

Б. В. КАРАСЕВ

ГИДРАВЛИКА, ОСНОВЫ СЕЛЬСКО- ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования БССР в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по специальности 1205 «Сельскохозяйственное строительство»

МИНСК «ВЫШЭЙШАЯ ШКОЛА» 1983

ББК 38.761

К 21

УДК 628.1/.2(:22) (075.8)

Рецензенты: кафедра «Водоснабжение и канализация» Полтавского инженерно-строительного института; Г. С. Попкович, профессор, зав. кафедрой «Водоснабжение и канализация» Всесоюзного заочного инженерно-строительного института.

$\frac{3206000000-153}{\text{К} \frac{\text{М}304(05)-83}{44-84}}$

© Издательство «Высшая школа», 1983.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Политика КПСС в области сельского хозяйства состоит в планомерном переводе этой отрасли на индустриальную основу, что неразрывно связано с улучшением социальной структуры села, условий труда и быта сельских жителей. Немало сел нуждаются в перестройке, обновлении, благоустройстве. Без этого нельзя добиться создания стабильных трудовых коллективов, эффективно использовать производственный потенциал, созданный на селе, в интересах успешного выполнения Продовольственной программы. Это требует еще большего внимания к повышению квалификации кадров, в частности инженеров сельскохозяйственного строительства.

Настоящее учебное пособие написано в соответствии с программой курса «Гидравлика, основы сельскохозяйственного водоснабжения и канализации» для студентов специальности 1205 «Сельскохозяйственное строительство».

Учебное пособие состоит из трех частей: «Гидравлика», «Сельскохозяйственное водоснабжение» и «Сельскохозяйственная канализация». В первой части рассматриваются основные законы гидростатики, а также движение напорных и безнапорных потоков. Во второй и третьей частях приведены примеры расчета и проектирования внешних и внутренних систем водопровода и канализации применительно к условиям сельских населенных мест и сельскохозяйственного производства. В книге в достаточном объеме дан справочно-нормативный материал, необходимый при выполнении проектов на тему «Водоснабжение и канализация сельских населенных мест».

Предисловие, части первая, вторая, гл. 20 и 28 написаны канд. техн. наук, доц. Б. В. Карасевым, гл. 17—19 и 21—27 — инж. Е. П. Якубовским.

Авторы выражают глубокую признательность доценту кафедры «Водоснабжение и очистка природных вод» канд. техн. наук В. М. Новикову за ценные замечания при подготовке рукописи и приносят большую благодарность проф. Г. С. Попковичу — заведующему кафедрой «Водоснабжение и канализация» Всесоюзного заочного инженерно-строительного института, доценту этой же кафедры, канд. техн. наук Н. А. Чулкову, заведующему кафедрой «Водоснабжение и канализация» Полтавского инженерно-строительного института канд. техн. наук В. Г. Новохатнему и преподавателям этой же кафедры кандидатам технических наук А. С. Вертелецкой, Ю. П. Василенко, С. С. Запорожцу за весьма ценные замечания, высказанные при рецензировании рукописи.

