

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Файз Джамшед Исмоилзода

Исследование полимерных бетонов

Кафедра «Строительство и
архитектура» Направление
08.04.01 – «Строительство»
Профиль – «Инновационные технологии в строительстве»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени магистра наук

Коротченко Лариса Никитовна
Проверено
29.06.2020 Зачтено Библиотека

Работа выполнена на кафедре «Строительство и архитектура»
Комсомольского-на-Амуре государственного университета.

Научный руководитель: Доктор химических наук, доцент

О.Г. Шакирова

Комсомольский-на-Амуре государственный университет

Рецензент: заместитель руководителя департамента экономического
развития администрации города, кандидат экономических наук.

Гутник Е. А.

Защита состоится «23» июня 2020 г. в часов на заседании
государственной аттестационной комиссии в Комсомольском-на-
Амуре государственном университете по адресу: 681013, г.
Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина 27, ФГБОУ ВО «КнАГУ»

С диссертацией можно ознакомиться на кафедре «Строительство и
архитектура» КнАГУ.

Общая характеристики работа

Актуальность тема исследования

В настоящее время получают все большее развитие обобщающие теории создания строительных материалов, в том числе и полимербетонов с требуемым комплексом механических свойств и прогнозирования их поведения под воздействием эксплуатационных нагрузок. Полимербетоны нашли широкое распространение в строительной индустрии и других отраслях промышленности. К настоящему времени накоплено большое количество опытных данных по изучению их структуры и свойств. Тем не менее, наблюдается недостаточная изученность универсальных закономерностей, с помощью которых можно производить оценку свойств вновь проектируемых композитов. Поэтому установление таких закономерностей является весьма актуальной задачей.

В разработку теории и практики полимербетонов большой вклад внесли фундаментальные работы в области строительных наук Г.М. Бартеньева, Ю.М. Баженова, И. М. Елшин, А.Н. Бобрышева, В.А. Вознесенского, В.А. Воскресенского, Н.С. Ениколопяна, В.Т. Ерофеева, А.М. Иванова, П.Г. Комохова, В.Н. Кулезнева, Ю.С. Липатова, М.И. Макридина, В.В. Патуроев, В.Г. Микульского, А.П. Прошина, И.Е. Путляева, Ю.Б. Потапова, Р.З. Рахимова, В.И. Соломатова, В.П. Селяева, Ю.А. Соколовой, В.М. Хрулёва, В.Г. Хозина, В.Д. Черкасова, Р. Бареша, Дж.П. Берри, В. Вайса, Р. Крейса, Ф.Ф. Ленга, Дж. Мэнсона, И. Нарисавы, Л. Нильсена, К. Садао, Л. Сперлинга и многие другие отечественные и зарубежные учёные.

Полимербетоны - высоконаполненные композиции, полученные на основе синтетических смол или мономеров и химически стойких наполнителей и заполнителей без участия минеральных вяжущих и воды.

Полимербетоны содержат в своем составе не менее трех фракций наполнителей и заполнителей. Наполнители представляют собой дисперсные порошки с размером частиц менее 0,15мм и удельной поверхностью,

оптимальной для практических целей, в пределах 2500-5000 см²/г. К заполнителям относится песок с крупностью зерен до 5 мм и щебень /гравий/ с крупностью зерен до 50 мм.

Если полимерная композиция не содержит в своем составе щебня, то она называется полимерраствором, композиция же содержащая только один мелкодисперсный наполнитель, называется полимерной мастикой. Поскольку полимеррастворы и полимер мастики представляют собой мелкозернистые полимербетоны, то в дальнейшем в тексте будет употребляться только лишь термин «полимербетон», но при этом нужно иметь в виду, что излагаемое по тексту относится в одинаковой мере и к полимеррастворам и полимермастикам.

Полимербетоны представляют собой разновидность строительных полимерных композитных материалов. В современном представлении полимерные композиты это достаточно сложная иерархическая система, формирующаяся в результате физико-химических взаимодействий между ее структурными компонентами. Свойства полимербетонов на уровне микроструктуры определяются явлениями, протекающими в контакте жидкой и твердой фаз, т.е. зависят от количества наполнителя, его дисперсности, физико-химической активности.

