

*Павленко Андрей Дмитриевич
студент 6 курса
Политехнический институт
Дальневосточный федеральный университет
Россия, Владивосток
e-mail: andrey-dmitrievich@mail.ru*

*Ким Лев Владимирович
кандидат технических наук,
профессор департамента морских арктических технологий
Дальневосточный федеральный университет
Россия, Владивосток*

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГКОГО БЕТОНА В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Аннотация: В статье рассмотрены области использования легкого бетона в гидротехнических сооружениях в условиях Крайнего Севера. Такой тип материала стал особенно популярным в последние несколько лет на данной территории. Для создания статьи были изучены различные классификации этого материала и рассмотрены свойства выбранного типа бетона. Кроме этого, в статье описаны климатические особенности Крайнего Севера, в которых используется легкий бетон. А также приведены примеры его применения для различных гидротехнических сооружений этого региона.

Ключевые слова: легкий бетон, гидротехническое сооружение, Крайний Север, климат, применение.

*Pavlenko Andrey Dmitrievich
6th year student
Polytechnic Institute
Far Eastern Federal University
Russia, Vladivostok*

*Kim Lev Vladimirovich
candidate of technical sciences,
Professor of the Department of Marine Arctic Technologies
Far Eastern Federal University
Russia, Vladivostok*

THE USE OF LIGHTWEIGHT CONCRETE IN HYDRAULIC ENGINEERING IN THE FAR NORTH

Abstract: The article considers the areas of use of lightweight concrete in hydraulic structures in the conditions of the Far North. This type of material has become especially popular in the last few years in this area. To create the article, various classifications of this material were studied and the properties of the selected type of concrete were considered. In addition, the article describes the climatic features of the Far North, which use lightweight concrete. It also provides examples of its application for various hydraulic structures in this region.

Key words: lightweight concrete, hydraulic structure, Far North, climat, construction.

Бетон – это один из самых распространенных материалов, применяемый для строительства большинства зданий и сооружений. Достоинством бетонов является возможность применения в них до 85-90% от массы дешевых местных заполнителей [1]. Из-за широкого распространения бетона существует большое количество его классификаций по различным признакам: плотности, крупности заполнителей и их содержанию в бетоне, виду вяжущего, назначению и т. д. В рамках данной статьи интересно изучить виды данного материала по плотности. На рисунке 1 показана классификация бетона по данному признаку.

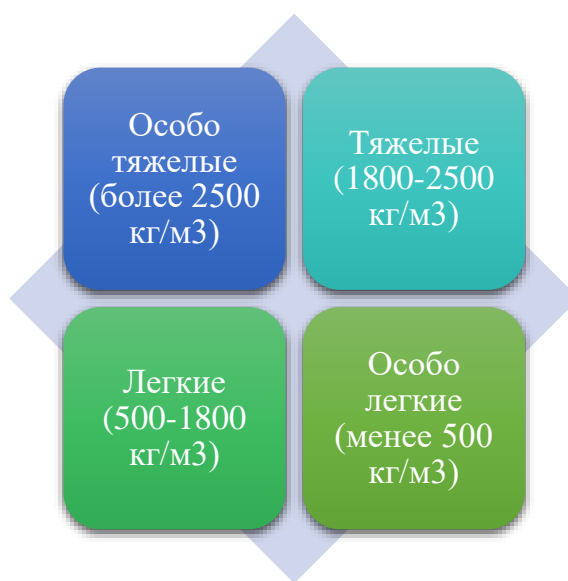


Рисунок 1 – Классификация бетона по плотности

Популярен обычный тяжелый бетон, но в данной работе особое внимание стоит уделить легкому бетону. Такой материал производят на основе пористых заполнителей (керамзита, аглопорита, вспученного шлака, пемзы и др.). Этот вид

бетона также подразделяется на несколько типов зависимости от заполнителя: пористые, крупнопористые, ноздреватые и поризованные.

Такие бетоны отлично подходят для их использования в условиях Крайнего Севера. Основная климатическая особенность данного региона – длительный сезон с отрицательными среднесуточными температурами и резко континентальным климатом. Годовая амплитуда колеблется от 40 до 53°C, несколько меньше она на островах и побережье минус 31°C. Особую суровость климату придает сочетание низких температур с сильными ветрами [3], приводящее к дополнительным механическим нагрузкам на конструкции и ужесточающее требования к материалам.

