

РИВЛИН И. Я.

канд. хим. наук

**О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ СРАВНЕНИЯ КОРРОЗИИ
АРМАТУРЫ В СИЛИКАТНЫХ И ЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЯХ
АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ТАЛЛИН 1957

Er. 6.7

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED
ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Серия А

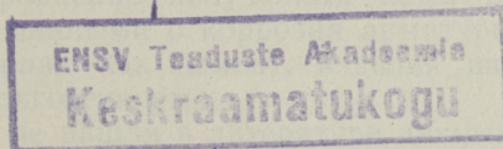
№ 92

1957

РИВЛИН И. Я.
канд. хим. наук

**О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ СРАВНЕНИЯ КОРРОЗИИ
АРМАТУРЫ В СИЛИКАТНЫХ И ЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЯХ
АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ**

Er. 932



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ТАЛЛИН 1957

ВВЕДЕНИЕ

В связи с тем интересом, который вызвали в течение последних пяти лет строительные изделия, изготавливаемые из известково-песчаной смеси, дезинтегрированной по методу И. Хинта [1, 2], нами было предпринято изучение коррозии арматуры как в монолите, так и в пеносиликате, приготовленных на базе дезинтегрированной смеси [3, 4].

В результате проделанных коррозионных испытаний были получены некоторые количественные данные о скорости коррозии арматуры в этих вяжущих, выраженной через потерю веса с 1 кв. м. поверхности в течение суток.

Подобные данные, однако, еще не в состоянии разрешить вопрос о степени применимости армированных деталей из силикальцита или пеносиликата, т. к. их нельзя сопоставлять с обычными принятыми шкалами, выражающими коррозионную стойкость материалов (например [5]). Последнее обстоятельство объясняется особенностями процесса коррозии арматуры, главная из которых состоит в том, что даже не слишком значительная коррозия арматуры может привести к утрате строительным изделием его эксплуатационных качеств. Это вызывается тем, что объем продуктов коррозии в два с лишним раза больше объема железа, а потому их появление может привести к растрескиванию защитного слоя вяжущего. Поэтому очевидно, что единственным путем для разрешения вопроса о надежности армированных изделий из дезинтегрированной смеси является сравнение полученных нами величин с количественными данными о коррозии арматуры в таких вяжущих материалах как цемент, изделия из которых известны своей долговечностью.

Между тем мы не нашли в литературе данных, пригодных для такого сравнения.

Немногочисленные сообщения о коррозии арматуры в бетоне и цементе или дают только качественную оценку этого процесса [6, 7], или выражают скорость коррозии

количественно иным способом, отличным от нашего [8, 9].

В силу сказанного выше мы решили предпринять изучению коррозии арматуры в цементе теми же методами, которыми мы пользовались в предыдущих работах [3, 4].

Для этого исследования были использованы следующие вяжущие материалы: — цемент марки 400 ($v/c = 1:3$) и смесь его с песком с удельной поверхностью $600 \text{ см}^2/\text{г}$ в отношении $1:3$ (водоцементное отношение такого же порядка, что и в первом случае).

Для изготовления образцов из этого материала был избран путь автоклавного твердения; тем самым мы хотели поставить их в такие же начальные условия, какие имеют место для изделий из дезинтегрированной смеси, т. к. при запаривании коррозионные процессы начинаются уже в автоклаве [10].

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВАХ ЦЕМЕНТА И ЦЕМЕНТА-ПЕСКА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ.

Для вышеуказанных образцов, имевших вид кубиков с длиной ребра в 3 см, нами были предприняты по аналогии с предыдущими исследованиями определения водородных показателей и изучение протекания процессов водопоглощения и водоотдачи во времени.

Водородные показатели измерялись, как и ранее, потенциометрическим способом с помощью водородного электрода в растворах, полученных взмучиванием в бидестилляте определенной навески тщательно растертого в порошок образца. Для кубика из цемента рН оказался равным 10,8. Присутствие песка, очевидно, за счет связывания извести, снизило это значение до 9,5, которое уже лежит в области независимости скорости коррозии железа от водородного показателя среды [11].

Картину протекания во времени процессов водопоглощения и водоотдачи для изделий из цемента и цемента-песка автоклавного твердения отображает рис. 1. Здесь же для сравнения приведены кривые, полученные для образцов тех же размеров из силикальцита и пеносиликата с добавками цемента в количестве 15% по весу (для изготовления этих опытных кубиков была использована дезинтегрированная смесь с активностью 15% СаО и удельной поверхностью $600 \text{ см}^2/\text{г}$). Как и в предыдущих случаях,

соответствующие данные были получены путем периодического взвешивания кубиков, подвешенных в воде, а затем таких же взвешиваний после их извлечения из воды и содержания на воздухе.