Б. В. Карасев

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамов Н. Н.* Водоснабжение.— М.: Стройиздат, 1974.— 480 с.
2. *Гавриленко В. М., Алексеев В. С.* Фильтры буровых скважин.— М.: Недра, 1976.— 320 с.
3. *ГОСТ 21.106—78.* Обозначения условные. Трубопроводы санитарно-технических систем.— Введ. впервые: янв., 1979—25 с.
4. *ГОСТ 21.601—79.* Водопровод и канализация. Рабочие чертежи.— Введ. впервые: янв., 1981—38 с.
5. *ГОСТ 2.784—70.* Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов.— Введ. впервые: янв., 1971—45 с.
6. *ГОСТ 2.785—70.* Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная.— Введ. впервые: янв., 1971—22 с.
7. *Идельчик И. Е.* Справочник по гидравлическим сопротивлениям.— М.: Машиностроение, 1975.— 559 с.
8. *Инженерное оборудование сельских населенных мест.* Рекомендации по проектированию и примеры решений систем водоснабжения, канализации, тепло-, газо- и электроснабжения.— М.: ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре, 1971.— 63 с.
9. *Калищун В. И. и др.* Гидравлика, водоснабжение и канализация.— М.: Стройиздат, 1980.— 359 с.
10. *Карасев Б. В.* Насосы и насосные станции.— Мн.: Выш. шк., 1979.— 288 с.
11. *Кедров В. С.* Санитарно-техническое оборудование зданий.— М.: Выш. шк., 1974.— 351 с.
12. *Киселев П. Г.* Гидравлика. Основы механики жидкости.— М.: Энергия, 1980.— 360 с.
13. *Курганов А. М., Федоров Н. Ф.* Справочник по гидравлическим расчетам систем водоснабжения и канализации.— Л.: Стройиздат, 1973.— 400 с.
14. *Логинов В. П., Шуссер Л. М.* Справочник по сельскохозяйственному водоснабжению.— М.: Колос, 1980.— 287 с.
15. *Лукиных А. А., Лукиных Н. А.* Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формулам акад. Н. Н. Павловского.— М.: Стройиздат, 1974.— 156 с.
16. *Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации/Под ред. А. К. Перешивкина.*— М.: Стройиздат, 1978.— 576 с.
17. *Оборудование водопроводно-канализационных сооружений/Под ред. А. С. Москвитина.*— М.: Стройиздат, 1979.— 430 с.
18. *Образовский А. С.* Гидравлика водоприемных ковшей.— М.: Госстройиздат, 1962.— 195 с.
19. *Примеры расчетов по гидравлике/Под ред. А. Д. Альтшуля.*— М.: Стройиздат, 1977.— 256 с.
20. *Сборник нормативных документов по строительному проектированию сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений.*— М.: Стройиздат, 1979.— 69 с.
21. *СНиП II-30—76.* Внутренний водопровод и канализация.— М.: Стройиздат, 1977.— 44 с.
22. *СНиП II-31—74.* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.— М.: Стройиздат, 1975.— 147 с.
23. *СНиП II-32—74.* Канализация. Наружные сети и сооружения.— М.: Стройиздат, 1975.— 88 с.
24. *Справочник по механизации орошения.*— М.: Колос, 1979.— 303 с.
25. *Справочник по гидравлическим расчетам/Под ред. П. Г. Киселева.*— М.: Энергия, 1972.— 312 с.

26. *Справочник по гидравлике*/Под ред. Большакова В. А.— Киев: «Вища школа», 1977.— 280 с.
27. *Справочник по специальным работам. Монтаж внутренних санитарно-технических устройств*/Под общ. ред. Н. А. Коханенко.— М.: Стройиздат, 1970.— 767 с.
28. *Установки малой производительности для очистки и обеззараживания питьевых и сточных вод*/Под общ. ред. Д. М. Минца.— М.: Стройиздат, 1974.— 159 с.
29. *Угинчус А. А.* Каналы и сооружения на них.— М.: Госстройиздат, 1953.— 389 с.
30. *Шевелев А. Ф.* Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб.— М.: Стройиздат, 1978.— 112 с.
31. *Яковлев С. В. и др.* Канализация.— М.: Стройиздат, 1976.— 632 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Часть I. ГИДРАВЛИКА	
Глава 1. Основные понятия и определения	4
1.1. Определение жидкости. Понятие ньютоновской, неньютоновской и идеальной жидкости	4
1.2. Основные физические свойства жидкостей	5
Глава 2. Гидростатика	7
2.1. Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства	7
2.2. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера)	9
2.3. Основное уравнение гидростатики (в поле сил тяжести)	11
2.4. Абсолютное, манометрическое (избыточное) и вакуумметрическое давления. Приборы для измерения давления	11
2.5. Поверхности равного давления. Относительный покой жидкости	14
2.6. Сила гидростатического давления на плоские поверхности и точка ее приложения (центр давления)	15
2.7. Сила гидростатического давления на криволинейные поверхности	17
2.8. Эпюры гидростатического давления	19
2.9. Расчет резервуаров и упоров труб на действие силы гидростатического давления	20
2.10. Плавание тел в жидкости. Закон Архимеда	21
Глава 3. Основы гидродинамики. Основные уравнения движения жидкости	23
3.1. Виды движения жидкости и основные характеристики движения	23
3.2. Основные уравнения движения	25
3.2.1. Уравнение неразрывности потока	25
3.2.2. Уравнение Д. Бернулли	26
3.2.3. Основное уравнение равномерного движения жидкости. Формула Шези	30
3.3. Некоторые случаи практического применения уравнений движения	31
Глава 4. Гидравлические сопротивления. Режимы движения жидкости	33
4.1. Виды гидравлических сопротивлений	33
4.2. Режимы движения жидкости. Число Рейнольдса	34
4.3. Ламинарное движение жидкости в трубе круглого сечения	35
4.4. Турбулентное движение жидкости в трубе круглого сечения	37
4.5. Местные сопротивления	41

