

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Департамент мелиорации

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации

Ю. М. Косиченко, О. А. Баев

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Учебное пособие

Новочеркасск
РосНИИПМ
2018

УДК 626/627
ББК 38.77
К 71

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Ищенко Александр Васильевич – доктор технических наук, профессор;
Хецуриани Елгуджа Демурович – кандидат технических наук, профессор.

Косиченко Ю. М., Баев О. А.

К 71 Косиченко, Ю. М. Гидротехнические сооружения: учебное пособие / Ю. М. Косиченко, О. А. Баев. – Новочеркасск, 2018. – 207 с.
ISBN 978-5-9909633-5-1

В учебном пособии рассматривается действующая классификация гидротехнических сооружений, приводятся примеры некоторых гидроузлов и сооружений, определение их класса в соответствии с новыми нормами. Уделяется значительное внимание грунтовым и бетонным плотинам, методам расчета их фильтрации, прочности и устойчивости, современным тенденциям в строительстве плотин, каналов и других гидротехнических сооружений, где также представлены последние разработки авторов по рациональным сечениям и расчетам фильтрации, в том числе водопроницаемости противофильтрационных облицовок каналов. Наряду с традиционными разделами в учебном пособии впервые рассматриваются энергетические, судоходные и портовые гидротехнические сооружения.

Учебное пособие предназначено для аспирантов и соответствует направлению подготовки «Гидротехническое строительство» по направлению 08.06.01 – «Техника и технологии строительства». Может использоваться студентами вузов по программам подготовки бакалавров, магистров и специалистов, полезно для проектировщиков и инженеров-гидротехников.

УДК 626/627

ББК 38.77

ISBN 978-5-9909633-5-1

© ФГБНУ «РосНИИПМ», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	9
1.1 Общие понятия о гидротехническом строительстве и гидротехнических сооружениях	9
1.2 Классификация гидротехнических сооружений.....	9
1.3 Силы, действующие на гидротехнические сооружения	15
1.4 Основы проектирования гидротехнических сооружений.....	17
2 ПЛОТИНЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	18
2.1 Плотины из грунтовых материалов.....	18
2.1.1 Классификация грунтовых плотин.....	18
2.1.2 Условия применения.....	19
2.1.3 Конструирование поперечного профиля	19
2.1.4 Дренажи грунтовых плотин	21
2.1.5 Противофильтрационные устройства в теле и основании грунтовых плотин	22
2.2 Методы расчета фильтрации в грунтовых плотинах	23
2.3 Устойчивость откосов грунтовых плотин	26
2.4 Бетонные и другие виды плотин	27
2.4.1 Гравитационные плотины. Основные конструкции и мероприятия по снижению сметной стоимости гравитационных плотин	28
2.4.2 Арочные плотины. Общие сведения, классификация, плановое очертание	32
2.4.3 Контрфорсные плотины. Общие сведения и классификация, конструкции, достоинства	34
2.4.4 Плотины из дерева, металла и синтетических материалов. Основные конструкции, достоинства и недостатки.....	37
2.5 Расчеты прочности и устойчивости бетонных плотин	39
2.6 Температурные воздействия в бетонных плотинах. Трещинообразование в бетонных плотинах и блоках. Методы его предотвращения	42
2.7 Учет фильтрационных воздействий на работу и состояние плотин	44
2.7.1 Бетонные плотины на скальном основании	44
2.7.2 Грунтовые плотины и их основания	45
2.8 Современные тенденции в строительстве бетонных плотин	46

