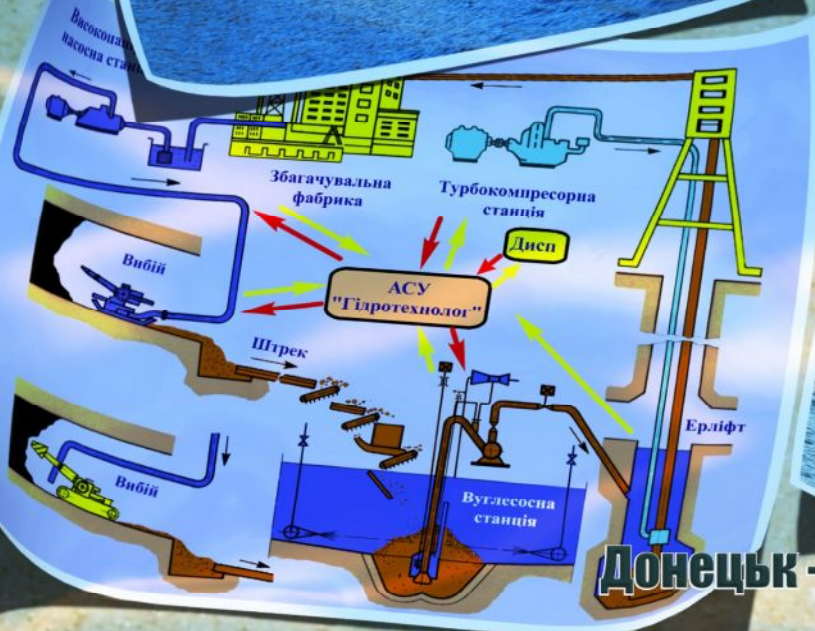
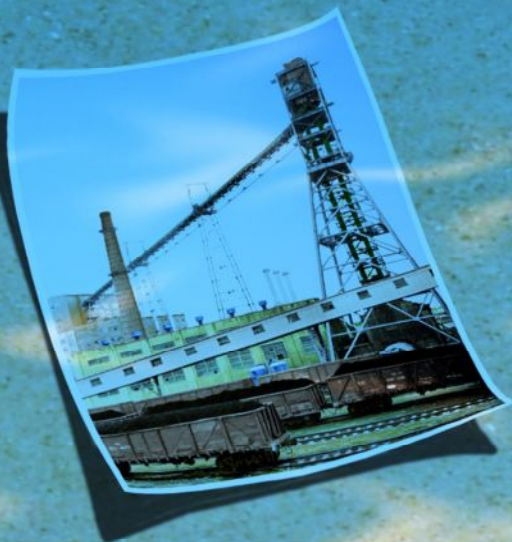


М. Г. Бойко
В. М. Моргунов
Л. М. Козиряцький
О. В. Федоров

Гідромеханізація

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК



Донецьк - 2011



БОЙКО Микола Григорович

завідувач кафедри енергомеханічних систем ДонНТУ, академік УТА, доктор технічних наук, професор, Лауреат Державної премії України, Заслужений діяч науки й техніки України.

Автор понад 350 наукових робіт, у т.ч. 9 монографій та навчальних посібників та 85 авторських свідоцтв та патентів.

Наукові інтереси: теорія роботи комбайнів для видобування вугілля, механічне та гідравлічне руйнування вугілля та порід, гідромашини



КОЗИРЯЦЬКИЙ Леонід Микитович

кандидат технічних наук, професор, заступник завідувача кафедри енергомеханічних систем ДонНТУ.

Автор понад 100 наукових публікацій, у т.ч. 5 монографій та навчальних посібників, близько 20 авторських свідоцтв на винаходи.

Наукові інтереси: гідравліка, гідромашини, гідромеханізація, гідротранспорт, ерліфтний гідропідйом твердої фракції, шахтний водовідлив



МОРГУНОВ Віктор Михайлович

кандидат технічних наук, доцент кафедри енергомеханічних систем ДонНТУ.

Автор понад 60 наукових публікацій, у т.ч. 1 навчального посібника та 13 авторських свідоцтв на винаходи.

Наукові інтереси: гідромеханізація та автоматизація гідромеханізованих процесів, гідромашини, гідропневмотранспорт



ФЕДОРОВ Олег Васильович

кандидат технічних наук, доцент кафедри енергомеханічних систем ДонНТУ.

Автор понад 30 наукових публікацій, у т.ч. 1 патенту України.

Наукові інтереси: механічне та гідравлічне руйнування вугілля та порід гірничими машинами, гідравлічний транспорт гірської маси

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**
Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»

*90-річчю ДонНТУ
присвячується*

**М. Г. Бойко
В. М. Моргунов
Л. М. Козиряцький
О. В. Федоров**

ГІДРОМЕХАНІЗАЦІЯ

*Рекомендовано Міністерством освіти
і науки України як навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів*

Донецьк
ДВНЗ «ДонНТУ»
2011

УДК 622.232.5 + 621.879.45
Г46

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки «Інженерна механіка», лист № 1/11-1723 від 02.03.11 р.