Глава 5. Гидравлический расчет напорных трубопроводов	44
5.1. Классификация трубопроводов и задачи гидравлического расчета	44
5.2. Расчетные формулы, обобщенные гидравлические параметры и таблицы. Подбор диаметров трубопроводов	45
5.3. Расчет трубопроводов с равномерным путевым расходом	48
5.4. Расчет простого длинного трубопровода	49
5.5. Расчет последовательно соединенных трубопроводов	50
5.6. Расчет параллельно соединенных трубопроводов	51
5.7. Расчет тупиковой разветвленной сети трубопроводов	52
5.8. Принцип расчета кольцевых сетей трубопроводов	54
5.9. Расчет коротких трубопроводов	56
5.10. Расчет сифонных трубопроводов	57
5.11. Характеристика трубопровода (сети)	59
5.12. Гидравлический удар в трубопроводах	59
Глава 6. Истечение жидкости из отверстий и насадок	60
6.1. Истечение из малого отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре	60
6.2. Истечение из большого отверстия при постоянном напоре	62
6.3. Истечение жидкости из отверстий при переменном напоре	63
6.4. Истечение жидкости через насадки при постоянном напоре	65
Глава 7. Движение жидкости в открытых руслах	66
7.1. Классификация и краткая характеристика каналов	66
7.2. Скорость движения воды в канале	68
7.3. Расчетные формулы и таблицы при гидравлическом расчете каналов	69
7.4. Гидравлически невыгодное сечение и гидравлический расчет каналов	71
7.5. Особенности гидравлического расчета канализационных труб	74
7.6. Удельная энергия сечения. Понятие о критической глубине потока	76
7.7. Критический уклон	77
7.8. Гидравлический прыжок	77
7.9. Определение сопряженных глубин в прямоугольном русле. Длина прыжка	78
7.10. Истечение через водосливы	79
Глава 8. Движение грунтовых вод	84
8.1. Виды движения воды в грунтах	84
8.2. Основной закон фильтрации	84
8.3. Способы определения коэффициента фильтрации	86
8.4. Приток грунтовых вод к трубчатым колодцам	87
8.5. Приток воды к горизонтальным водосборным галереям и дренажам	89
Часть II. ОСНОВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ	
Глава 9. Водоснабжение населенных мест	91
9.1. Системы, схемы водоснабжения и общие положения при проектировании водопровода	91