3	ВОДОСБРОСНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	47
3.1	Назначение, классификация	47
3.2	Трубчатые водосбросы	47
3.3	Открытые водосбросы	48
3.4	Траншейные водосбросы	50
3.5	Сифонные водосбросы	50
3.6	Шахтные водосбросы	52
3.7	Водовыпуски: назначение, условия расположения, конструкции	53
3.8	Водоспуски: назначение, условия расположения, конструкции	54
4	МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	55
4.1	Общие сведения о механическом оборудовании гидротехнических сооружений	55
4.1.1	Общие понятия и состав механического оборудования гидротехнических сооружений	55
4.1.2	Типы затворов и их классификация	55
4.1.3	Действующие силы и общие условия работы затворов	58
4.2	Плоские затворы водосливных отверстий	59
4.2.1	Плоские простейшие затворы	59
4.2.2	Металлические плоские затворы	60
4.3	Сегментные затворы водосливных отверстий. Типы и конструкции	64
4.4	Редко применяемые типы затворов водосливных отверстий	67
5	КОМПОНОВКА РЕЧНЫХ ГИДРОУЗЛОВ И ИХ ОСНОВНЫЕ СООРУЖЕНИЯ	71
5.1	Классификация речных гидроузлов	71
5.2	Основные положения при разработке компоновки гидроузлов	71
5.3	Способы пропуска воды через гидроузел во время строительства	73
5.4	Компоновки низконапорных водохранилищных гидроузлов	77
5.5	Компоновки средненапорных водохранилищных гидроузлов	79
5.6	Компоновки высоконапорных водохранилищных гидроузлов	83
5.7	Мероприятия, проводимые в бьефах гидроузлов	87
5.8	Организация чаши водохранилища	88
5.9	Мероприятия в подпертых бьефах	90
5.10	Мероприятия в нижних бьефах гидроузлов	91
6	ВОДОПРОВОДЯЩИЕ СООРУЖЕНИЯ	93
6.1	Каналы	93
6.1.1	Классификация, типы, форма и размеры поперечных сечений каналов	93

6.1.2	Гидравлические расчеты канала и выбор допустимых скоростей течения	96
6.1.3	Требования зимнего режима эксплуатации каналов.....	100
6.1.4	Потери воды из каналов и борьба с ними.....	104
6.1.5	Облицовки каналов.....	110
6.2	Регулирующие сооружения.....	115
6.2.1	Общие сведения. Классификация, особенности и условия работы.....	115
6.2.2	Типы и конструкции регуляторов	116
6.3	Водопроводящие сооружения.....	123
6.3.1	Общие сведения, основные типы и особенности водопроводящих сооружений.....	123
6.3.2	Акведуки, селепроводы и лотки.....	124
6.3.3	Трубопроводы, дюкеры и трубы-ливнепроводы.....	130
6.4	Сопрягающие сооружения	134
6.4.1	Общие сведения и классификация	134
6.4.2	Быстротоки	134
6.4.3	Перепады.....	138
6.4.4	Консольные перепады	141
6.4.5	Выбор типа сопрягающего сооружения	142
6.5	Гидротехнические туннели	142
6.5.1	Общие сведения, условия применения, классификация и основные элементы туннелей.....	142
6.5.2	Поперечные сечения гидротехнических туннелей.....	143
6.5.3	Условия работы, особенности устройства и выбор формы сечения туннелей	144
6.5.4	Обделка туннелей	146
6.5.5	Входные и выходные оголовки туннеля (порталы)	150
6.5.6	Некоторые вопросы проектирования туннелей.....	151
7	РЕГУЛЯЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ	152
7.1	Классификация регуляционных сооружений.....	152
7.2	Краткие сведения о строительных материалах и элементах конструкций.....	152
7.3	Крепление берега	159
7.4	Дамбы	161
7.5	Шпоры	165
7.6	Прорези.....	168
7.7	Наносоуправляющие пороги.....	169
8	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ	170
8.1	Принципиальные схемы гидроэлектростанций	170
8.2	Состав оборудования гидроэлектростанций	171

8.3	Комплексность проблемы, решаемой при проектировании гидроэлектростанций.....	173
8.4	Компоновка гидроэлектростанций при плотинной схеме использования водной энергии.....	175
8.5	Компоновка гидроэлектростанций при деривационной схеме использования водной энергии.....	178
8.6	Специальные типы зданий гидроэлектростанций	179
8.7	Водно-энергетические расчеты	181
9	СУДОХОДНЫЕ И ПОРТОВЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ.....	184
9.1	Судоходные пути и сооружения.....	184
9.2	Конструкции и габариты судоходных каналов.....	184
9.3	Назначение и конструкции судоходных шлюзов	186
9.4	Камеры и системы питания судоходных шлюзов	189
9.5	Пропуск судов через шлюзы.....	191
9.6	Судоподъемники	192
9.7	Затраты воды на пропуск судов.....	192
9.8	Гидравлический расчет наполнения и опорожнения камер шлюзов	193
9.9	Портовые сооружения	197
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	205

ВВЕДЕНИЕ

Гидротехническое строительство играло и играет большую роль в выполнении народно-хозяйственных планов развития ранее Советского Союза, а в настоящее время Российской Федерации.

Основная задача гидротехнического строительства – обеспечить проектирование, строительство и эксплуатацию гидротехнических сооружений практически для всех отраслей экономики – гидроэнергетики, водного транспорта, сельского хозяйства и мелиорации, промышленности, атомной и тепловой энергетики, городского хозяйства, водоснабжения населения и водоотведения, рекреации и решения острых экологических проблем.

