

*Автор:*

**Коршунова Наталья Олеговна**

ученица 7 класса

ГБОУ СОШ № 360

г. Москва

*Руководитель:*

**Коршунова Нина Владимировна**

учитель

ГБОУ СОШ № 356 имени Н.З. Коляды

г. Москва

## **Изучение коррозии жестяных банок в природе**

*Аннотация: в статье рассматриваются вопросы, связанные с изучением коррозии жестяных банок в природе, приводятся данные проведенного в течение двух сезонов эксперимента, анализируются его результаты.*

Коррозия (от лат. *corrosio* – разъедание) – это самопроизвольное разрушение материала в результате взаимодействия с окружающей средой.

Коррозия приводит ежегодно к миллиардным убыткам. Но имеются ситуации, когда коррозия приносит пользу. После пикников и туристических походов на лесных полянах остаётся огромное количество консервных банок. Они сохраняются достаточно долго, портя окружающую природу. Я решила смоделировать процесс разрушения консервных банок в природных условиях, выяснить, как тип и влажность почвы, температура и предварительная обработка (обжиг) влияют на скорость коррозии, составить памятку для туристов и отдыхающих по утилизации консервных банок. В 1972 –77 годах в кружке дендрологии Дворца пионеров на Ленинских горах под руководством Лоховой Изабеллы Константиновны проводилась работа по изучению влияния кострищ на леса Подмосковья, динамика их зарастания. Тогда же была подтверждена высокая эффективность утилизации металлических консервных банок путём их обжига в костре с последующим закапыванием как на месте бывшего кострища, так и на прилегающей территории. Практически полное

разрушение обожженных банок проходило через 1–3 года, однако точной оценки скорости разрушения сделано не было. В нашей работе ставилась цель оценить реальную скорость разрушения металлических фрагментов.

*Цель работы:* изучить скорость протекание коррозии на образцах из консервных банках в природных условиях средней полосы при условии их предварительной обработки, оценить реальную скорость разрушения металлических фрагментов.

*Задачи работы:* смоделировать процесс разрушения консервных банок в природных условиях, выяснить, как тип и влажность почвы, температура и предварительная обработка (обжиг) влияют на скорость коррозии.

*Объект исследования:* образцы металла консервных банок одной партии.

*Оборудование и материалы:* использованные консервные банки из–под сгущенки одной партии, ножницы по металлу, ёмкости для грунта, фильтровальная бумага, весы (были использованы портативные электронные), ластик, цифровой фотоаппарат 5 МП.

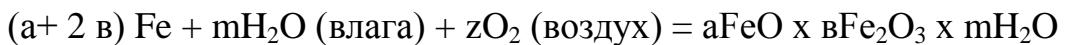
Эксперимент проводился в течение двух сезонов: с мая 2010 по сентябрь 2011.

### *Немного о коррозии*

Коррозия вызывается химической реакцией металла с веществами окружающей среды, протекающей на границе металла и среды. Чаще всего это окисление металла, например, кислородом воздуха или кислотами, содержащимися в растворах, с которыми контактирует металл. Особенно подвержены этому во влажной среде активные металлы, в том числе железо и его сплавы [1].

Очень большой ущерб приносит атмосферная коррозия во влажном воздухе при обычной температуре. Во влажном воздухе поверхность металла покрыта тонкой плёнкой воды, в которой растворяется кислород и другие газы атмосферы. Под действием кислорода на поверхности металла образуется слой оксидов и гидроксидов. У некоторых металлов они очень плотно прилегают к поверхности металла и не дают ему дальше разрушаться. У других, в том числе

и у железа и его сплавов, рыхлые оксидные слои не защищают металл от дальнейшего воздействия воды и кислорода. В результате коррозии железо разрушается. Этот процесс очень сложен и включает несколько стадий, на поверхности железа образуется несколько слоёв окисных соединений переменного состава.



Его можно описать суммарным уравнением:



Гидроксид железа(III) неустойчив, быстро теряет воду и превращается в оксид железа(III). Это соединение не защищает поверхность железа от дальнейшего окисления. В результате железный предмет может быть полностью разрушен [2].

Скорость коррозии, как и всякой химической реакции, очень сильно зависит от температуры и состава окружающей среды. Скорость общей коррозии оценивают по убыли металла за единицу времени (с единицы площади (К), например, в  $\text{г}/\text{м}^2 \times \text{ч}$ ) [1].

