

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

А.Г. Первов, В.А. Чухин, А.В. Михайлин

## РАСЧЕТ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНЫХ (ЭЛЕКТРОМЕМБРАННЫХ) УСТАНОВОК ПО ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ ВОДЫ

Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области строительства в качестве учебного пособия для подготовки магистров, обучающихся по программе «Водоснабжение городов и промышленных предприятий и сооружений» направления 270800 «Строительство» (18.07.2012 г., № 102-15/724)

Москва 2012

УДК 628.165  
ББК 38.761.1  
П 26

Рецензенты:

профессор, доктор технических наук *О.Г. Примин*,  
заместитель генерального директора  
по научным исследованиям ОАО «МосводоканалНИИпроект»;  
кандидат технических наук *Л.А. Квитка*, доцент кафедры  
сельскохозяйственного водоснабжения  
Московского государственного университета природообустройства;  
доктор технических наук *Л.С. Алексеев*, профессор кафедры  
гидравлики и водохозяйственных сооружений  
Российского государственного аграрного заочного университета

**Первов, А.Г.**

**П 26** Расчет, проектирование и применение электродиализных (электро-мембранных) установок по деминерализации воды : учебное пособие / А.Г. Первов, В.А. Чухин, А.В. Михайлин ; М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». — Москва : МГСУ, 2012. — 87 с.

**ISBN 978-5-7264-0669-5**

Приведены рекомендации по использованию электродиализных и электромембранных аппаратов и технологических схем на их основе для опреснения и обессоливания воды. Дан анализ областей применения электродиализа. Описаны свойства ионообменных мембран. Приведены конструктивные особенности электродиализных аппаратов и их комплектующих: электродов, прокладок, сепараторов-турбулизаторов. Дана методика расчета электродиализаторов для опреснения воды с различным солеудержанием. Приведены примеры расчета электродиализных аппаратов.

Для студентов строительных учебных заведений, а также специалистов по водоподготовке.

**УДК 628.165  
ББК 38.761.1**

ISBN 978-5-7264-0669-5

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2012

## О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие.....	3
Условные обозначения .....	4
1. Общие положения. Схемы электродиализных опреснительных установок.....	7
1.1. Общие положения .....	7
1.2. Схемы электродиализных опреснительных установок .....	7
2. Устройство электродиализных аппаратов .....	11
2.1. Общая характеристика электродиализных аппаратов .....	11
2.2. Конструктивные элементы электродиализного аппарата .....	15
3. Расчет электродиализных опреснительных установок .....	24
3.1. Теоретические основы процесса электродиализа .....	24
3.2. Определение основных рабочих характеристик электродиализного аппарата .....	29
3.2.1. Определение оптимальной кратности концентрирования рассола .....	29
3.2.2. Определение количества рабочих ячеек.....	31
3.2.3. Определение оптимальной плотности тока .....	31
3.2.4. Влияние концентрационной поляризации на процесс электродиализа.....	35
3.2.5. Гидравлические характеристики электродиализных аппаратов .....	38
3.2.6. Предотвращение осадкообразования при электродиализном опреснении.....	39
4. Пример технологического расчета электродиализной циркуляционной установки.....	42
5. Пример технологического расчета электродиализной прямоточной установки .....	50

6. Свойства ионообменных мембран и влияние на них концентрационной поляризации.....	63
6.1. Селективность ионитовых мембран.....	63
6.2. Технологические схемы подготовки воды для электродиализных установок и мероприятия по предотвращению осадкообразования .....	67
6.3. Причины возникновения концентрационной поляризации мембран.....	68
7. Примеры использования электромембранных методов в технологии водоподготовки .....	71
7.1. Электродиализ растворов солей в аппаратах с биполярными мембранами .....	71
7.2. Сущность процесса электродеионизации .....	72
7.3. Процесс предельного концентрирования растворов солей.....	76
Библиографический список.....	80
Приложение 1. Характеристика электродиализного аппарата ЭХО-5000-200 .....	81
Приложение 2. Характеристика электродиализного аппарата ЭХО-2000-200 .....	83