9.2. Виды водопотребителей и нормы водопотребления	95
9.3. Режим водопотребления, определение расчетных расходов и напоров	98
Глава 10. Источники сельскохозяйственного водоснабжения и водозаборные сооружения	103
10.1. Требования, предъявляемые к воде	103
10.2. Поверхностные источники воды	104
10.3. Подземные источники. Образование, условия залегания и движения, классификация подземных вод	105
10.4. Выбор источника водоснабжения	107
10.5. Зоны санитарной охраны	108
10.6. Водоприемные сооружения на поверхностных источниках	108
10.7. Водоприемные сооружения на подземных источниках	113
Глава 11. Насосы и насосные станции	117
11.1. Назначение, классификация насосов и основные параметры, характеризующие их работу	117
11.2. Центробежные насосы	119
11.3. Поршневые насосы	122
11.4. Вихревые насосы	122
11.5. Струйные насосы и водоструйные установки	123
11.6. Воздушные водоподъемники (эрлифты)	123
11.7. Вибрационные водоподъемники	125
11.8. Инерционные водоподъемники	126
11.9. Гидравлические тараны	126
11.10. Водопроводные насосные станции	127
Глава 12. Водопроводные сооружения и резервуары	129
12.1. Назначение водонапорных сооружений и расчет объема резервуара	129
12.2. Водонапорные башни	130
12.3. Безбашенные, пневматические установки	132
12.4. Подземные резервуары	133
Глава 13. Наружные водопроводные сети	134
13.1. Схемы и трассировка сетей	134
13.2. Подготовка сети к гидравлическому расчету. Определение расчетных расходов	136
13.3. Основы технико-экономического расчета сети	137
13.4. Трубы, применяемые для устройства водопроводных сетей	138
13.5. Арматура, колодцы и деталировка водопроводных сетей	141
13.6. Глубина заложения и правила укладки труб	147
Глава 14. Качество воды и способы ее улучшения	147
14.1. Характеристика качества воды	147
14.2. Основные методы очистки воды	149

14.3. Осветление и обесцвечивание воды коагулированием	150
14.4. Фильтрация воды	152
14.5. Безреагентная очистка воды	154
14.6. Обеззараживание воды	155
14.7. Умягчение воды	156
14.8. Выбор состава очистных сооружений для сельскохозяйственного водоснабжения	160
Глава 15. Внутренний водопровод	162
15.1. Системы и схемы внутренних водопроводов	162
15.2. Расчет внутреннего водопровода	163
15.3. Трассировка внутренних сетей	167
15.4. Трубы и фасонные части для устройства внутренних водопроводов	168
15.5. Арматура внутренних водопроводов	171
15.6. Вводы водопровода в здания	173
15.7. Водомеры и водомерные узлы	174
15.8. Водонапорные баки в зданиях	178
15.9. Повысительные установки	179
15.10. Противопожарные водопроводы в зданиях	179
15.11. Прием и сдача в эксплуатацию внутреннего водопровода	181
Глава 16. Особенности сельскохозяйственного водоснабжения	181
16.1. Общие сведения	181
16.2. Системы водоснабжения поселков, колхозов и совхозов	182
16.3. Системы водоснабжения животноводческих комплексов и ферм	183
16.4. Системы пастбищного и полевого водоснабжения	188
16.5. Особенности групповых водопроводов	190
16.6. Водоснабжение теплиц, парников и различных производственных зданий по хранению и переработке сельскохозяйственной продукции	192
Часть III. ОСНОВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КАНАЛИЗАЦИИ	
Глава 17. Внутренняя канализация зданий	194
17.1. Системы внутренней канализации и их основные элементы	194
17.1.1. Приемники сточных вод	195
17.1.2. Канализационные трубы и фасонные части	199
17.2. Устройство сети внутренней канализации зданий	200
17.3. Расчет сети внутренней канализации	204
17.4. Особенности канализации некоторых общественных зданий и сельскохозяйственных предприятий	206
17.4.1. Бани и прачечные	206
17.4.2. Столовые	207
17.4.3. Здания и сооружения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции	207
17.4.4. Животноводческие, птицеводческие здания и сооружения	207
17.4.5. Гаражи и мастерские	208
	283