Проблема защиты металлов от коррозии возникла почти в самом начале их использования. Люди пытались защитить металлы от атмосферного воздействия с помощью жира, масел, а позднее и покрытием другими металлами и, прежде всего, легкоплавким оловом (лужением). В трудах древнегреческого историка Геродота (5 в. до н. э.) и древнеримского ученого Плиния Старшего (1 в. до н. э.) уже есть упоминания о применении олова для предохранения железа от ржавления. В настоящее время борьбу с коррозией ведут сразу в нескольких направлениях – пытаются изменить среду, в которой работает металлическое изделие, повлиять на коррозионную устойчивость самого материала, предотвратить контакт между металлом и агрессивными веществами внешней среды [3].

### *Постановка и проведение эксперимента. Результаты*

Для чистоты эксперимента были взяты консервные банки одной партии. Как известно, жесть консервных банок, для предохранения от коррозии,

защищают, покрывая их тонким слоем олова или специального лака. Мы разрезали их на кусочки близкого размера (примерно, 5x5 см) без завальцованных краев, но несколько разные по форме и профилю металла. Образцы взвесили. Часть образцов обожгли в печи (имитация костра), чтобы удалить защитный слой (олово плавится и окисляется, лак сгорает). Прокаленные образцы после остывания моются, зачищаются ластиком (шкурка и всё остальное снимает часть металла и нарушает чистоту эксперимента), взвешиваются. Потеря массы позволяет примерно оценить толщину защитного покрытия (олово, лак и т.д.) на металле.

Мы заложили две пробные площадки – в песке и лесной почве (серая лесная). Чтобы не нумеровать образцы, нумеруются позиции их установки, образцы размещаются в соответствии со схемой. Часть образцов оставили на поверхности, часть закопали в грунт. Часть образцов обработали раствором поваренной соли. На каждый вариант опыта закладывалось по три образца. Далее проводили взвешивание образцов через определённый промежуток времени (по возможности 1 раз в неделю). Образцы перед взвешиванием тщательно очищались от частичек почвы. Затем мягким (жесткий стирает и сам металл) ластиком стирали продукты коррозии с поверхности металла и снова взвешивали. После взвешивания образцы помещали на исходные места.

К сожалению, в 2010 году была засуха, а коррозия на сухом железе в этих атмосферных условиях крайне медленная. Среднеарифметические (по 3 образцам) результаты взвешивания образцов без продуктов коррозии приведены в таблице 1. (см. Приложение). По изменению массы образцов делался вывод о скорости коррозии в различных условиях. Скорость общей коррозии оценивают по убыли металла за единицу времени. Мы рассчитывали скорость коррозии как изменение массы образца в течение всего опыта в граммах (без учёта массы продуктов коррозии) за количество часов эксперимента (87 дней x 24 часов = 2088 часов). Для простоты расчетов считали полные сутки, количество дней эксперимента с 01.07. по 26.09.2010. Данные приведены в диаграмме 1. Так как лето 2010 года было нетипичным для

средней полосы, образцы были оставлены на экспериментальных площадках до следующего лета. В сезон 2011 года мы повторили эксперимент. Его результаты приведены в таблице 2 (см. Приложение). На основе полученных за два года результатов были составлены диаграммы и графики изменения массы металла образцов при их разной начальной обработке и в разных условиях размещения (см. Приложение, графики 1, 2). Мы сравнили ход протекания эксперимента в засушливый и обычный годы, сравнили скорость коррозии при зимних и летних температурах. Мы рассчитывали скорость коррозии за количество часов эксперимента ( $91 \text{ день} \times 24 \text{ часов} = 2184 \text{ часа}$ ). Для простоты расчетов считали полные сутки, количество дней эксперимента с 12.06. по 11.09.2011

*Выводы:*

1. Процесс коррозии консервных банок идет крайне медленно, особенно в условиях засухи лета 2010 года.
2. Процесс коррозии протекает неравномерно. Он начинается интенсивно, затем, когда образец покрывается продуктами коррозии, его скорость снижается. В осенне – зимний период процесс коррозии замедляется, что связано с низкими температурами.
3. Процесс коррозии зависит от условий окружающей среды. При больших влажности и температуре воздуха и почвы процесс идёт интенсивнее.
4. Скорость коррозии металла не одинакова в разных типах биотопов. Она выше там, где в почве больше влаги и кислорода. В условиях засухи лета 2010 года трудно вывести четкую зависимость скорости коррозии от типа почвы. Тем не менее, в песке скорость коррозии выше. Мы объясняем это лучшей аэрацией почвы. В условиях типичного подмосковного лета 2011 скорость выше в серой лесной почве, так как в ней содержится больше влаги.
5. Скорость коррозии зависит от предварительной обработки металла. Предварительно обожженный металл разрушается быстрее.
6. Скорость коррозии зависит от присутствия специальных веществ, ускоряющих коррозию (в нашем случае это поваренная соль). При этом

однократная обработка образцов при закладке опыта действует в течение 2 лет.