Цель диссертационной работы заключается в исследовании физико-механических свойств полимербетонов, на основе научно обоснованного метода подбора составов полимербетонных смесей, учитывающего роль заполнителей и полимерных связующих в формировании структуры и прогнозируемых свойств полимербетонов. Реализация поставленной цели потребовала решения следующих задач:

- провести анализ структуры полимербетонов;
- исследовать влияние заполнителей и полимерного связующего на образование контактного слоя между ними. Разработать, с учетом этого, рекомендации по применению различных заполнителей в полимербетонах;

- установить закономерности формирования микро- и макроструктуры полимербетонов с учетом влияния структурных факторов и определить основные функциональные зависимости, обеспечивающие прогнозирование физико-механических свойств полимербетонов;
- разработать базу данных и компьютерную программу подбора составов, позволяющую прогнозировать физико-механических свойств полимербетонов.

Научная новизна работы заключается в том, что автором впервые определено, что в зависимости от содержания заполнителей в полимербетоне различаются три типа макроструктуры полимербетонов: "плавающий", "переходный" и "контактный". Выявлены структурные факторы, влияющие на свойства полимербетонов при различных типах макроструктуры. Найдены количественные зависимости прочностных и реологических свойств полимербетонных смесей при «контактном» типе макроструктуры полимербетонов от структурных факторов, позволяющие производить оптимизацию и расчёт составов полимербетонов с заданным комплексом свойств. Установлено, что при "контактном" типе макроструктуры полимербетонов прочность и модуль упругости полимербетона являются характеристиками аналогичных свойств зерен заполнителей. Найдены зависимости на основании которых разработаны методы определения указанных свойств заполнителей при испытании их в теле полимербетона с использованием современных компьютерных технологий.

Практическое значение работы. С целью практического применения результатов исследований создан программный продукт, реализующий разработанный математический алгоритм подбора состава полимербетона при заданных материалах и проектных свойствах получаемой смеси. Программа, получив исходные данные свойств компонентов и проектных свойств смеси, рассчитывает величины весового содержания каждого компонента и его фракции, при необходимости выводит результаты на

печать и позволяет сохранить все данные для последующего использования или корректировки.

В первой главе показаны современные представления о структурообразовании и свойствах полимербетонов. Проведенный анализ существующих методов подбора гранулометрического состава заполнителей позволяет сделать следующие выводы: подбор состава заполнителей трактуется различными авторами неодинаково, но сущность его в большинстве случаев сводится к получению смеси заполнителей, обеспечивающих оптимальную структуру и свойства бетонной смеси при наименьшем расходе вяжущего. Рекомендуемые методы подбора гранулометрического состава заполнителей сложны в исполнении и не гарантируют получение наименьшей межзерновой пустотности, поскольку не учитывают свойств отдельных фракций заполнителей, их взаимного распределения. Свойства полимербетонов зависят не только от качества исходных компонентов и их взаимного расположения, но и от характера взаимодействия между ними. Для создания высококачественных полимербетонов необходимо наличие прочной, химически и термически устойчивой связи между поверхностью заполнителей и полимерной матрицей.

Во второй главе указаны цели задачи, применяемые материалы и методы исследований. В работе для приготовления полимерных композитов использованы следующие смолы; фурфуролацетоновая ФАМ (ТУ-6-05-1618-88), эпоксидная ЭД-20(ГОСТ 10587-89), ненасыщенная полиэфирная ПН-609-21М (ГОСТ 27952-88). В качестве разбавителей для эпоксидных полиэфирных, фурановых смол использовались ацетон, бензол, толуол. В исследованиях в качестве наполнителей использовались: молотый кварцевый песок, молотый известняк, андезитовая мука. В качестве заполнителей использовались природные, искусственные заполнители и заполнители из техногенного сырья. Из природных заполнителей в исследованиях использовались: гранит, кварцевый песок, вулканическая пемза, известняк и

мрамор. Из искусственных - шлаковая пемза и керамзит. Из техногенного сырья - электропечной, кобальтовый и ферротитановый шлаки, окалина.