Рецензенти:

З. Л. Фінкельштейн, завідувач кафедри прикладної гідромеханіки Донбаського державного технічного університету, доктор технічних наук, професор;

В. І. Самуся, завідувач кафедри гірничої механіки Національного гірничого університету, доктор технічних наук, професор;

А. К. Семенченко, завідувач кафедри гірничих машин Донецького національного технічного університету, доктор технічних наук, професор.

Гідромеханізація: навчальний посібник / Бойко М. Г.,
Г46 Моргунов В. М., Козиряцький Л. М., Федоров О. В. – Донецьк:
ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. — 554 с.

ISBN 978-966-377-114-4

Наведені загальні відомості та термінологія з гідромеханізації гірничих робіт. Викладені технологічні основи гідромеханізованої розробки корисних копалин, технологічні схеми та системи відкритої, підземної та підводної розробки, описані перспективні напрямки застосування гідромеханізації.

Розглянуті теоретичні та практичні аспекти технологічних процесів комплексної гідромеханізації гірничих робіт: гідромоніторного та підводного розмиву, видобування землесосними снарядами, водопостачання гідромеханізованих гірничих підприємств, гідравлічного транспорту гірської маси, зневоднювання гірської маси та прояснення технологічної води в умовах відкритої та підземної розробки родовищ корисних копалин. Наведені розрахункові методики та описані конструктивні рішення обладнання для виконання вказаних процесів.

УДК 622.232.5 + 621.879.45

ISBN 978-966-377-114-4

© Бойко М. Г., Моргунов В. М.,
Козиряцький Л. М., Федоров О. В., 2011

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ.....	9
1.1 Загальні відомості. Основні терміни і поняття.....	9
1.1.1 Загальні відомості.....	9
1.1.2 Основні терміни і поняття при відкритому і підводному способах розробки	12
1.1.3 Основні терміни і поняття при підземному способі розробки.	14
1.2 Область і умови застосування гідромеханізації.....	15
1.2.1 Характеристика області застосування гідромеханізації	15
1.2.2 Вплив властивостей породи на ефективність процесів гідромеханізації	20
1.3 Розкриття і системи гідромеханізації при відкритому способі розробки родовищ	24
1.3.1 Способи розкриття родовищ	24
1.3.2 Системи відкритої гідравлічної розробки.....	32
1.4 Технологічні схеми та системи розробки при гідромеханізації підземних гірничих робіт	40
1.4.1 Технологічні схеми гідромеханізації підземних робіт	40
1.4.2 Системи підземної гідравлічної розробки	45
1.4.3 Сучасні технологічні схеми підземної розробки.....	57
1.5 Перспективні напрямки застосування гідромеханізації.....	63
1.5.1 Видобування корисних копалин зі дна морів та океанів	63
1.5.2 Транспорт водовугільного палива на далекі відстані	76
1.5.3 Видобування твердого палива зі шламонакопичувачів	80
1.5.4 Видобування сапропелів та пелоїдів	83
2 ГІДРОМЕХАНІЗОВАНА РОЗРОБКА ПОРІД	89
2.1 Гідромоніторний струмінь і розрахунок його параметрів	89
2.1.1 Поняття про струмінь, його формування	89
2.1.2 Використання струменів води при гідромеханізації гірничих робіт	89
2.1.3 Класифікація водяних струменів	91
2.1.4 Структура струменя.	94
2.1.5 Формування струменя у проточному каналі гідромонітора та у насадці.....	96

