

Оглавление

Предисловие	5
Введение	8
Глава 1. Аналитический обзор	11
1.1 Структурные модели порового пространства бетона	11
1.2 Физико-химические особенности процессов выщелачивания	16
1.2.1 Механизм процессов выщелачивания	16
1.3 Анализ математических моделей процессов выщелачивания бетонов	23
1.3.1 Характеристика моделей	23
1.4 Анализ методов экспериментальных исследований	30
1.4.1 Выщелачивание бетона при фильтрации	30
Глава 2. Гидродинамические и физико-химические закономерности процессов выщелачивания бетонов	34
2.1 Построение структурных моделей порового пространства бетона	34
2.1.1 Фильтрация в порах	34
2.2 Механизм процессов выщелачивания	39
2.3 Обобщенные уравнения процессов выщелачивания	40
2.3.1 Выщелачивание бетона в трещинах	45
Глава 3. Физико-математические модели процессов выщелачивания бетонов	48
3.1 Аналитическая модель процессов выщелачивания бетона в фильтрационных порах	48
3.2 Аналитическая модель процессов выщелачивания бетона при диффузионном массопереносе	53
3.3 Аналитическая модель процессов выщелачивания бетона при фильтрации в трещинах	58

Глава 4. Экспериментальные исследования процессов выщелачивания бетона при фильтрации	62
4.1 Методика проведения экспериментальных исследований	62
4.2 Результаты экспериментальных исследований	66
4.3 Анализ результатов экспериментальных исследований	74
4.4 Выщелачивание бетона при диффузионном массопереносе	77
Глава 5. Обследование и оценка технического состояния бетона плотины Днестровской ГЭС	84
5.1 Краткая конструктивная характеристика плотины	84
5.2 Характеристика агрессивных воздействий среды	86
5.3 Физико-механические свойства бетона плотины	89
5.4 Результаты натурного обследования бетона плотины Днестровской ГЭС	90
5.5 Анализ материалов обследования плотины	92
Литература	95
Глава А.	102
Нормативные документы	109

Предисловие

При подготовке настоящей работы авторы руководствовались рядом положений, которые считали уместным изложить. -

В течение длительного времени результаты исследований за рубежом в указанной области оставались неизвестными широкому кругу отечественных специалистов. Недостаточное внимание уделялось также работам в смежных научных дисциплинах (гидрогеомеханика, долговечность бетонов стенок хранилищ радиоактивных отходов и т. д.) Поскольку в EN 206-1 и др. используется отличная от принятой в отечественной практике классификация видов коррозии, а в отдельных случаях и терминология, авторы посчитали уместным для упрощения пользования источниками иностранной литературы принять классификацию и терминологию, принятую в системе стандартов стран ЕС (см. также ГОСТ 31384).

За рубежом в работах, посвященных исследованию долговечности бетонов, эксплуатируемых в различных агрессивных средах, самое широкое применение находят физико(химико)-математические модели, на основе которых разрабатываются инженерные методы расчета. Необходимость разработки таких моделей очевидна, т. к. прогнозировать долговечность и надежность конструкций, сооружений на длительный срок эксплуатации иным путем невозможно. В ряде случаев в работах, посвященных разработке математических моделей, не в полном объеме дается анализ исходных предпосылок и допущений, поэтому оценка адекватности моделей и области их применимости представляет значительные трудности.

Такой анализ представляется также необходимым для выбора направлений дальнейшего совершенствования моделей.

Представления о том, что физико-математические модели могут быть любой сложности, поскольку наличие мощных ЭВМ позволяет получать соответствующие численные решения, нуждается в некоторых уточнениях. При расчетах прочности строительных конструкций такой подход во многом оправдан, т. к. на стадии выполнения расчетов все исходные данные, характеризующие физико-механические свойства материалов конструкций, известны и число их ограничено.

При прогнозировании долговечности конструкций, сооружений, находящихся в эксплуатации, ситуация принципиально иная, т. к. большинство показателей может быть получено лишь в процессе обследования. Причем встречаются случаи, когда проектная и техническая документация отсутствует, а обследования проводятся нерегулярно и в недостаточном объеме. Кроме того, имеется большое разнообразие в конструкциях видов бетона, повреждений и т. д. Таким образом, главная сложность применения моделей связана с подготовкой исходных данных. К тому же определение ряда показателей, предусмотренных в стандартах ЕС, отечественными стандартами не предусмотрено.

Поскольку в большинстве имеющихся моделей предусматривается раздельное использование значений параметров при практическом их использовании, возникает необходимость определения осредненных значений температуры, концентраций, а также целого ряда показателей, характеризующих структуру бетона и т. д.

Для практического применения наиболее целесообразным является путь разработки инженерных методов расчета, включающих разработку физико(химико)-математических моделей, получение на их основе после линеаризации исходных уравнений аналитических решений. Следующий этап связан с разработкой расчетно-экспериментальных с использованием части параметров, получаемых из результатов натурного обследования, что предельно упрощает подготовку исходных данных. При таком подходе во многих случаях все параметры процесса удается сгруппировать и представить в виде нескольких обобщенных параметров, которые по сути являются усредненными, так как характеризуют исследуемый процесс за достаточно длительный период эксплуатации. Поэтому операция определения усредненных значений каждого из

параметров отпадает. В целом же из-за отсутствия статистических данных по различным объектам такой метод прогнозирования долговечности бетонов является экспериментально-расчетным.

При проведении исследований авторами особое внимание уделено описанию структуры порового пространства бетона и выбору соответствующей структурной модели, поскольку указанному вопросу до настоящего времени не уделялось должного внимания. Принципиальное отличие выбранного авторами направления разработки физико- (химико)-математических моделей коррозии бетона, в т. ч. выщелачивания, заключается в отказе от повсеместно используемой одномерной структурной схемы порового пространства бетона и переходе на микроуровне к трехмерной схеме. Учитывается наличие сквозных фильтрационных или капиллярных пор (в случае обычного выщелачивания) и примыкающих к ним по нормали капилляров радиального направления. В химической технологии такая система называется бидисперсной.

Настоящая публикация рассчитана на массового читателя, поэтому авторы основное внимание уделили анализу исходных предпосылок и допущений, использованных при построении моделей, ограничениям по области их применения, т. е. тем вопросам, которые часто с недостаточной полнотой отражены в публикациях.