

Раздел 1. «Металлургия»

МРНТИ 81.33.35

Г.А. Ульева¹, В.В. Меркулов², А.А. Епанешникова²¹АО «Qarmet» г. Темиртау, Казахстан²НАО «Карагандинский индустриальный университет» г. Темиртау, Казахстан

E-mail: a.epaneshnikova@tttu.edu.kz

Защита бетонных конструкций

В данной работе рассматриваются существующие факторы (химические, физические, механические), влияющие на прочность бетонных конструкций. Авторы данной статьи приводят мероприятие по защите бетона от разрушающих факторов, заключающееся в создании технологии получения полимерного покрытия. Приводятся результаты определения коэффициента водопоглощения у бетонных образцов, выдержанных три месяца. Показано, что выдержанные бетонные образцы обладают минимальным процентом водопоглощения.

Ключевые слова: полимерное покрытие, разрушение бетонов, коррозия, водопоглощение.

Введение

Бетон является востребованным конструкционным материалов из-за высокой прочности, низкой пластичности и другими наиболее подходящими функциональными свойствами. Однако, бетон подвержен воздействию разрушающих факторов, что требует проведения специальных мероприятий по защите бетонных конструкций [1].

Причины разрушения бетонов разделяются на несколько основных групп.

1. Химические. Именно эти факторы является самой частой причиной разрушения бетона. На него воздействуют множество веществ, которые могут содержаться в природной или агрессивной среде. В результате происходят химические реакции, вызывающие осыпание, появление пустот, микротрещин и в итоге – снижение прочности стройматериала. Так, хлориды провоцируют отслаивание бетона, сульфаты чреваты его растрескиванием. Углекислый газ вызывает появление карбоната кальция, из-за этого разрушается защитная пленка арматуры и на неё напрямую действуют влага и кислород. Это вызывает коррозию, из-за которой бетон вспучивается и теряет сцепление с арматурой (рис. 1, рис. 2) [2].



Рисунок 1 – Процесс определения карбонизации бетона

2. Физические. На состояние бетонных конструкций отрицательно влияют циклы заморозания/таяния воды, попадающей в поры. Это создает напряжение взлома, постепенно нарастающее в ходе эксплуатации. Разрушительный эффект оказывают высокие температуры,

Раздел 1. «Металлургия»

быстрое остывание и конденсация пара. К физическим факторам также относят пластическую и гигрометрическую усадку бетона (рис. 3) [2].



Рисунок 2 – Коррозионный процесс

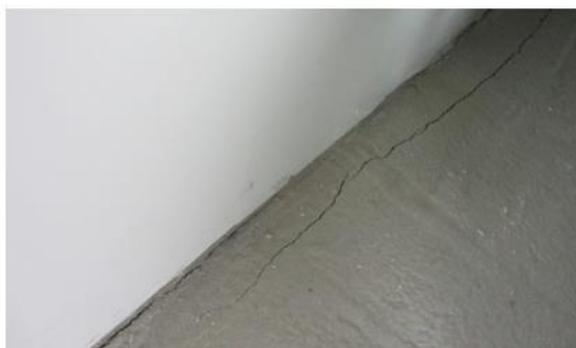


Рисунок 3 – Усадка бетона

3. Механические. В эту группу входят следующие факторы:

- истирание. Ему подвержены в основном бетонные полы, пешеходные дорожки, площадки, лестницы. Для его предотвращения используются специальные добавки и растворы, полимеры.

- ударное воздействие – интенсивные удары, передвижение транспорта, тяжелых конструкций. Профилактика – применение более прочных марок бетона, усиленное армирование, правильный подбор шовного герметика.

- выветривание или эрозия из-за воздействия ветра, воды или обледенения. Это вызывает оголение поверхности бетона до заполнителя. Борьба с данным явлением – визуальный контроль, своевременная диагностика и ремонт (рис 4) [2].



Рисунок 4 – Механическое воздействие на бетон

4. Дефекты и трещины [2].

