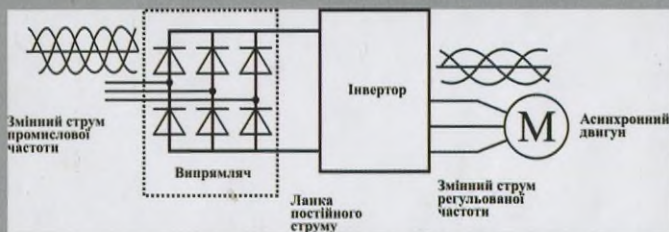


# РАЦІОНАЛЬНІ ПРИВОДИ ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНИХ, ДОРОЖНІХ МАШИН ТА ЛОГІСТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

**РАЦІОНАЛЬНІ ПРИВОДИ  
ПІДЙОМНО ТРАНСПОРТНИХ, ДОРОЖНІХ МАШИН  
ТА ЛОГІСТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ**

МОНОГРАФІЯ

За редакцією доктора технічних наук,  
проф. О. В. Григорова

Харків  
ХНАДУ  
2016

УДК 62-82/83,621.86/87

ББК 34.447:39.9

P 27

*Рекомендовано до друку рішенням вченої ради  
Національного технічного університету «ХПІ» (протокол № 1 від 03.02.2016 р.)*

Рецензенти:

*Н. М. Фідоровська, д-р техн. наук, проф.,  
Українська інженерно-педагогічна академія;*

*С. С. Венцель, д-р техн. наук, проф.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет;  
М. А. Ткачук, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедрою «ТММ і САПР», Національний  
технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

Колектив авторів:

*Григоров О. В., д.т.н., професор;  
Стрижак В. В., к.т.н., ст. викл.;  
Петренко Н. О., к.т.н., професор;  
Стрижак М. Г., к.т.н., ст. викл.;  
Окунь А. О., асистент;  
Зюбанова Д. М., асистент;  
Цебренько М. В., асистент*

**P 27**

Рациональні приводи підйомно-транспортних, дорожніх машин та логістичних комплексів : монографія / О. В. Григоров, В. В. Стрижак, Н. О. Петренко та ін.; за ред. Григорова О. В. - Х. : ХНАДУ, 2016. - 352 с.

**ISBN 978-966-303-617-5**

У монографії викладено особливості розрахунку, конструювання і дослідження гідростатичного, гідродинамічного, тиристорного та частотного приводу підйомно-транспортних, дорожніх машин та логістичних комплексів. Значна увага приділена пуско-гальмівним режимам роботи, особливо, в генераторному режимі та гасіння коливань вантажу. Наводяться численні варіанти систем керування, що пройшли імплементацію на різних вантажопідйомних машинах. Наведені новітні дані з дослідження гідроприводів з системами вторинного регулювання.

Рекомендовано для викладачів, аспірантів, інженерів та студентів вищих навчальних закладів за спеціальністю «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання», для.

УДК 62-82/83,621.86/87

ББК 34.447:39.9

**ISBN 978-966-303-617-5**

© Колектив авторів, 2016

© НТУ «ХПІ», 2016

## З М І С Т

<b>Вступ</b> .....	3
<b>1. Гідродинамічний привод</b> .....	6
1.1. Принцип роботи гідродинамічної муфти.....	10
1.2. Динамічні навантаження у двомасовій крановій системі з гідромuftою .....	14
1.3. Динамічні навантаження в багатомасових кранових системах.....	17
1.4. Експериментальні натурні випробування механізму повороту баштового крана КБ 405.2.....	29
1.5. Імпульсне вмикання гідродинамічного привода.....	33
1.6. Температурні режими гідродинамічного привода.....	39
1.6.1. Температурні режими при імпульсному керуванні баштовим краном.....	40
1.6.2. Температурні режими гідродинамічного привода порталного крана.....	42
1.7. Стендові дослідження гідродинамічного привода.....	50
1.8. Конструктивні рішення окремих механізмів.....	55
1.8.1. Гідродинамічний привод механізму повороту баштового крана КБ 405.2А.....	55
1.8.2. Гідродинамічний привод механізму пересування баштового крана.....	59
1.8.3. Гідродинамічний привод механізму повороту порталного крана «Ганц» і баштового крана КБ 410.....	60
1.8.4. Гідродинамічний привод механізму пересування візка мостового крана вантажопідіймністю 30/5 т і роздільного механізму пересування мостового крана вантажопідіймністю 20/5 т.....	64
1.9. Гідродинамічні трансформатори.....	70
Список літератури до розділу 1.....	81
<b>2. Об'ємний гідропривод</b> .....	83
2.1. Історичний екскурс.....	83
2.1.1. Сучасний рівень гідромашин.....	85
2.1.2. Сучасні підіймно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні, сільськогосподарські машини з об'ємним гідроприводом.....	90
2.2. Основні положення.....	99
2.2.1. Принцип роботи об'ємного гідрогідриводу.....	99
2.2.2. Класифікація.....	100
2.2.3. Класифікація основних параметрів.....	101
2.2.4. Порівняння з електромеханічним приводом.....	102
2.2.5. Вклад учених у розвиток гідропередач.....	105
2.3. Методика розрахунку основних параметрів електрогідроприводу.....	109