2.1.6	Динамічні й структурні характеристики струменя	99
2.1.7	Параметри затопленого струменя.....	104
2.1.8	Воронка граничного розмиву.....	105
2.2	Розробка вугілля і порід гідромоніторами.....	107
2.2.1	Загальні відомості.....	107
2.2.2	Організація гідромоніторного розмиву порід.....	108
2.2.3	Витрати води й напори, потрібні для розмиву порід.....	113
2.2.4	Розрахунок гідромонітора	114
2.2.5	Обвалення укосів і глибина врубу	116
2.2.6	Визначення висоти уступу і довжини фронту робіт	120
2.2.7	Визначення параметрів гідромоніторної виїмки вугілля....	122
2.3	Технічні засоби струминного руйнування порід	125
2.3.1	Гідромонітори	125
2.3.2	Гідромоніторні агрегати	139
2.3.3	Механогідравлічні машини.	144
2.3.4	Гідроімпульсні машини	151
2.4	Розробка порід усмоктуванням. Землесосні снаряди	162
2.4.1	Загальні відомості.....	162
2.4.2	Розмив порід у процесі усмоктування.....	162
2.4.3	Землесосні снаряди. Загальні відомості. Класифікація.	166
2.4.4	Конструкція землесосного снаряда	169
2.4.5	Ґрунтозабірні пристрої землесосних снарядів.....	177
2.4.6	Робочі переміщення землесосних снарядів	193
2.4.7	Технологія розробки родовищ землесосними снарядами	203
3	ТЕХНОЛОГІЧНЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ	212
3.1	Загальні відомості. Схеми водопостачання.....	212
3.1.1	Водопостачання при гідромеханізації відкритих робіт	213
3.1.2	Водопостачання при гідромеханізації підземних робіт.....	219
3.2	Розрахунок водопроводів і вибір насосів	221
3.2.1	Розрахунок водопостачальної мережі	221
3.2.2	Вибір насоса та визначення його робочого режиму	229
3.2.3	Запобігання гідравлічних ударів при експлуатації гідроустановок.....	240
3.3	Конструктивне виконання систем водопостачання	244
3.3.1	Насосні станції.....	244
3.3.2	Водопроводи і їхнє трасування.....	246
3.3.3	Трубопровідна арматура.....	250

4 ГІДРАВЛІЧНИЙ ТРАНСПОРТ ГІРСЬКОЇ МАСИ.....	255
4.1 Загальні відомості. Фізичні основи гідротранспорту	255
4.1.1 Поняття про гідравлічну крупність часток	255
4.1.2 Рух гідросуміші у вертикальному трубопроводі.....	258
4.1.3 Рух гідросуміші у горизонтальному трубопроводі	262
4.2 Розрахунок гідротранспорту сипких матеріалів	266
4.2.1 Гранулометричний склад сипкого матеріалу	266
4.2.2 Класифікація гідросумішей	269
4.2.3 Порядок розрахунку гідротранспортної установки	272
4.2.4 Інженерні методи розрахунку гідротранспорту	278
4.2.5 Розрахунок параметрів гідротранспортування у вертикальних і похилих трубопроводах.....	284
4.2.6 Розрахунок параметрів безнапірного гідротранспорту	286
4.3 Відцентрові насоси для гідросумішей.....	296
4.3.1 Основні положення теорії лопатевих машин.....	296
4.3.2 Особливості конструкції відцентрових насосів для гідросумішей.....	307
4.3.3 Типи відцентрових насосів для гідросумішей	326
4.3.4 Експлуатація насосів для гідросумішей	358
4.4 Спеціальні засоби напірного гідротранспорту.....	363
4.4.1 Об'ємні насоси.....	363
4.4.2 Струминні насоси (гідроелеватори)	380
4.4.3 Ерліфти.....	384
4.4.4 Високонапірні гідротранспортні установки	411
4.5 Землесосні установки і завантажувальні апарати	413
4.5.1 Землесосні установки.....	413
4.5.2 Усмоктувальні пристрої.....	416
4.5.3 Завантажувальні апарати	419
4.6 Контрольно-вимірювальні прилади та автоматизація	424
4.6.1 Контроль основних параметрів технологічних процесів....	424
4.6.2 Автоматизація процесів гідромеханізації	438
5 ЗНЕВОДНЮВАННЯ ГІРСЬКОЇ МАСИ ТА ПРОЯСНЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ВОДИ	450
5.1 Засоби згущення та зневоднювання гірської маси	450
5.1.1 Загальні відомості.....	450
5.1.2 Гідроциклони та гідрокласифікатори.....	452
5.1.3 Грохоти.....	457
5.1.4 Зневоднювальні транспортери та елеватори.....	460
5.1.5 Центрифуги	465
5.1.6 Згущувачі	468

5.2 Гідровідвали	470
5.2.1 Призначення, розташування і класифікація гідровідвалів	470
5.2.2 Ємність гідровідвалу і початкове обвалування	474
5.2.3 Розрахунок параметрів укладання породи при наливі	481
5.2.4 Технологія гідровідвалоутворення	488
5.2.5 Прояснення та видалення відпрацьованої води.....	497
5.2.6 Особливості наливу шламосховищ	504
5.2.7 Контрольні заходи і запобігання аварій	509
5.3 Зневоднювання гірської маси та прояснення технологічної води у підземних умовах.....	511
5.3.1 Основні вимоги.....	511
5.3.2 Устаткування для зневоднювання вугілля і породи та прояснення технологічної води.....	511
5.3.3 Технологічні схеми зневоднювання вугілля і породи та прояснення технологічної води.....	522
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	531
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	536
ДОДАТКИ	540
Додаток А. Класифікація порід за труднощами розробки гідромоніторами і земснарядами	540
Додаток Б. Рекомендовані значення еквівалентної шорсткості для труб з різних матеріалів.....	541
Додаток В. Коефіцієнти місцевого опору	542
Додаток Г. Сортамент трубопроводів	544
Додаток Д. Технічні характеристики насосів типів К і Д	546
Додаток Е. Характеристики ґрунтових насосів і вуглесосів.....	548
Додаток Ж. Електродвигуни	552
Додаток З. Технічні характеристики компресорів.....	553

ВСТУП

Сучасні економічні умови висувають жорсткі вимоги до ефективності технологічних процесів підприємств, потребують глибокого аналізу та опрацювання перспективи їхнього розвитку. Від правильності рішень, що приймаються, залежить собівартість товарної продукції або робіт, які виконуються підприємством, і, як наслідок, їхня конкурентоспроможність.