В районе Крайнего Севера находится Усть-Илимская ГЭС, которая является первой гидроэлектростанцией за Полярным кругом. На строительстве массивной бетонной плотины на данной ГЭС при выдерживании бетона применялся метод «термоса» в классическом варианте, когда твердение бетона по регламентируемому режиму обеспечивалось только за счет теплоизоляции охлаждаемых поверхностей массивных блоков без дополнительного электродного прогрева. Возможность производства бетонных работ на морозе без подогрева материалов и последующего обогрева уложенного бетона основана на том, что при введении в состав бетонной смеси некоторых веществ (противоморозных добавок) при отрицательных температурах сохраняется жидкая фаза [3].

Легкие бетоны применяются в гидротехническом строительстве, что позволяет улучшить теплотехнические и акустические свойства сооружений, а также значительно снизить их массу. Поэтому еще одним применением легких бетонов является создание буровых платформ. Такие нефтедобывающие конструкции в суровых климатических условиях успешно эксплуатируются в Северном море и в Арктике. Все элементы корпуса этой платформы выполнены из высокопрочного легкого бетона класса по прочности LC-60 марки по средней плотности D1950 при использовании в качестве активной минеральной добавки - порошкообразного *silica fume* в количестве 7-9% от расхода цемента [4].

Широкое применение легкий бетон нашел и в производстве конструкций для портов и морских сооружений. Согласно исследованиям В.Н. Свиридова, прогнозирование долговечности бетона по степени водонасыщения позволит планировать работы по текущему ремонту в процессе эксплуатации сооружения в условиях Крайнего Севера [4].

На сегодняшний день, существует новая разновидность легких бетонов Инженеры с повышенной прочностью, которые не растрескиваются, не пропускают воду, устойчивы к морозу и подходят для возведения сооружений на Дальнем Востоке и в условиях Крайнего Севера, прочность бетона через 28 дней возросла в 2,7–3,3 раза по сравнению с традиционными бетонными смесями [6].

Также в составе легких бетонов можно использовать геополимерные вяжущие. Это неорганические материалы, способные обеспечивать вяжущие свойства благодаря щелочной активации алюмосиликатной основы. Молекулы вяжущего формируют трехмерную сеть, где алюминаты и силикаты ковалентно связаны путем совместного разделения атомов кислорода. Для активации частиц алюмосиликатного сырья иногда требуется повышенная температура [7].

Геополимерное вяжущее считается хорошей альтернативой портландцементу в строительных смесях, включая дорожное покрытие и оффшорные сооружения. Процесс производства геополимеров требует двух основных компонентов. Первым является исходное сырье, которое может быть любым материалом, содержащим оксид алюминия и силикаты. Второй компонент – это щелочно-активирующий раствор, который может состоять из любой щелочно-силикатной, гидроксидной, карбонатной, сульфатной и их смеси. [7].

Основой для геополимерных вяжущих могут служить золы различного качества. В высококальциевой (основной) золе-уноса, полученной из бурого угля, содержится более 10% оксида кальция, а суммарное содержание оксидов кремния, алюминия и железа составляет от 50 до 70%. Низкокальциевая зола-уноса класса F на основе антрацитового или каменного угля содержит менее 10%

оксида кальция, а остальное - это оксиды кремния, алюминия и железа. Зольные отходы можно найти на отопительных станциях и предприятиях.

Таким образом, легкий бетон находит широкое применение при строительстве гидротехнических сооружений в условиях Крайнего Севера. Его технические характеристики позволяют материалу выдерживать суровые климатические условия региона и отлично подходят для создания конструкций или целых комплексов из легкого бетона.

Список литературы:

1. Овчинникова О.Н. Применение бетона на Севере // Министерство образования и науки РФ. Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова. 2012. 24 с.

2 Кольмна О.Я. Проектные решения на основе применения современных строительных материалов столовых вахтовых поселков // Сибирский федеральный университет. 2017. С. 12.

3 Садович М.А. Методы зимнего бетонирования: учебное пособие. Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2009. 104 с.

4 Карпенко Н.И. Конструкционные легкие бетоны для нефтедобывающих платформ в северных приливных морях и морях Дальнего Востока // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2015. С. 16.

5 Свиридов В.Н., Малюк В.Д. Оценка долговечности бетона в конструкциях морских сооружений по опыту строительства на Дальнем Востоке // Тр. 2-й междунар. конф. по бетону и железобетону «Бетон и железобетон – взгляд в будущее», Москва, 12–16 мая 2014. Т. 3. С. 388–398.

6 Полищук В.С. Бетон для Крайнего Севера // Журнал полярных технологий. 2022. С. 36-39.

7 Павленко А.Д. Перспективы использования щелоче-активированных вяжущих и геобетонов // Мат. Междунар. научно-практич. конф., посвященная 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, 2019. С. 320-324.