2.4. Розрахунок пуско-гальмівних режимів роботи привода.....	125
2.5. Системи керування об'ємним гідроприводом.....	144
2.5.1. Часова система керування.....	145
2.5.2. Система керування зі зворотним зв'язком за продуктивністю насосів.....	149
2.5.3. Релейна слідкуюча система.....	152
2.5.4. Електронна слідкуюча система.....	156
2.6. Розробка математичної моделі системи обмеження максимальних навантажень у валопроводах механізму пересування і металоконструкції крана.....	163
2.6.1. Вибір структурної схеми керування роздільним регульованим гідрооб'ємним приводом.....	174
2.6.2. Стабілізація зусиль у валопроводах і металоконструкції.....	177
2.6.3. Обмеження кута відхилення вантажного каната.....	180
2.6.4. Обмеження перекосів мостового крана у плані.....	186
2.7. Стендові експериментальні дослідження.....	192
2.7.1. Конструкція стенду. Вимірювані величини і прилади. Методика випробувань.....	192
2.7.2. Стенд для дослідження регульованого об'ємного привода механізму підйому вантажу.....	203
2.7.3. Дослідження ККД гідроприводу.....	208
2.8. Порівняльні експериментальні дослідження приводів на натурних кранах.....	217
2.8.1. Програма й методика досліджень: вимірювані величини й прилади.....	217
2.8.2. Дослідження пуско-гальмівних режимів роботи роздільного гідростатичного привода мостового крана.....	223
2.8.3. Дослідження пуско-гальмівних режимів роботи електромеханічного привода.....	227
2.9. Порівняння експериментальних даних з теоретичними.....	232
2.10. Стенд для випробування приводу з високомоментними гідродвигунами і автоматичним керуванням.....	235
2.11. Об'ємний регульований гідропривод механізмів пересування мостових кранів.....	237
2.12. Об'ємний гідропривод механізму повороту порталного крана.....	242
Список літератури до розділу 2.....	244
<b>3. Електричний привод.....</b>	<b>247</b>
3.1 Крановий тиристорний електропривод.....	249
3.1.1. Теоретичні дослідження кранового тиристорного привода.....	253

3.1.2. Натурні порівняння дослідження двох типів приводів електромеханічного з фазним ротором та тиристорного.....	257
3.2. Частотний привод.....	267
3.2.1. Стенд для досліджень електроталі з частотним електроприводом та мікропроцесорним керуванням.....	272
3.2.2. Стенд для досліджень механізму пересування візка мостового крана в/п 32/5 тон з частотним приводом.....	275
3.2.3. Теоретичні дослідження пуско-гальмівних процесів кранового механізму пересування.....	275
3.2.4. Оцінка збільшення терміну служби металоконструкції кранів при застосуванні частотного приводу.....	284
3.2.5. Експериментальні дослідження динамічних і енергетичних характеристик руху механізму пересування візка мостового крана з частотно-регульованим приводом.....	292
3.2.6. Особливості виникнення і усунення перекосів мостових кранів з роздільним частотно-регульованим приводом механізму пересування.....	295
3.2.7. Оцінка зменшення часу робочого циклу і кількості ввімкнень двигуна механізму пересування з частотно-регульованим приводом.....	300
Список літератури до розділу 3.....	308
<b>4. Керування демпфіруванням коливань вантажу і позиціонування.....</b>	<b>310</b>
4.1. Загальнотеоретичні положення.....	310
4.2. Оптиміальне керування демпфіруванням коливань вантажу.....	317
4.2.1. Постановка оптимізаційної задачі.....	317
4.2.2. Оптимізація руху крана (візка) з масою більшою за масу вантажу.....	324
4.2.3. Оптиміальне керування візком при змінній довжині підвісу вантаж.....	337
4.2.4. Квазіоптиміальні закони керування краном (візком).....	339
4.3. Точність позиціонування підйомно-транспортних машин.....	342
4.3.1. Сучасні велосипедні крани-штабелери фірми «Demag».....	343
Список літератури до розділу 4.....	348