odległości nie większej, jak 24 cm.

Do przewożenia materiału z hałdy na zwał najwygodniej jest zastosować łyżkę dzieloną, z otwieranym dnem.

Do urabiania materiałów o dużej wilgotności należy stosować łyżkę, która posiada ściany boczne i dno ażurowe.

8.3.8. Dobór ładowarki do robót ziemnych

Moc silnika i masa własna ładowarki są powiązane z pojemnością nominalną łyżki. Dlatego nie każda ładowarka nadaje się do wykonywania wszystkich prac.

Ładowarki dzielimy ze względu na pojemność nominalną naczynia roboczego. Ładowarki małe o pojemności łyżki 0,4 ÷ 0,8 m^3 i znamionowej mocy silnika od 30 ÷ 60 kW oraz masie eksploatacyjnej do 3500 kg mają zastosowanie w hurtowniach materiałów budowlanych i gospodarstwach rolnych. Maszyny te mogą urabiać grunty kategorii I ÷ III. Do załadunku pojazdów samochodowych należy stosować ładowarki o nominalnej pojemności łyżki powyżej 0,5 m^3.

Ładowarki o pojemności łyżki 1,0 ÷ 1,6 m^3 oraz znamionowej mocy silnika 65 ÷ 100 kW, zwane lekkimi mogą wykonywać wszystkie prace, lecz z ograniczeniem zastosowania do urabiania niektórych gruntów kategorii IV.

Ładowarki średnie o nominalnej pojemności łyżki 1,7 ÷ 2,5 m^3 i znamionowej mocy silnika 110 ÷ 150 kW oraz ładowarki ciężkie o pojemności łyżki do 5,0 m^3, jak i ładowarki bardzo ciężkie o pojemności łyżki powyżej 5,0 m^3 mogą wykonywać wszystkie prace przypisane tym maszynom.

Przy załadunku środków transportu ładowarką gąsienicową obowiązują takie same zasady, jak przy wykonywaniu tej operacji przez ładowarki kołowe.

Ładowarki gąsienicowe są bardzo przydatne do zasypywania szerokoprzestrzennych i głębokich wykopów oraz przy robotach ziemnych w terenie nawodnionym. Nacisk na grunt ładowarek gąsienicowych pracujących w terenie nawodnionym nie powinien przekraczać 250 N (0,25 Kg/cm^2). Jeśli nacisk ten jest większy, należy pracować na łączonych zestawach tratw, tworzących drogi dojazdowe.

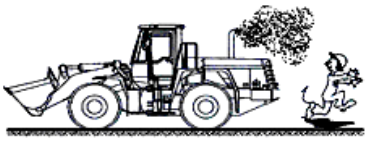
8.4.0. WYKONYWANIE ŁADOWARKĄ NASYPÓW I WYKOPÓW ORAZ ICH ZASYPYWANIE

Kopanie rowów ładowarką powinno odbywać się warstwami. Podczas kopania należy jechać na pierwszym biegu z maksymalną mocą układu napędowego. Ładowarki posiadające w układzie napędowym zmiennik momentu, maksymalną moc osiągają przy prędkości jazdy 2 ÷ 4 km/h. Głębokość warstwy skrawanej h (rys. 8.19) jest zależna od kategorii gruntu i wielkości maszyny.

Im maszyna jest mniejsza, tym skrawana skiba ma mniejszą grubość. W praktyce przyjmuje się głębokość warstwy skrawanej nie większą jak 25 cm.

8.6.0. NIEDOZWOLONE TECHNIKI I PRACA W TRUDNYCH WARUNKACH

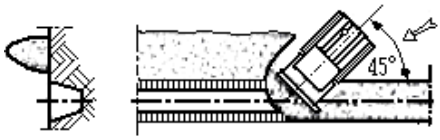
8.6.1. Niedozwolone techniki pracy ładowarką



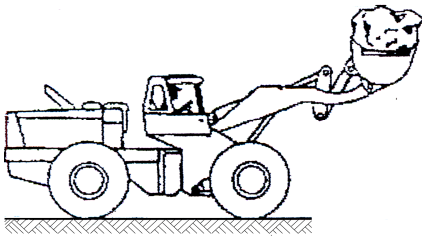
Rys. 8.47 Jeżeli praca wykonywana jest w pomieszczeniach zamkniętych, należy zbadać czy wentylacja jest wystarczająca. W przeciwnym przypadku należy na rurę wydechową założyć wąż gumowy i wyprowadzić spaliny z pomieszczenia



Rys. 8.48 Wbijanie pali lub innych przedmiotów łyżką w ziemię jest niedozwolone, ponieważ można uszkodzić naczynie robocze oraz zgiąć tłoczyska siłowników osprzętu