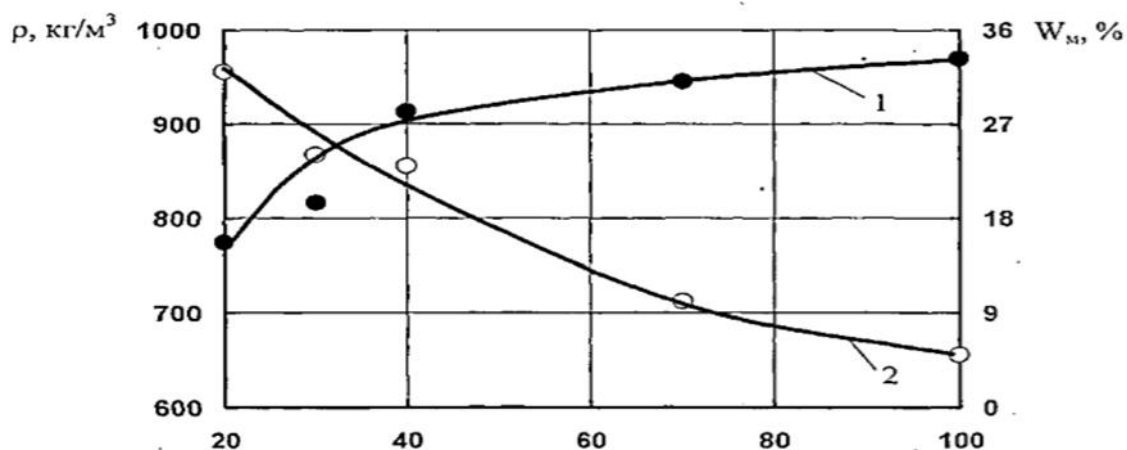
Испытание образцов на прочность проводилось на пресс типа ИП-1А. Предел прочности при сжатии, изгибе и модуль упругости определялись в соответствии с руководством по методике испытаний полимербетонов.

Прочности зерен заполнителей в теле полимербетона определялась по специально разработанной методике. При этом перед испытанием на сжатие образцов полимербетона производится испытание на сжатие образцов полимерного связующего. Образцы полимербетона изготавливаются с однофракционной смесью заполнителей.

В третьей главе рассмотрены принципы формирования полимербетона на основе полиэфирного и поливинилхлоридного (ПВХ) связующего, разработаны составы и определены необходимые условия переработки композиции для получения качественного легкого полимербетона. Первоначальные исследования были направлены на определение количества пластификатора необходимого для создания прочного полимерного связующего. Для этого были изучены составы с различным содержанием пластификатора. Испытания показывают, что рост концентрации пластификатора приводит к увеличению эластичности и плотности полимерного связующего.

Это способствует снижению прочностные показателей, а также повышению плотности изделия в целом (рис.1). Определено, что необходимое содержание пластификатора составляет 30 масс, ч на 100 масс, ч ПВХ.

Наиболее подходящим методом переработки композиционного поливинилхлоридного материала с высокой степенью заполнения является прессование композиции с последующей термообработкой. Одной из основных характеристик процесса является давление прессования заготовки.



Содержание пластификатора, мас.ч.

Рис. 1, Влияние количества пластификатора ПФ на свойства легкого полимербетона: 1 - плотность; 2 – водопоглощение.

Особенно важно выбрать такое давление прессования, при котором получается изделие с высокими свойствами при сохранении целостности пористого минерального заполнителя. Для этого были испытаны образцы, полученные при различном давлении прессования от 1 до 8,5 МПа.

С увеличением давления прессования возрастает плотность упаковки композиции, что приводит к росту плотности изделия, повышению прочности и снижению водопоглощения. Возрастание плотности наблюдается до значения 850 кг/м³ при удельном давлении 6,0-6,5 МПа. в результате чего достигается максимальная плотность упаковки, но при этом начинается разрушение пористого заполнителя, о чем свидетельствует увеличение водопоглощения исследуемых композиций. Анализ экспериментальных данных позволяет выбрать удельное давление прессования лежащее в пределах 5,0-6,0 МПа.

Другими важными параметрами переработки являются время и температура термообработки (желатинизации). С увеличением времени и температуры наблюдается повышение свойств материала в результате протекания процессов перехода полимера в единую структуру с образованием прочных связей между макромолекулами поливинилхлорида.