Наиболее распространенным способом защиты железобетона (бетона), различных строительных конструкций является использование неметаллических химически стойких материалов: кислотоупорной керамики, жидких резиновых смесей, листовых и пленочных полимерных

Раздел 1. «Металлургия»

материалов (винипласта, поливинилхлорида, полиэтилена, резины), лакокрасочных материалов, синтетических смол и др.

Покрытия вследствие экономичности, удобства и простоты нанесения, хорошей стойкости к действию промышленных агрессивных газов нашли широкое применение для защиты металлических и железобетонных (бетонных) конструкций от коррозии. Защитные свойства лакокрасочного покрытия в значительной степени обуславливаются механическими и химическими свойствами, сцеплением пленки с защищаемой поверхностью. Перхлорвиниловые и сополимерно- лакокрасочные материалы широко используются для антикоррозионной защиты бетона и железобетона [3].

Таким образом, авторы данной статьи предлагают технологию создания полимерных покрытий с целью защиты бетонных материалов от воздействия различных факторов.

Методы и материалы

Для создания полимерного покрытия для неметаллических образцов было взято для образца №1 метилметакрилат+малеиновый ангидрид+винилбутиловый эфир в количестве 25 мл. Для образца №2 было взято метилметакрилат+винилбутиловый+стирол в количестве 25 мл. Для образца №3 было взято метилметакрилат+винилбутиловый также в количестве 25 мл. Количество наполнителя для всех образцов составляет 10 г в каждом. Также было создано комбинированное полимерное покрытие, в котором присутствовали одновременно оба наполнителя – микросилика и диоксид титана.

В таблице 1 приводится композиционный состав полимерного покрытия для неметаллических образцов.

Таблица 1 – Состав покрытий

Номер серии	Состав покрытия					
	ММА, мл	МА, мл	ВБЭ, мл	Стирол, мл	МС, г	TiO ₂
1	+	+	+		+	
	+	+	+			+
	+	+	+		+	+
2	+		+	+	+	
	+		+	+		+
	+		+	+	+	+
3	+		+		+	
	+		+			+
	+		+		+	+
К	0	0	0	0	0	

Примечание: К – образец контрольный, без покрытия; ММА – метилметакрилат; МА – малеиновый ангидрид; ВБЭ – винилбутиловый эфир; МС – микросилика TiO₂ – диоксид титана.

Процесс нанесения полимерного покрытия с различными наполнителями на бетонные образцы приводится на рисунке 5-7.



Рисунок 5 – Процесс изготовления полимерного покрытия с наполнителем микросиликой

Раздел 1. «Металлургия»



Рисунок 6 – Процесс изготовления полимерного покрытия с наполнителем окисью титана



Рисунок 7 – Процесс изготовления комбинированного полимерного покрытия

Полимерное покрытие на неметаллических материалах (бетонных образцах) плотно прилегает, покрытия тонкие, ровные; пор, трещин, микротрещин, несплошностей на поверхности бетонных образцов с полимерным покрытием не имеется. Это относится ко всем созданным типам полимерного покрытия: с микросиликой, с окисью титана, с микросиликой и окисью титана – комбинированное.

С целью определения водостойкости полимерных покрытий различной рецептуры было проведено испытание бетонных образцов, выдержанных в течение 3 месяца, на водопоглощение (ГОСТ 12730.3-2020).

Поведение образцов при погружении в воду различно. Например, при погружении образцов с полимерным покрытием (микросилика) происходило обильное выделение пузырьков. При погружении образцов с полимерным покрытием (окись титана) происходило слабое выделение пузырьков. А при погружении образцов с комбинированным полимерным покрытием (микросилика + окись титана) газовыделения не происходило. Это говорит, о том, что комбинированное полимерное покрытие очень плотное, без микротрещин и микропор [4-6].

Все созданные полимерные покрытия на бетонных образцах после погружения в воду не отслоились от подложки, имеют вид ровного и тонкого строения, шероховатостей нет (рисунок 8).