Глава 18. Монтаж, испытание и эксплуатация санитарно-технических устройств зданий	209
18.1. Монтаж санитарно-технических устройств зданий	209
Глава 19. Устройство, проектирование и расчет наружных канализационных сетей	210
19.1. Системы и схемы наружных канализационных сетей	210
19.2. Трассировка канализационной сети	214
19.3. Канализационные трубы и коллекторы	215
19.4. Глубина заложения и укладка канализационных труб	217
19.5. Пересечение канализационных труб с препятствиями	219
19.6. Колодцы на канализационной сети	220
19.7. Устройство наружных канализационных сетей на животноводческих фермах и комплексах	221
19.8. Проектирование и расчет канализационных сетей	222
19.9. Определение объемов и расчетных расходов сточных вод	222
19.10. Гидравлический расчет канализационной сети	224
19.11. Построение продольного профиля канализационной сети	226
19.12. Расчет и устройство дождевой канализации	227
Глава 20. Перекачка сточных вод	227
20.1. Насосы для перекачки сточных вод	227
20.2. Насосные станции для перекачки сточных вод	228
Глава 21. Состав сточных вод и методы их очистки	228
21.1. Состав и концентрация загрязнений сточных вод	228
21.2. Методы очистки сточных вод и схемы очистных станций сельскохозяйственной канализации	231
Глава 22. Сооружения механической очистки сточных вод	235
22.1. Решетки, решетки-дробилки	235
22.2. Песколовки	237
22.3. Отстойники	239
Глава 23. Сооружения биологической очистки сточных вод	242
23.1. Биологические фильтры	242
23.2. Аэротенки	244
23.3. Биологические пруды	246
23.4. Поля орошения, поля фильтрации	246
23.5. Компактные установки для полной биологической очистки сточных вод	248
Глава 24. Сооружения для обработки осадка	252
24.1. Иловые площадки	252
24.2. Метантенки	253

24.3. Осветлители-перегниватели	254
24.4. Механическое обезвоживание осадка	255
Глава 25. Местные очистные сооружения	256
25.1. Септики	256
25.2. Двухъярусные отстойники	257
25.3. Фильтрующие колодцы	258
25.4. Поля подземной фильтрации	259
25.5. Фильтрующие траншеи	259
25.6. Песчано-гравийные подземные фильтры	260
Глава 26. Обеззараживание и спуск сточных вод в водоемы	261
Глава 27. Особенности очистки и утилизации сточных вод от животноводческих комплексов	263
Глава 28. Водоснабжение и канализация объектов строительства	265
28.1. Определение требуемого объема воды и ее качество	265
28.2. Системы временных водопроводов и их увязка с постоянными водопроводами	266
28.3. Системы временной канализации строительных объектов	268
Приложения	269
Литература	278

Борис Васильевич Карсев

**Гидравлика, основы сельскохозяйственного
водоснабжения и канализации**

Зав. редакцией *В. Г. Самарина*
Редактор *Л. Н. Базулько*
Мл. редактор *Н. В. Валишева*
Обложка *В. Н. Кривули*
Худож. редактор *Ю. С. Сергачев*
Техн. редактор *Г. М. Романчук*
Корректор *Н. Б. Назарева*

ИБ № 1643

Сдано в набор 28.12.82. Подписано в печать 24.10.83. АТ 16869. Формат 60×90^{1/16}. Бумага тип. № 2. Усл. печ. л. 18. Усл. кр.-отт. 18. Уч.-изд. л. 18,33. Тираж 4000 экз. Заказ 3249. Цена 1 р.

Издательство «Высшая школа» Государственного комитета БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 220048, Минск, пр. Машерова, 11.

Минский ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат МППО им. Я. Коласа 220005, Минск, ул. Красная, 23.

Карасев Б. В.
К21 Гидравлика, основы сельскохозяйственного водоснабжения и канализации: [Учеб. пособие для вузов по спец. 1205 «С.-х. стр-во»].— Мн.: Выш. шк., 1983.— 285 с., ил.

В пер. 1 р.

Рассматриваются основные законы гидростатики, движение напорных и безнапорных потоков, излагаются методы расчета и проектирования внешних и внутренних систем водопровода и канализации применительно к условиям сельских населенных мест и сельскохозяйственного производства. В достаточном объеме дан справочный материал.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 1205 «Сельскохозяйственное строительство», может быть полезно специалистам в области водоснабжения и канализации.

320600000—153
К М304(05)—83 44—84

ББК 38.761