

Н.Н. Беляев, В.А. Козачина

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
МАССОПЕРЕНОСА В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ
ОТСТОЙНИКАХ



Днепропетровск
2015

Н. Н. Беляев, В. А. Козачина

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАССОПЕРЕНОСА В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ОТСТОЙНИКАХ

Рекомендовано к печати Ученым советом
Днепропетровского национального университета железнодорожного
транспорта имени академика В. Лазаряна

Днепропетровск

2015

УДК 628.334.51:519.6

ББК 38.761

Б 43

Рецензенты:

д.т.н., проф. С.З. Полищук (ПГАСА)

д.т.н., проф. В.Д. Петренко (ДНУЖТ)

д.т.н., проф. Л.С. Савин (ПГАСА)

Рекомендовано к печати Ученым советом
Днепропетровского национального университета железнодорожного
транспорта имени академика В. Лазаряна

Беляев Н. Н., Козачина В. А.

Б 43 Математическое моделирование массопереноса в горизонтальных отстойниках [Текст] / Н. Н. Беляев, В. А. Козачина. – Д.: Акцент ПП, 2014. – 114 с. ISBN 978-966-9210-09-8

В монографии представлены эффективные CFD модели для теоретического исследования процессов массопереноса в горизонтальных отстойниках, имеющих сложную геометрическую форму. Рассмотрены различные гидродинамические модели, на основе которых осуществляется расчет поля скорости в данных очистных сооружениях. Для описания процесса массопереноса применяется уравнение конвективно-диффузионного переноса смеси. Представлены результаты вычислительных экспериментов на базе разработанных CFD моделей.

Монография будет полезна для студентов, аспирантов и специалистов, работающих в области водоснабжения и канализации, вычислительной гидродинамики и прикладной математики.

Ил. 78. Табл. 3. Библиогр.: 55 наим.

УДК 628.334.51:519.6

ББК 38.761

ISBN 978-966-9210-09-8

© Беляев Н. Н., Козачина В. А., 2015

© Акцент ПП, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1. Анализ состояния проблемы	4
1.1. Типы горизонтальных отстойников.....	4
1.2. Анализ моделей, применяемых для расчета отстойников.....	11
Список использованных источников к главе 1	29
Глава 2. Модели гидродинамики и массопереноса для расчета горизонтальных отстойников	33
2.1. Особенность моделируемых процессов	33
2.2. Модели гидродинамики	34
2.3. Модель массопереноса в отстойнике.....	39
Список использованных источников к главе 2	47
Глава 3. Численное решение задач гидродинамики и массопереноса в горизонтальном отстойнике.....	52
3.1. Численное решение уравнения массопереноса	52
3.2. Расчет формирования осадка на дне отстойника	54
3.3. Численное решение уравнения для потенциала скорости.....	60
3.4. Численное решение уравнений вихревого движения идеальной жидкости	61
3.5. Численное интегрирование уравнений Навье-Стокса	66
3.6. Описание кодов	72
Список использованных источников к главе 3	77
Глава 4. Расчет эффективности работы горизонтальных отстойников на базе CFD моделей.	80
4.1. Расчет горизонтального отстойника на базе модели потенциального течения	80
4.2. Расчет горизонтальных отстойников на базе модели вихревого течения идеальной жидкости	97
4.3. Расчет горизонтального отстойника на базе уравнений Навье- Стокса	103
Список использованных источников к главе 4	110
Заключение	113

Список использованных источников

к главе 4

1. А.св. 1710517 СССР. Тонкослойный отстойник / А.А. Абдураманов, Г.К. Егимбердиева.
2. Беляев Н.Н. Снижение техногенной нагрузки на водоем при сбросе сточных вод за счет повышения эффективности отстойников / Н.Н. Беляев, Л.Ф. Долина, В.А. Козачина. Научный журнал «Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте», Вып. №3, 2012. – с. 92 – 97.
3. Беляев Н.Н. Численное моделирование процесса осветления шахтных вод в горизонтальном отстойнике / Н.Н. Беляев, Е.Ю. Гунько, В.А. Козачина. Міжвідомчий збірник наукових праць «Геотехнічна механіка», НАН України, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова, вип. № 114, 2014 р.
4. Беляев Н.Н. CFD моделирование работы горизонтального отстойника со струенаправляющими пластинами / Беляев Н.Н., Козачина В.А. Вода та водоочисні технології. Науково-технічні вісті. №2 (15), 2014.
5. Водопостачання та очистка природних вод / Епоян С.М., Колотило В.Д., Друшляк О.Г., Сухоруков Г.І., Айрапетян Т.С. Навчальний посібник. – Х.: Фактор, 2010. – 192 с.
6. Пат. № 2438992 RU, МПК В01D 21/00. Горизонтальный отстойник / О.С. Кочетов, М.О. Стареева. Опубл. 10.01.2012, бюл. №1.
7. Biliaiev M.M. CFD modelling of the water treatment in the horizontal settler / Biliaiev M.M., Kozachyna V.A. Вісник Дніпропетровського