В целом, можно сказать следующее: скорость коррозии находится в прямой зависимости от предварительной обработки материала, от влажности почвы, воздуха, их температуры.

***Список литературы***

1. Справочник по элементарной химии. Под общ.ред.А.Т.Пилипенко. К., Наукова думка, 1978.
2. Степин Б.Д., Аликберова Л.Ю. Книга по химии для домашнего чтения. М., Химия, 1994.
3. Электронный ресурс: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.

Приложение  
Таблица 1

Результаты взвешивания образцов без продуктов коррозии 2010 год

1. А. Коррозия металла *песок*

масса пластиинки в граммах

	июнь	01.08.	08.08.	22.08	11.09	25.09	скорость коррозии (г/ч)
обжиг, в песке	1,59	1,61	1,59	1,60	1,59	1,59	0
обжиг, поверхность	1,57	1,56	1,56	1,55	1,55	1,54	$1,43 \times 10^{-5}$
в песке	1,64	1,64	1,64	1,63	1,63	1,63	$0,48 \times 10^{-5}$
поверхность	2,11	2,10	2,10	2,09	2,10	2,10	$0,48 \times 10^{-5}$
в песке, соль	2,06	2,01	2,01	2,02	2,00	1,97	$4,31 \times 10^{-5}$
поверхность, соль	2,08	2,07	2,10	2,09	2,09	2,06	$0,96 \times 10^{-5}$

1.Б. Коррозия металла *лесная почва*

масса пластиинки в граммах

	июнь	01.08.	08.08.	22.08	11.09	25.09	скорость коррозии (г/ч)
обжиг, в почве	1,67	1,71	1,71	1,71	1,70	1,67	0
обжиг, поверхность	1,85	1,85	1,85	1,85	1,83	1,83	$0,96 \times 10^{-5}$
в почве	1,64	1,66	1,66	1,66	1,66	1,64	0
в почве, поверхность	1,99	1,94	1,95	1,96	1,96	1,96	$1,43 \times 10^{-5}$
в почве, соль	1,66	1,66	1,68	1,66	1,64	1,63	$1,43 \times 10^{-5}$
поверхность, соль	1,71	1,67	1,68	1,64	1,67	1,68	$1,43 \times 10^{-5}$

Таблица 2

Результаты взвешивания образцов без продуктов коррозии 2011 год

2.А. Коррозия металла *песок*

масса пластиинки в граммах

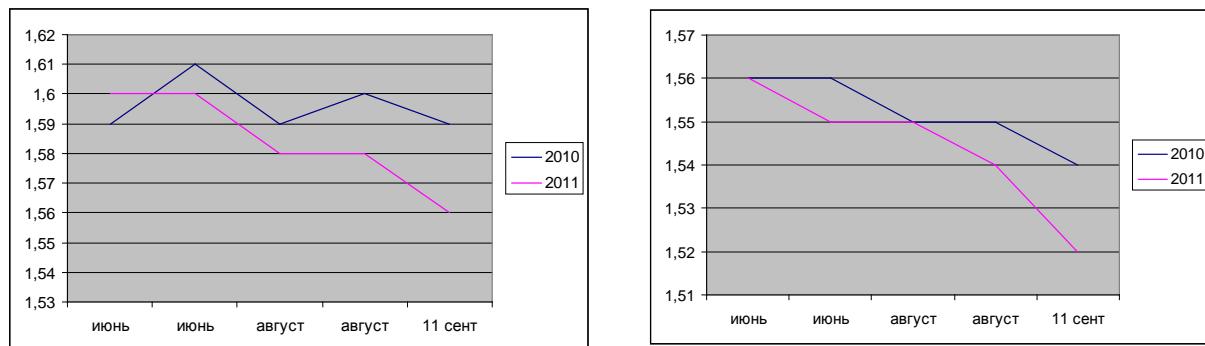
	Сент.2010	12.06.	26.06.	02.08	26.08	11.09	скорость коррозии (г/ч)
обжиг, в песке	1,59	1,60	1,60	1,58	1,58	1,56	$1,83 \times 10^{-5}$
обжиг, поверхность	1,54	1,56	1,55	1,55	1,54	1,52	$1,83 \times 10^{-5}$
в песке	1,63	1,62	1,62	1,61	1,61	1,60	$0,92 \times 10^{-5}$
поверхность	2,10	1,98	1,98	1,97	1,96	1,94	$1,83 \times 10^{-5}$
в песке, соль	1,97	2,04	2,03	2,02	2,00	1,99	$2,29 \times 10^{-5}$
поверхность, соль	2,06	2,10	2,10	2,08	2,07	2,06	$1,83 \times 10^{-5}$