Во всемирной декларации «Водообеспечения для устойчивого развития», принятой в 2012 г. в г. Киото (Япония) на 24-м Конгрессе «ICOLD» (Международной комиссии по большим плотинам), провозглашалось следующее: «В настоящее время человечество столкнулось с проблемами водообеспечения, которые никогда не возникали в прошлом». Перед лицом величайшего вызова XXI века – глобального водного кризиса – мы должны развивать дальнейшее строительство гидротехнических сооружений в целях:

- регулирования паводков для снижения последствий засухи;
- проведения ирригации для обеспечения сельскохозяйственного производства пищевых продуктов;
- обеспечения населения качественной питьевой водой, санитарных нужд, рекреации и многих других целей;
- осуществления производства энергии, главным образом электроэнергии и производства продукции и многое другое».

В учебном пособии, предназначенном для аспирантов, рассматриваются не только традиционные разделы по гидротехническим сооружениям – грунтовые и бетонные плотины, водосбросные сооружения, водопроводящие сооружения – каналы, акведуки, дюкеры, спорягающие сооружения, гидротехнические туннели, но также ряд новых разделов, относящихся, в основном, к другим дисциплинам – энергетические гидротехнические сооружения, судоходные и портовые гидротехнические сооружения.

При этом в учебном пособии уделяется большое внимание основным расчетным положениям гидротехнических сооружений, принятой классификации гидротехнических сооружений по Своду правил (СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения»).

Учебное пособие соответствует направленности подготовки «Гидротехническое строительство» по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства» и рабочей программе по дисциплине

Б1.В.ОД.3 «Гидротехническое строительство» учебного плана подготовки аспирантов в ФГБНУ «Российский НИИ проблем мелиорации».

Целью изучения дисциплины является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области исследований, основ проектирования и разработки новых конструкций водоподпорных, водосбросных, водопроводящих, регуляционных, мелиоративных, энергетических, судоходных и портовых гидротехнических сооружений. Приобретение навыков инженерных изысканий, проектирования, возведения, технической эксплуатации, а также ремонта и реконструкции гидротехнических сооружений различного назначения.

Учебное пособие состоит из нижеследующих девяти разделов.

В первом разделе рассматриваются общие понятия и условия работы гидротехнических сооружений. Во втором разделе – плотины из грунтовых, бетонных и других материалов, а также методы их расчета и условия применения. Третий раздел пособия посвящен водосбросным сооружениям, в котором рассматривается их назначение, классификация и условия применения. В четвертом разделе представлены краткие сведения о механическом оборудовании гидротехнических сооружений (классификация и типы сооружений, виды затворов их конструкции и назначение). Пятый раздел пособия – компоновка речных гидроузлов, в котором уделяется большое значение компоновки низконапорных, средненапорных и высоконапорных водохранилищных гидроузлов, организация чаши водохранилища, комплекс мероприятий в нижних и верхних бьефах. В шестом разделе рассматривается комплекс гидротехнических сооружений, предназначенных для переброски воды в заданные пункты (каналы, акведуки, трубопроводы, дюкеры, гидротехнические туннели), сопрягающие и регулирующие сооружения, а также методы их расчета. Седьмой раздел посвящен регуляционным сооружениям (кратко рассматриваются защитные, выправительные, комплексные и прочие сооружения). В восьмом разделе пособия рассмотрены энергетические гидротехнические сооружения, принципы их работы, состав оборудования и компоновка. Девятый раздел посвящен судоходным и портовым гидротехническим сооружениям.

Для наглядности и предварительного ознакомления аспирантов с сооружениями, авторы в каждом из разделов приводят соответствующие иллюстрации гидротехнических сооружений или их элементов.

В работе по компьютерному набору текста участие принимал младший научный сотрудник А. Ю. Гарбуз, за что авторы выражают ему благодарность.

Учебное издание

**Косиченко Юрий Михайлович
Баев Олег Андреевич**

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Учебное пособие

Подписано в печать 25.05.2018. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 12,14. Тираж 500 экз. Заказ № 28

ФГБНУ «РосНИИПМ»
346421, Ростовская область, г. Новочеркасск,
Баклановский проспект, 190

Отпечатано с готового оригинал-макета
ИП Белоусов А. Ю.
346421, Ростовская область, г. Новочеркасск,
Баклановский проспект, 190 «Е»