Однако при длительном времени или высокой температуре поливинилхлорид начинает разрушаться, что сопровождается отщеплением хлористого водорода. В результате таких явлений полимер теряет некоторые отличительные свойства, а именно снижается химическая, атмосферная стойкость, прочность и ряд других показателей. Поэтому необходимо определить область режимов термообработки для получения качественного полимербетона (рис. 2).

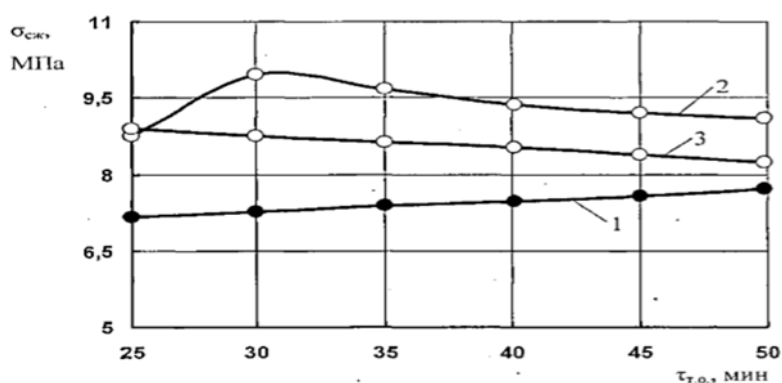


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии композиции состава [ПВХ 100 м.ч., ПФ 30 м.ч., ЗУ 134 м.ч., ТЭГ 4 м.ч.] от времени при разных температурах: 1 - 150°C, 2 - 160°C, 3 - 170°C.

На основании характеристик полимера и способа его переработки анализируемыми параметрами были выбраны интервалы времени 25-50 мин. и температуры 150°C, 160°C, 170°C. В результате исследований выявлено, что наиболее предпочтительными параметрами термообработки материала являются температура 160°C, время 30-35 мин при толщине изделия 15-20 мм (рис. 2).

В четвертой главе с целью практического применения результатов исследований создан программный продукт, реализующий разработанный математический алгоритм подбора состава полимерного бетона при заданных материалах и проектных свойствах получаемой смеси.

Выводы

1. Проведено исследование рынка новых строительных материалов и определены направления применения полимербетонов.

2. На формирование физико-механических свойств полимербетонов существенное влияние оказывают содержание заполнителей и их гранулометрический состав. В то же время зависимости свойств полимербетона от указанных факторов при различных типах макроструктуры не выявлены.

3. Существующие методы подбора гранулометрического состава заполнителей трудоемки в исполнении и не гарантируют получения смесей заполнителей с требуемой межзерновой пустотностью.

4. Поверхностное взаимодействие заполнителей с полимерным связующим оказывает большое влияние на свойства полимербетона. Но конкретных рекомендаций по применению различных заполнителей в разных видах полимербетонов с учетом указанного взаимодействия отсутствуют.

5. Известные методы определения свойств и подбора составов полимербетонов обладают рядом недостатков, поскольку они в недостаточной мере учитывают влияние заполнителей на структурообразование и свойства полимербетона.

6. Разработаны новые способы изготовления бетонных образцов и определения прочности и начального модуля упругости зерен заполнителей в теле полимербетона.

7. Принятая методика обработки экспериментальных данных при построении полиномиальных моделей обеспечивала получение работоспособных моделей, пригодных к практическому использованию.

8. Показана целесообразность использования полиэфиров и поливинилхлорида взамен традиционных термопластов для получения легких и плотных полимербетонов. Применение такого типа заполнителей придает материалу хорошие акустические и теплофизические свойства при механических характеристиках, превышающих свойства легких бетонов на портландцементе.

Список опубликованных работ

1. Файз, Д.И., Шакирова, О.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ БЕТОНОВ // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия Материалы Международной научно-практической конференции. Редколлегия: О.Е. Сысоев [и др.]. 2018. С. 350-355.

2. Файз, Д.И., Шакирова, О.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРБЕТОНОВ // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия Материалы Международной научно-практической конференции. Редколлегия: О.Е. Сысоев [и др.]. 2020. С. 169-172.

3. Файз, Д.И., Шакирова, О.Г. Намоконов А.Н. Исследование параметров характеризующих поведение полимербетонов. Программа для ЭВМ и БД 2020, 97 л