2.Б. Коррозия металла лесная почва  
масса пластиинки в граммах

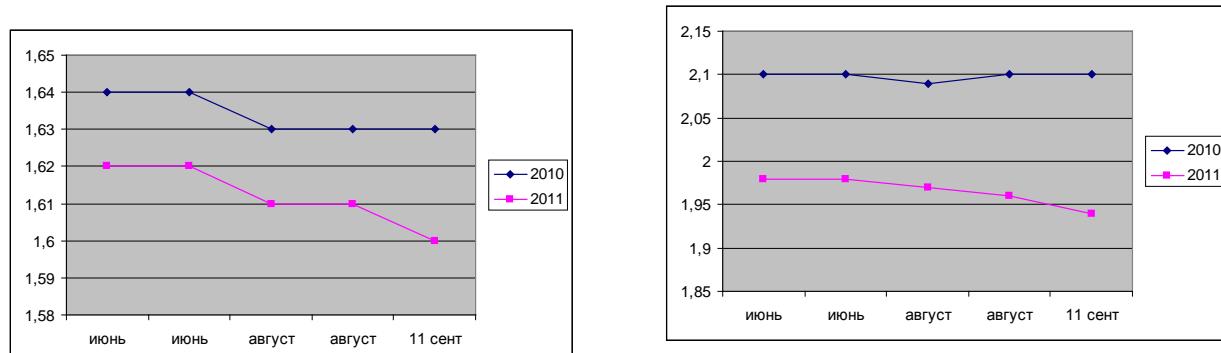
	Сент.2010	12.06.	26.06.	02.08	26.08	11.09	скорость коррозии (г/ч)
обжиг, в почве	1,67	1,75	1,74	1,72	1,71	1,69	$2,74 \times 10^{-5}$
обжиг, поверхность	1,83	1,85	1,85	1,85	1,83	1,81	$1,83 \times 10^{-5}$
в почве	1,64	1,67	1,65	1,65	1,64	1,63	$1,83 \times 10^{-5}$
в почве, поверхность	1,96	1,97	1,95	1,94	1,93	1,93	$1,83 \times 10^{-5}$
в почве, соль	1,63	1,64	1,62	1,61	1,60	1,58	$2,74 \times 10^{-5}$
поверхность, соль	1,68	1,68	1,67	1,66	1,65	1,64	$1,83 \times 10^{-5}$

*График 1. Изменение массы образцов на опытной площадке «песок»  
2010– 2011 года*

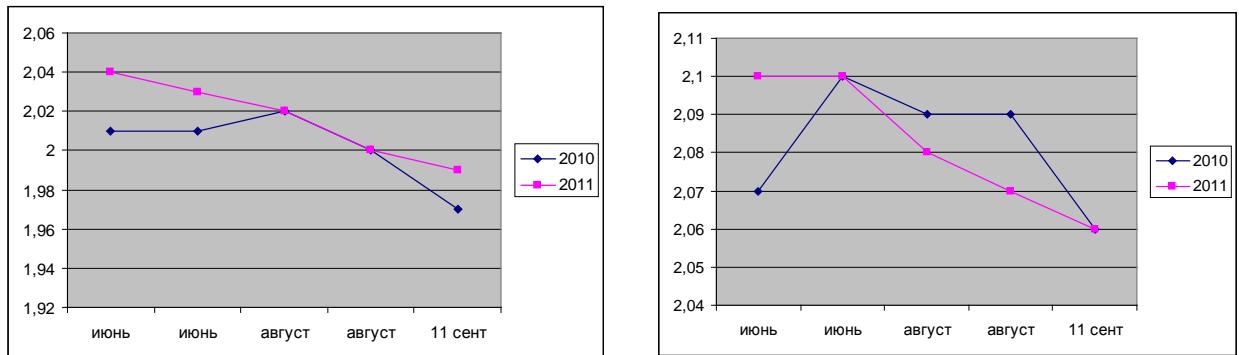
А. Изменение массы обожженных образцов  
В песке На поверхности