Рисунок 8 – Образцы после погружения в воду

В таблице 2 приводятся массы неметаллических образцов до и после погружения в воду.

Таблица 2 – Результаты испытания на водопоглощение полимерных покрытий на бетонных образцах

Раздел 1. «Металлургия»

Масса, г	Полимерное покрытие с наполнителем микросилика			Полимерное покрытие с наполнителем окись титана			Комбинированное полимерное покрытие с наполнителями микросилика и окись титана		
	серия 1	серия 2	серия 3	серия 1	серия 2	серия 3	серия 1	серия 2	серия 3
Начальная масса, г	130	139	136	126	135	129	114	128	127
Масса после покрытия, г	132	141	138	127	137	131	116	129	129
Масса после воздействия воды, г	146	156	153	141	151	143	143	144	129
Водопоглощение, %	10,61	10,64	10,87	11,02	10,22	9,16	23,28	11,63	0

По результатам таблицы 2 видно, что у всех образцов после погружения в воду наблюдается увеличение массы, что говорит о поглощении воды. Процент водопоглощения составляет 9,16-11,63, что находится в хороших пределах, кроме образца с комбинированным полимерным покрытием серии 1 (водопоглощение составляет 23,28%). При этом образец с комбинированным полимерным покрытием серии 3 обладает минимальным водопоглощением (0%).

На рисунке 9 приводится сравнительный анализ значения водопоглощения.

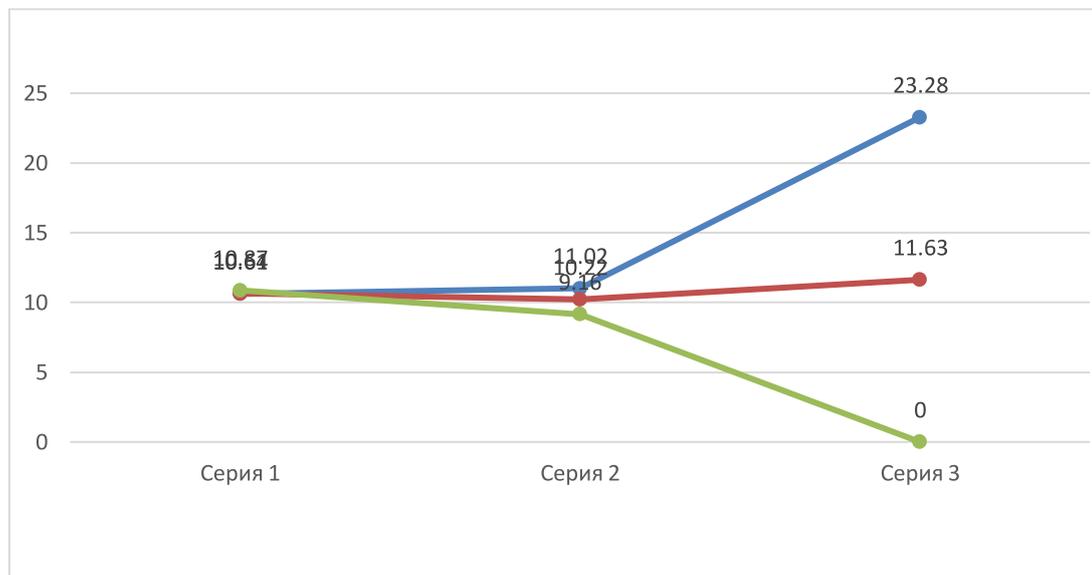


Рисунок 9 – Сравнительный анализ водопоглощения

Выводы

Таким образом, полученное полимерное покрытие, кроме комбинированного покрытия серии 1, обладает хорошими свойствами для защиты бетонных материалов. Новая рецептура разработанных полимерных защитных покрытий выгодно отличает предлагаемый состав от существующих.