При рассмотрении рис. 1 обращают на себя внимание два обстоятельства, — во-первых, образцы из цемента и цемента-песка поглощают значительно меньше влаги, чем силикатные материалы; во-вторых, процесс усыхания для

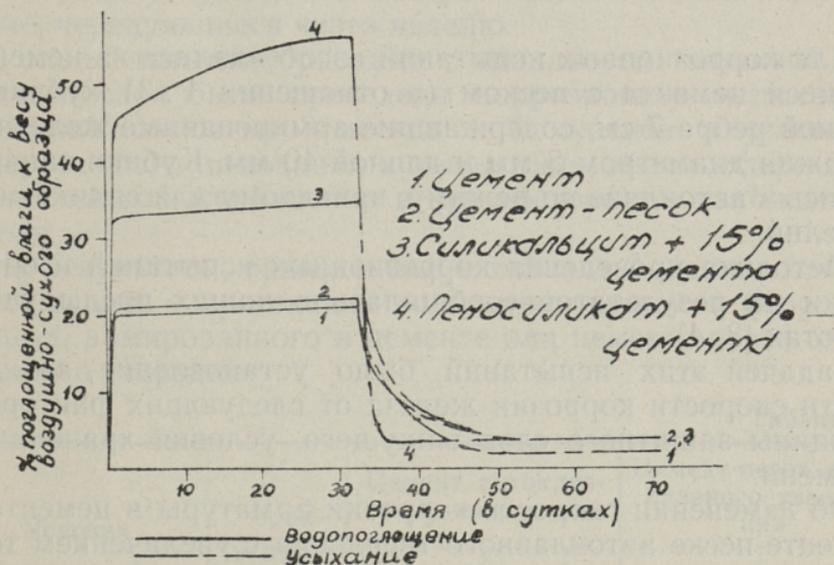


Рис. 1

первых происходит не так резко, более постепенно, и часть влаги ими удерживается. Водоудерживающая способность цемента — одно из его положительных свойств, существенно уменьшающих скорость диффузии кислорода к арматуре, а значит и скорость коррозии последней.

На рис. 1 видно, что благодаря добавлению цемента силикатные образцы тоже приобрели способность — удерживать часть поглощенной влаги, способность, — которая отсутствует у чистых силикатных и пеносиликатных изделий. В этом можно усмотреть одну из причин улучшения защитных свойств этих вяжущих при введении в них добавки цемента.

Другим особо ценным свойством цемента, которое нами не исследовалось, является высокая сцепляемость его с арматурой. В литературе имеется указание [9], что причиной этого является образование в контактном слое цемента

с железом полукальциевого феррита, который благодаря старению и упрочнению со временем создает вокруг железа некую оболочку, препятствующую доступу кислорода и развитию процесса электро-химической коррозии.

КОРРОЗИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ, ИХ РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЕ КОРРОЗИИ АРМАТУРЫ В СИЛИКАТНЫХ И ЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЯХ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

Для коррозионных испытаний изготовлялись из цемента и смеси цемента с песком (в отношении 1 : 3) кубики с длиной ребра 7 см, содержавшие армированные железные стержни диаметром 8 мм и длиной 40 мм. Кубики запаривались в автоклаве по режиму, принятому для силикатных изделий.

Методика проведения коррозионных испытаний и обработки их результатов сообщалась в наших предыдущих работах [3, 4].

Задачей этих испытаний было установление зависимости скорости коррозии железа от следующих факторов: толщины защитного слоя вяжущего, условия хранения и времени.

Об изменении скорости коррозии арматуры в цементе и цементе-песке автоклавногo твердения с увеличением толщины защитного слоя из этих материалов позволяют судить результаты трехмесячного коррозионного испытания, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

Условия испытаний	Толщина защитного слоя.	Цемент автоклав. твердения.		Цемент-песок автоклавного твердения.	
		Потеря в весе г/м ² в день.	Потеря в толщине мм/год	Потеря в весе г/м ² в день.	Потеря в толщине мм/год
Воздух с малой влажностью	1 см	0,15	0,007	0,56	0,026
	2 см	0,13	0,006	0,46	0,021
Переменный режим	1 см	0,93	0,044	0,97	0,045
	2 см	0,82	0,039	0,88	0,041

Данные этой таблицы показывают, что скорости коррозии железа, армированного в указанных вяжущих мате-

риалах, убывает при увеличении толщины защитного слоя из этого материала. Этот вывод согласуется с заключением других авторов, определявших скорость коррозии арматуры в образцах из цемента воздушного твердения по изменению электрического сопротивления арматуры [8].