- національного університету. Серія Механіка. Випуск 18. 2014. – с. 146-151.
8. Biliaiev M.M. CFD simulation of the water purification in the horizontal settler / Biliaiev M.M., Gunko E. Yu., Kozachyna V.A. Сборник научных трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение». Випуск 75, ПГАСА, 2014. – с. 25-29.
 9. Biliaiev M.M. Efficiency calculation of the horizontal settler with baffles / Biliaiev M.M., Kozachyna V.A., Polubynskaya E.V. Сборник научных трудов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Техногенная и природная безопасность», Саратов, 2014. – с. 146-149.
 10. Biliaiev M.M. Increasing of water bodies protection by the efficient work of the settler / Biliaiev M.M., Kozachyna V.A., Polubynskaya E.V. Сборник научных трудов «Строительство. Материаловедение. Машиностроение». ПГАСА, 2014. – с. 62-65.
 11. Biliaiev M.M. Investigation of the flow in the horizontal settler with baffle / Biliaiev M.M., Kozachyna V.A., Polubynskaya E.V. Науковий вісник будівництва. ХНУБА, 2014. – с. 182-184.
 12. Biliaiev M.M. New codes for CFD simulation of the water purification in the horizontal settler / Biliaiev M.M., Kozachyna V.A. Науково-технічний збірник «Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки», Випуск 24. КНУБА, 2014. – с. 16-23.
 13. Griborio A. Secondary Clarifier Modeling: A Multi-Process Approach / Dissertation and Theses. University of New Orleans, USA, 2004. – 440 p.

14. Kleine D. Finite Element Analysis of Flows in Secondary Settling Tanks / Kleine D., Reddy B. International Journal for Numerical Methods in Engineering, Volume 64, Issue 7, 21 October 2005. – pp. 849–876.

Заключение

В книге рассмотрено построение эффективных CFD моделей для исследования процессов массопереноса в горизонтальных отстойниках, имеющих сложную геометрическую форму.

Разработанные CFD модели обладают определенной универсальностью: они дают возможность рассчитать процесс массопереноса в горизонтальных отстойниках практически любой конфигурации на компьютерах малой и средней мощности. Затраты компьютерного времени при этом составляют порядка нескольких минут. Модели данного класса относятся к группе “operational models”. Эти модели занимают промежуточное положение между инженерными методиками, основное преимущество которых – быстрота расчета, и CFD моделями “высокого уровня”, которые дают возможность моделировать массоперенос в отстойниках с максимальным приближением к реальности.

Разработанные CFD модели будут особенно эффективны на этапе проектирования очистных сооружений, когда путем проведения серийных расчетов осуществляется выбор наиболее рационального варианта.

Наукове видання

Біляєв Микола Миколайович
Козачина Віталій Анатолійович

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МАСОПЕРЕНОСУ
У ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ВІДСТІЙНИКАХ**

Монографія

Російською мовою

Матеріал друкується в авторській редакції

Підписано до друку 08.07.2015 р.
Формат 60x84^{1/16}. Гарнітура FreeSetC. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 7,13. Тираж 300 прим.
Зам. № 7706

Видавництво ТОВ «Акцент ПП»
вул. Ларіонова, 145. м. Дніпропетровськ, 49052
тел. (056) 794-61-04(05)
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 4766 від 04.09.2014

Віддруковано ТОВ «Акцент ПП»
вул. Ларіонова, 145. м. Дніпропетровськ, 49052
тел. (056) 794-61-04(05)
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 4766 від 04.09.2014