Б. Изменение массы необожженных образцов  
В песке На поверхности

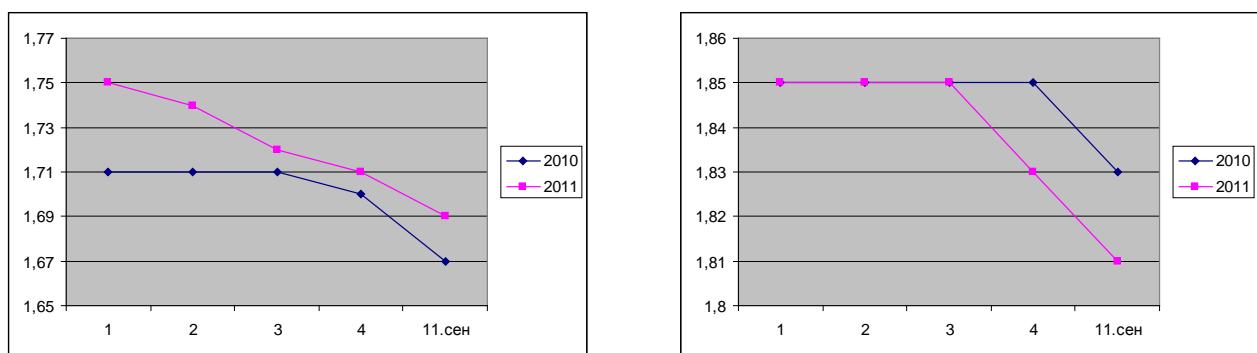


**В. Изменение массы обожженных образцов, политых раствором соли  
В песке На поверхности**

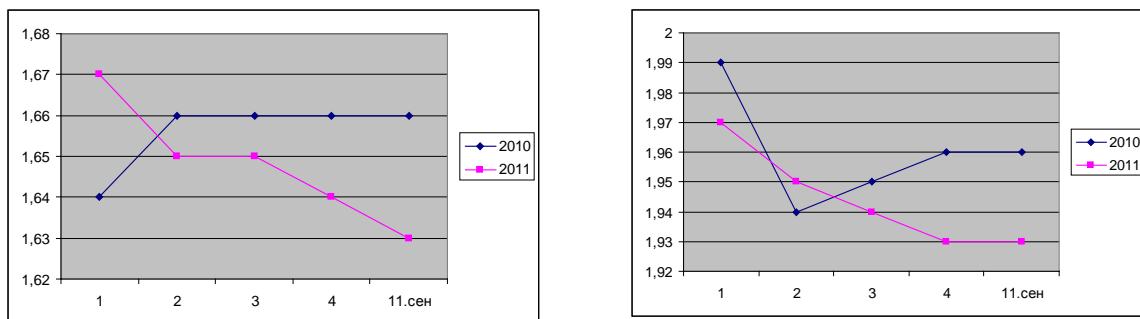


**График 2. Изменение массы образцов на опытной площадке «почва» 2010–2011 года**

**А. Изменение массы обожженных образцов  
В почве На поверхности**



**Б. Изменение массы необожженных образцов  
В почве На поверхности**