При рассмотрении таблицы 1 можно убедиться в полном согласии с нашими прежними наблюдениями, что наиболее агрессивными по отношению к арматуре являются переменные условия, т. е. попеременное намокание и усыхание, чередующиеся через неделю.

С аналогичными образцами с одинаковой толщиной защитного слоя были проведены коррозионные испытания продолжительностью 3 месяца и 6 месяцев в условиях попеременного намокания и высыхания, в атмосфере воздуха с низкой влажностью и при постоянном нахождении в воде.

Их результаты, приведенные в таблице 2, дают возможность судить о протекании во времени процесса коррозии железа, армированного в цементе или цементе-песке автоклавного твердения.

Таблица 2

Условия испытаний	Срок испытаний	Цемент автоклавного твердения		Цемент-песок автоклавного твердения	
		Потеря в весе г/м ² в день	Потеря в толщине мм/год	Потеря в весе г/м ² в день	Потеря в толщине мм/год
Пребывание в воде	3 мес.	0,34	0,016	0,30	0,014
	6 мес.	0,02	0,001	0,09	0,004
Пребывание в воздухе с малой влажностью	3 мес.	0,013	0,007	0,46	0,021
	6 мес.	—	—	0,22	0,010
Переменный режим	3 мес.	0,82	0,038	0,82	0,038
	6 мес.	0,45	0,021	0,82	0,038

Как видно, скорость коррозии арматуры в цементе при всех условиях уменьшается со временем; так, например, при переменных условиях она к концу полугодия достигает почти половины того значения, которое имело место по

истечении трех месяцев. Это вполне согласуется с представлением о том, что защитные свойства цемента должны улучшаться по мере старения полукальциевого феррита в контактном слое железо-цемент. В смеси цемента с песком в наиболее агрессивных условиях попеременного намокания и усыхания скорость коррозии на протяжении трех месяцев (от 3 до 6) остается постоянной. В этом случае снижение рН, повидимому, является причиной того, что процесс образования вышеуказанного защитного слоя вокруг арматуры происходит медленнее. Поэтому можно полагать, что после следующего испытания с большей продолжительностью мы могли бы отметить уменьшение коррозии железа, армированного в цементно-песке автоклавного твердения.

Особый интерес представляло сопоставление приведенных выше результатов с теми данными, которые были нами получены ранее для силикальцитов и пеносиликата.

Это сделано в таблице 3.

Таблица 3

Наименование вяжущего материала	Объемный вес образца г/см ³	Пребывание во влажном воздухе		Попеременно в воде и на воздухе	
		Потеря в весе г/м ² в день	Потеря в толщине мм/год	Потеря в весе г/м ² в день	Потеря в толщине мм/год
Цемент автоклавного твердения	1,98	0,20	0,009	0,45	0,021
Цемент-песок (1:3) автоклав. тверд.	2,00	0,44	0,021	0,82	0,038
Силикальцит	—	—	—	1,32	0,062
Он же + 5% цемента	1,51	0,47	0,022	1,22	0,057
Он же + 10% цемента	1,57	0,36	0,017	1,04	0,049
Пеносклина (известь-гашеная)	0,94	0,53	0,025	1,70	0,080
Он же + 5% цемента	1,08	0,64	0,030	1,30	0,061
Он же + 10% цемента	1,12	0,49	0,023	1,22	0,057
Пеносиликат (известь негашеная)	0,95	0,45*)	0,021	1,58	0,074
Он же + 5% цемента	0,96	0,28	0,013	1,17	0,055
Он же + 10% цемента	1,19	0,22	0,010	0,71	0,030

*) Результат восьмимесячных испытаний.

Таблица 3 содержит результаты шестимесячных коррозионных испытаний, проведенных при переменном режиме и в условиях постоянного пребывания образцов в атмосфере воздуха с высокой относительной влажностью (80—90%) при температуре 20—25°C.

Цифры, относящиеся к силикальциту без добавок, а также к пеносиликату без цемента и с добавками цемента, взяты из наших предыдущих работ [3, 4].

Силикатные образцы были приготовлены из дезинтегрированной смеси с активностью 15% CaO и удельной поверхностью 600 см²/г.

На основании данных из таблицы 3 можно констатировать, что в условиях попеременного намокания и высыхания по истечении шести месяцев скорость коррозии арматуры в монолите приблизительно в три раза, а в пеносиликате примерно в четыре раза больше, чем в чистом цементе. По сравнению с цементом-песком это различие проявляется менее резко — в силикальците коррозия арматуры происходит быстрее в 1,6 раза, а в пеносиликате — в 1,9 раза, чем в цементе-песке автоклавного твердения.