Список литературы

1. Сайт <https://betonolit.ru/articles/vidy-razrusheniya-betona.html>. [Электронный ресурс]. Виды разрушения бетона. (дата обращения 26.08.2024 г.).
2. Сайт <https://beeton68.ru/stati/polezno-znat/razrushenie-betona-vidy-prichiny>. [Электронный ресурс]. Разрушение бетона. Виды и причины. (дата обращения 26.08.2024 г.).

Раздел 1. «Металлургия»

3. Сайт <https://www.spec-emal.ru/blog/?p=394>. [Электронный ресурс]. Защита бетона (железобетона) от коррозии. Антикоррозионная защита. (дата обращения 26.08.2024 г.).
4. Merkulov V.V., Ulyeva G.A., Volokitin A.V., Akhmetova G.E. Synthesis of copolymers for protective coatings // «Chemical technology and metallurgy», Vol. 59, №3, 2024. – p. 639-646/
5. Ulyeva G.A., Akhmetova G., Tuyskhan K., Volokitina I. Composite materials from industrial waste by spark plasma sintering method // Journal of Chemical technology and metallurgy, №58(3), 2023, с. 499-506.
6. Патент Меркулов В.В., Ульева Г. А., Шишов Ж.Д., Алмазов А.И. «Состав для защиты металлических и бетонных конструкций» №34563. Опубликовано 04.09.2020 г. Бюл. №35.

Г.А. Ульева, В.В. Меркулов, А.А. Епанешникова

Бетон конструкцияларын қорғау

Бұл жұмыста бетон конструкцияларының беріктігіне әсер ететін бар факторлар (химиялық, физикалық, механикалық) қарастырылады. Осы мақаланың авторлары полимерлі жабынды алу технологиясын құрудан тұратын бетонды деструктивті факторлардан қорғау шарасын ұсынады. Үш айға созылған бетон үлгілерінде суды сіңіру коэффициентін анықтау нәтижелері келтірілген. Қартайған бетон үлгілері суды сіңірудің минималды пайызына ие екендігі көрсетілген.

Кілт сөздер: полимерлі жабын, бетонның бұзылуы, коррозия, суды сіңіру.

G.A. Ulyeva , V.V. Merkulov, A.A. Epaneshnikova

Protection of concrete structures

This paper examines the existing factors (chemical, physical, mechanical) affecting the strength of concrete structures. The authors of this article cite an action to protect concrete from destructive factors, which consists in creating a technology for obtaining a polymer coating. The results of determining the coefficient of water absorption in concrete samples aged for three months are presented. It is shown that aged concrete samples have a minimum percentage of water absorption.

Keywords: polymer coating, concrete destruction, corrosion, water absorption.

References

1. Сайт <https://betonolit.ru/articles/vidy-razrusheniya-betona.html>. [Электронный ресурс]. Виды разрушения бетона. (дата обращения 26.08.2024 г.).
2. Сайт <https://beeton68.ru/stati/polezno-znat/razrushenie-betona-vidy-prichiny>. [Электронный ресурс]. Разрушение бетона. Виды и причины. (дата обращения 26.08.2024 г.).
3. Сайт <https://www.spec-emal.ru/blog/?p=394>. [Электронный ресурс]. Защита бетона (железобетона) от коррозии. Антикоррозионная защита. (дата обращения 26.08.2024 г.).
4. Merkulov V.V., Ulyeva G.A., Volokitin A.V., Akhmetova G.E. Synthesis of copolymers for protective coatings // «Chemical technology and metallurgy», Vol. 59, №3, 2024. – p. 639-646/
5. Ulyeva G.A., Akhmetova G., Tuyskhan K., Volokitina I. Composite materials from industrial waste by spark plasma sintering method // Journal of Chemical technology and metallurgy, №58(3), 2023, с. 499-506.
6. Патент Меркулов В.В., Ульева Г. А., Шишов Ж.Д., Алмазов А.И. «Состав для защиты металлических и бетонных конструкций» №34563. Опубликовано 04.09.2020 г. Бюл. №35.