Одним з перспективних напрямків розвитку технології гірничих робіт є *комплексна гідромеханізація*, під якою розуміють гідромеханізацію, тобто здійснення за допомогою потоку води, основних технологічних процесів підприємства: руйнування породного масиву або видобування корисної копалини, транспортування та переробки, ведення закладних та замулювальних робіт, видалення та розміщення у відвалах пустих порід та відходів збагачення корисних копалин. Перспективним є застосування гідромеханізації в інших галузях — для доставки будівельних матеріалів, наміву гребель і дамб, прокладання каналів, видалення шлаків від теплоенергетичних установок.

Виробничий досвід експлуатації вітчизняних та зарубіжних гідромеханізованих гірничих підприємств (гідрошахт, кар'єрів) показав їхню більш високу ефективність у порівнянні з “сухими” комплексно-механізованими підприємствами. Продуктивність праці на таких підприємствах вище у 1,5 ... 2 рази, обладнання більш надійне, рідше виходить з ладу. Для гідромеханізованих підприємств (особливо, підземних) характерним є значно менший рівень травматизму працівників. Комплексна гідромеханізація усіх технологічних процесів підприємства створює сприятливі умови для автоматизації, спрощує контроль та керування виробничими процесами, дозволяє побудувати комплексно-автоматизоване підприємство, у якому весь технологічний цикл контролюється та керується з єдиного центра. Такі автоматизовані системи дають змогу досягти найвищих показників ефективності виробництва — продуктивності праці, якості продукції, найменшої її собівартості.

Розвитку комплексної гідромеханізації гірничих та будівельних робіт приділяють значної уваги як в Україні, так і в Росії, країнах ближнього та дальнього зарубіжжя. Особливих успіхів в цьому напрямку досягли вчені та інженери США, Японії, КНР, Німеччини, Фінляндії, Канади, Польщі та інших промислово розвинених країн. Вдосконалення технології та засобів гідромеханізації ведеться у напрямках створення нових технологічних схем виймання, транспорту-

вання та переробки корисної копалини, підвищення продуктивності гідровідбійки, вдосконалення існуючих та створення нових засобів видобування та гідротранспорту, підвищення надійності обладнання для гідротранспорту, автоматизації та програмного керування гідромеханізованими підприємствами.

У навчальному посібнику викладені основи гідромеханізації технологічних процесів при веденні відкритих, підземних та підводних робіт з видобування корисних копалин. Розглянуті технологічні схеми та особливості технології ведення таких робіт. Викладені теоретичні питання та методики розрахунку параметрів окремих технологічних процесів гідромеханізації — руйнування гірських порід напірними струменями, транспортування гірської маси напірними та безнапірними потоками, її згущення, зневоднювання та укладання у відвали, прояснення технологічної води, водопостачання гідромеханізованих підприємств. Наведені конструкції та характеристики основного технологічного устаткування.

При підготовці посібника автори використовували матеріали, опубліковані у відкритій вітчизняній та зарубіжній пресі, результати досліджень, виконаних під керівництвом професорів Гейера В. Г., Груби В. І., та Тимошенко Г. М. у галузевих науково-дослідних лабораторіях Донецького національного технічного університету: лабораторії гідропідйому вугілля і породи та комплексної автоматизації гідрошахт, та лабораторії підйому корисних копалин зі дна Світового океану, а також матеріали провідних галузевих науково-дослідних інститутів та досвід промислової експлуатації гідрошахт Донбасу та Кузбасу. Автори висловлюють подяку професорам Малєєву В. Б. та Кононенко А. П., доцентам Коломійцю В. С., Малигіну С. С., Оверко В. М., Селіврі С. О., Яковлеву В. М., Яценко А. Ф., Геммерлінгу О. А., інж. Березинському Г. М., Зуйкову А. Л. та всьому колективу кафедри енергомеханічних систем ДонНТУ за допомогу в створенні посібника.

Посібник призначений для підготовки інженерів з галузей знань “Розробка корисних копалин”, “Машинобудування та матеріалообробка” та інших галузей, де можливе застосування гідромеханізації. Також ця книга може бути використана як довідковий посібник з питань гідромеханізації для фахівців гірничих та інших підприємств.