## В. Изменение массы обожженных образцов, политых раствором соли В почве На поверхности

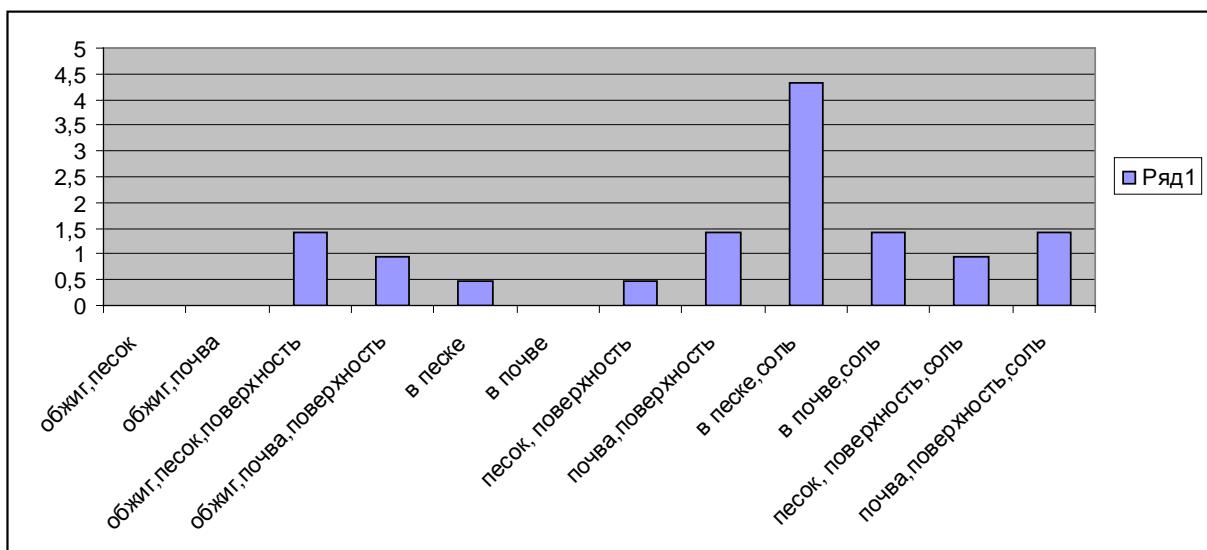
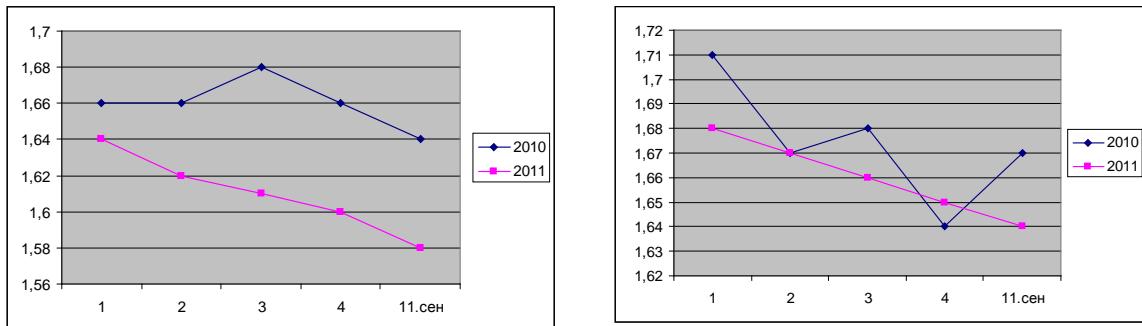


Диаграмма 1. Сравнительная скорость коррозии образцов в песке и в почве  
2010 год

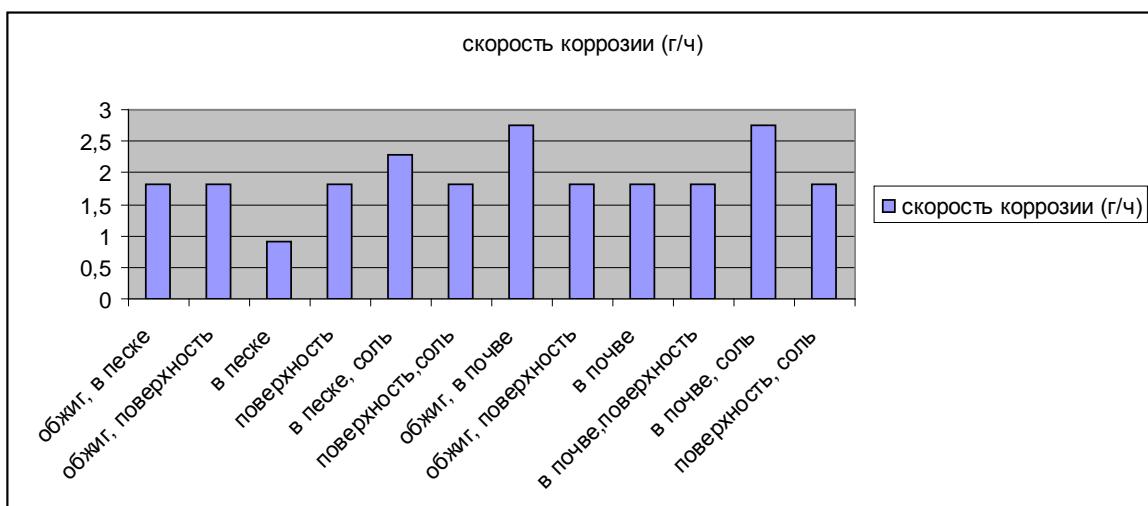


Диаграмма 2. Сравнительная скорость коррозии образцов в песке и в почве  
2011 год  $\text{г/ч} \times 10^{-5}$