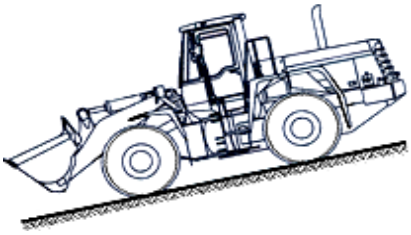
Rys. 8.49 Nie zaleca się spychania ziemi przez ładowarkę gąsienicową pod kątem do osi wykopu. W tym przypadku nadmiernie obciążony jest wysięgnik zewnętrzny



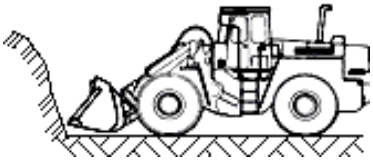
Rys. 8.50 Jazda z podniesioną łyżką ogranicza pole widzenia operatora i zmniejsza statyczność poprzeczną i wzdłużną ładowarki. Jazda w takich warunkach prowadzi do wypadku lub wywrócenia maszyny



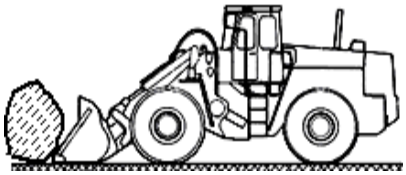
Rys. 8.51 Niedopuszczalne jest wbijanie się ładowarki w pryzmę ziemi (lub innych materiałów) częścią długości łyżki. Powoduje to nadmierne obciążenie jednego wysięgnika i prowadzi do jego wygięcia lub uszkodzenia siłownika



Rys. 8.52 Podczas jazdy maszyną z góry, gdy naczynie robocze jest z przodu ładowarki, nie należy zmieniać biegu, ponieważ prowadzi to do nie zamierzonego zwiększenia prędkości i możliwości spowodowania wypadku



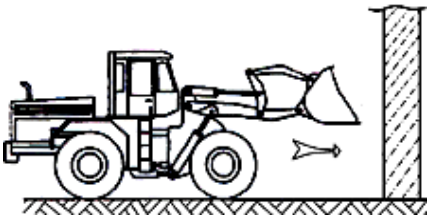
Rys. 8.53 Nieprawidłowe ułożenie łyżki podczas nabierania ziemi z hałdy powoduje ślizganie się naczynia roboczego po materiale. Skutkuje to nadmiernym wzrostem ciśnienia w siłowniku łyżki i wydłużeniem cyklu pracy



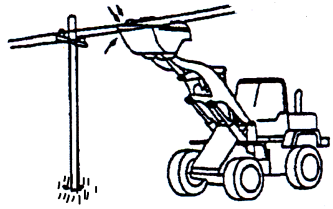
Rys. 8.54 Pchanie przed łyżką dużych kamieni lub innych przedmiotów jest niewskazane. Taka operacja powoduje nadmierny opór, a w efekcie zwiększone zużycie opon i paliwa



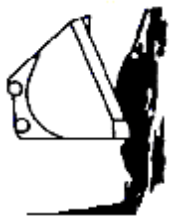
Rys. 8.55 Praca ładowarki w tunelach, pomieszczeniach zadaszonych, pod mostami i wiaduktami jest niedozwolona, gdy podczas podnoszenia osprzętu łyżka dotyka stropów, gdyż może to spowodować uszkodzenie konstrukcji



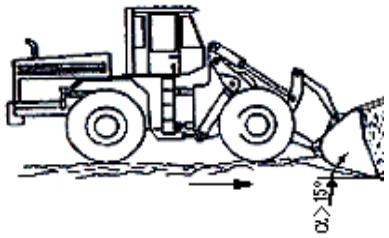
Rys. 8.56 Uderzanie łyżką ładowarki będącej w ruchu o stałe przeszkody powoduje gwałtowny wzrost sił i momentów zginających, działających na osprzęt. Wzrost tych obciążeń skutkuje uszkodzeniem wysięgników i siłowników



Rys. 8.57 Praca w strefie niebezpiecznej bez wyłączenia linii energetycznej jest niedozwolona. W przypadku dotknięcia maszyną do linii energetycznej operator nie powinien wysiadać z niej, ale natychmiast uwolnić ładowarkę spod napięcia



Rys. 8.58 Niedozwolone jest zbyt duże odchylenie łyżki od ściany pionowej (kąt $\alpha > 30^0$), będzie ona wtedy napierała na grunt dolną, zewnętrzną powierzchnią lemiesza i dnem, uniemożliwiając zagłębienie się naczynia w grunt. Zwiększa to znacznie opory skrawania



Rys. 8.59 Niedozwolone jest ustawienie łyżki podczas równania terenu lub kopania ładowarką pod kątem przyłożenia α większym niż 15^0. Powoduje to gwałtowny wzrost naporu urobku R_3 na tylną ścianę łyżki, co może spowodować uszkodzenie maszyny

8.6.2. Praca maszyny w trudnych warunkach

❁ Praca maszyny 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 maszynie, 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
- ładowarka, która pracuje w trudnych zimowych warunkach powinna posiadać silnik w dobrym stanie technicznym, aby zapewnić łatwy start i dobre osiągi pomimo niskiej temperatury otoczenia