При хранении во влажном воздухе различие проявляется значительно слабее: в пеносиликате, изготовленном на базе негашеной извести скорость коррозии арматуры примерно в два раза больше, чем в цементе, и того же порядка, что и в цементе-песке.

Данные по монолиту для этих условий отсутствуют.

Таблица 3 дает возможность еще раз убедить в том, что добавление небольших добавок цемента (5—10% по весу дезинтегрированной смеси) значительно повышает защитные свойства по отношению к арматуре не только пеносиликата, что мы наблюдали ранее, но и силикальцита.

ВЫВОДЫ

I. Изучены некоторые факторы, определяющие защитные свойства по отношению к арматуре цемента и цемента-песка (в отношении 1:3) автоклавного твердения, как-то водородный показатель и протекание во времени процессов водопоглощения и водоотдачи.

II. Установлено, что добавление 15% цемента к дезинтегрированной смеси приводит к появлению у силикальцитных и пеносиликатных изделий способности удерживать часть поглощенной влаги, что должно способствовать уменьшению скорости диффузии кислорода к арматуре.

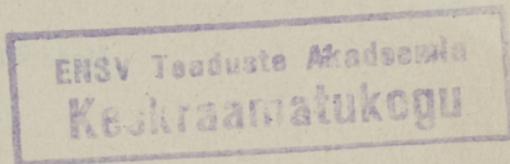
III. Проведен ряд коррозионных испытаний с образцами из цемента и цемента-песка автоклавного твердения, содержащими армированные железные стержни. Скорость коррозии определялась путем нахождения потери арматуры в весе, приходящейся на 1 кв. м. поверхности в течение дня.

IV. С помощью результатов коррозионных испытаний проведено сравнение скорости коррозии арматуры в цементе и цемента-песке автоклавного твердения с соответствующими данными для силикальцитного монолита и пеносиликата при различных условиях испытаний и разной продолжительности их.

V. Подтверждено, что добавление цемента в количестве 10% по весу дезинтегрированной смеси значительно уменьшает коррозию железа, армированного как в силикальците, как и в пеносиликате.

Л и т е р а т у р а

1. Х и н т И. «Дезинтегрированный способ изготовления силикатных и силикальцитных изделий», Таллин, 1952 г.
2. Х а в к и н Л. М., Ф у р м а н Р. В., Л е в и н С. Н. «Исследование дезинтеграторного способа обработки силикатной массы в производственных условиях», Сб. Трудов Респ. н.-и. института местных строительных материалов, 1954, № 6, 155—170.
3. Р и в л и н И. Я. Коррозия железа, армированного в силикальците. Труды Таллинского политехнического института. Серия А. № 59, Таллин, 1955.
4. Р и в л и н И. Я. Коррозия арматуры в пеносиликате. Труды Таллинского политехнического института. Серия А. № 92, Таллин, 1957.
5. Б а х в а л о в В. П. Коррозия конструкционных материалов в агрессивных средах, 1951 г.
6. Б о р о к М. М. Сцепление арматуры с бетоном на портланд-цементе. Киев. 1947.
7. М о с к в и н В. М. Строит. пром. 29, № 12, 15, 1951.
8. D. H. Pletta, E. E. Massil a. H. S. Robins, J. Am. Concrete Inst. 21, 513, 1950.
9. А р т а м о н о в В. С. Цемент, № 2,9, 1955.
10. Р а й д н а В. К. «Исследование вопроса о применении силикатных и пеносиликатных изделий в малоэтажном строительстве Эстонской ССР», Таллин, 1955. Диссертация.
11. А к и м о в Г. В. Теория и методы исследования коррозии металлов. М.—Л. 1945, стр. 158.



Ривлин И. Я.
канд. хим. наук

О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ СРАВНЕНИЯ КОРРОЗИИ
АРМАТУРЫ В СИЛИКАТНЫХ И ЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЯХ
АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

Издательство
Таллинского Политехнического Института

*

Редактор Б. Торпан
Технический редактор А. Тамм
Корректор В. Варес

Сдано в набор 9. II 1957. Подписано к печати
5. III 1957. Бумага $54 \times 84 \frac{1}{16}$. Печатных листов
0,75. По формату 60×92 . печатных листов 0,57.
Учетно-издательских листов 0,54. Тираж 800.
МВ-01660. Заказ № 832.

Заказ № 832.

Типография «Коммунист», Таллин, ул. Пикк 2.

Цена 40 коп.

40 коп.

EESTI AKADEEMILINE RAAMATUKOGU



1 0200 00086408 6