

Барчукова А.С., Ветрова С.М., Илюшкова Е.М.
Исследование скорости коррозии стали Ст3 в среде минеральных удобрений

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 620:631.3: 620.193.4

Исследование скорости коррозии стали Ст3 в среде минеральных удобрений

Барчукова А.С., Ветрова С.М., Илюшкова Е.М.

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация

Исследование скорости коррозии стали Ст3 в среде минеральных удобрений представляет собой важный аспект, необходимый для обеспечения долговечности и надежности конструкций сельскохозяйственных машин. Минеральные удобрения, содержащие различные химические соединения, оказывают значительное влияние на коррозионные процессы. В ходе экспериментов были проведены замеры скорости коррозии при различных концентрациях минеральных удобрений. Установлено, что с увеличением концентрации минеральных удобрений наблюдается рост коррозионной активности, что обуславливается электрохимическими реакциями, происходящими на поверхности металла.

Ключевые слова: СТАЛЬ, СКОРОСТЬ КОРРОЗИИ, ПРОДУКТЫ КОРРОЗИИ, КОРРОЗИОННЫЕ ПОТЕРИ, АГРЕССИВНАЯ СРЕДА, МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Введение

При эксплуатации сельскохозяйственной техники на нее воздействуют среды с различной коррозионной агрессивностью, что приводит к значительным повреждениям и сокращает срок службы машин и оборудования. Коррозионная агрессивность среды определяется преимущественно продолжительностью увлажнения металлических поверхностей, воздействием различных метеорологических условий, специфической газовой средой, а также наличием агрессивных химических веществ.

Барчукова А.С., Ветрова С.М., Илюшкова Е.М.

Исследование скорости коррозии стали Ст3 в среде минеральных удобрений

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

По данным [1], 70-80% деталей машин выходят из строя вследствие совместного воздействия атмосферной коррозии и механических нагрузок. Из них 20-25% приходится на долю поломок от перегрузок при работе, вызванных потерей прочности из-за атмосферной коррозии. Особенно быстро приходят в негодность из-за коррозии машины для внесения удобрений, поскольку они чаще подвергаются воздействию агрессивных химических веществ, таких как аммиак, мочевины, фосфорная кислота и другие компоненты удобрений.

Известно, что большая часть минеральных удобрений вносится ранней весной и осенью, когда наблюдается высокая влажность воздуха (дожди, туманы) [2, 3]. Большинство химически активных минеральных удобрений хорошо растворимы, но при попадании влаги образуются электролиты, в которых коррозионные процессы протекают интенсивно. В этих условиях коррозия металлов протекает преимущественно под сравнительно тонкими пленками влаги, толщина которых может быть очень различной: от долей микрона при адсорбции паров воды из воздуха до сотен и тысяч микронов при выпадении атмосферных осадков.

К числу деталей машин - разбрасывателей минеральных удобрений и туковых сеялок, подверженных коррозионным разрушениям, относятся бункеры, высеивающие катушки, рамы, вальцы, подающие тарелки и ленточные транспортеры. Коррозии подвержены металлические детали опрыскивателей, поскольку они находятся в контакте с минеральными удобрениями и ядохимикатами, разрушающими защитное покрытие и вызывающими коррозию металла [4]. Кроме того, продукты коррозии забивают фильтры и распыляющие устройства.

Помимо того, что удобрения оказывают высокое коррозионное действие на металлы, они также изменяют свои физико-механические свойства из-за насыщения влагой и механического воздействия на них движущихся частей машин. Порошкообразные удобрения обычно гигроскопичнее гранулированных и образуют своды в массе удобрений. Установка ворошилок и скребков в туковых ящиках сеялок или кузовах разбрасывателей вызывает налипание и уплотнение удобрений, из-за чего может меняться равномерность их выхода. Кроме того, машины, вносящие минеральные удобрения, подвержены абразивному воздействию гранулированных удобрений, в результате нарушается целостность защитного

Барчукова А.С., Ветрова С.М., Илюшкова Е.М.

Исследование скорости коррозии стали Ст3 в среде минеральных удобрений

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

покрытия и создаются условия, способствующие коррозии металлических поверхностей машин.

Таким образом, коррозия деталей сельскохозяйственных машин является серьезной проблемой, которая может привести к значительному снижению их работоспособности и долговечности. Чтобы минимизировать ущерб от коррозии, необходимо применять защитные покрытия, использовать специальные стали [5], регулярно проводить техническое обслуживание и обеспечивать надлежащие условия хранения [1].

Материалы и методы

Исследование воздействия минеральных удобрений на металлы было проведено по ГОСТ Р 9.905-2007 (ИСО 7384:2001, ИСО 11845:1995).

В качестве материалов исследования были выбраны образцы широко используемой в сельскохозяйственном машиностроении стали марки Ст3 размером 50 × 50 × 3 мм. Образцы шлифовали на абразивных кругах различной зернистости до значений шероховатости в соответствии с ГОСТ 2789, очищали, обезжиривали спиртом и ацетоном, взвешивали на аналитических весах «ГОСМЕТР ВЛ-224».

В качестве коррозионной среды были приготовлены растворы следующих минеральных удобрений: аммиачной селитры, карбамида и азотно-фосфорно-калийного удобрения марки BelFert (NPK(S) 16-16-16(6)). Концентрации удобрений при контакте с почвой зависят от типа удобрения и условий почвы. Например, карбамид можно вносить в минимальных концентрациях в водном растворе 10:1, чтобы избежать ожогов верхних частей растений [6]. При использовании азотных удобрений, предельная концентрация составляет 60 кг/га [6]. Конкретные концентрации могут различаться в зависимости от типа почвы и климатических условий региона. Важно учитывать pH почвы и потребности растений в питательных веществах, чтобы обеспечить оптимальное развитие растений и предотвратить возможные проблемы, связанные с избыточным внесением удобрений.

С целью увеличения действия растворов минеральных удобрений их концентрации повысили до 1%, 2% и 3% по массе. В качестве растворителя и контрольного образца использовали дистиллированную воду. Полученные растворы удобрений наливали в мерные стаканы объёмом 400 мл.

Барчукова А.С., Ветрова С.М., Илюшкова Е.М.

Исследование скорости коррозии стали Ст3 в среде минеральных удобрений

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

В ходе испытаний проводили периодический осмотр образцов с целью фиксирования первых очагов коррозии. Общая продолжительность испытаний составила 240 часов. Продукты коррозии после испытаний удаляли по ГОСТ 9.907-2007. Обработку поверхности испытуемых образцов после испытаний проводили по ГОСТ 9.908-85.

Результаты исследований

Потерю массы на единицу площади поверхности $\Delta m, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$, вычисляли по формуле:

$$\Delta m = \frac{m_1 - m_2}{S \cdot \tau},$$

где m_1 — масса образца до испытаний, г; m_2 — масса образца после испытаний и удаления продуктов коррозии, г; S — площадь поверхности образца, м^2 ; τ — продолжительность испытаний, ч.

После вычисления необходимых данных была построена гистограмма коррозионных потерь Ст3 в зависимости от вида удобрения и концентрации (рис. 1).

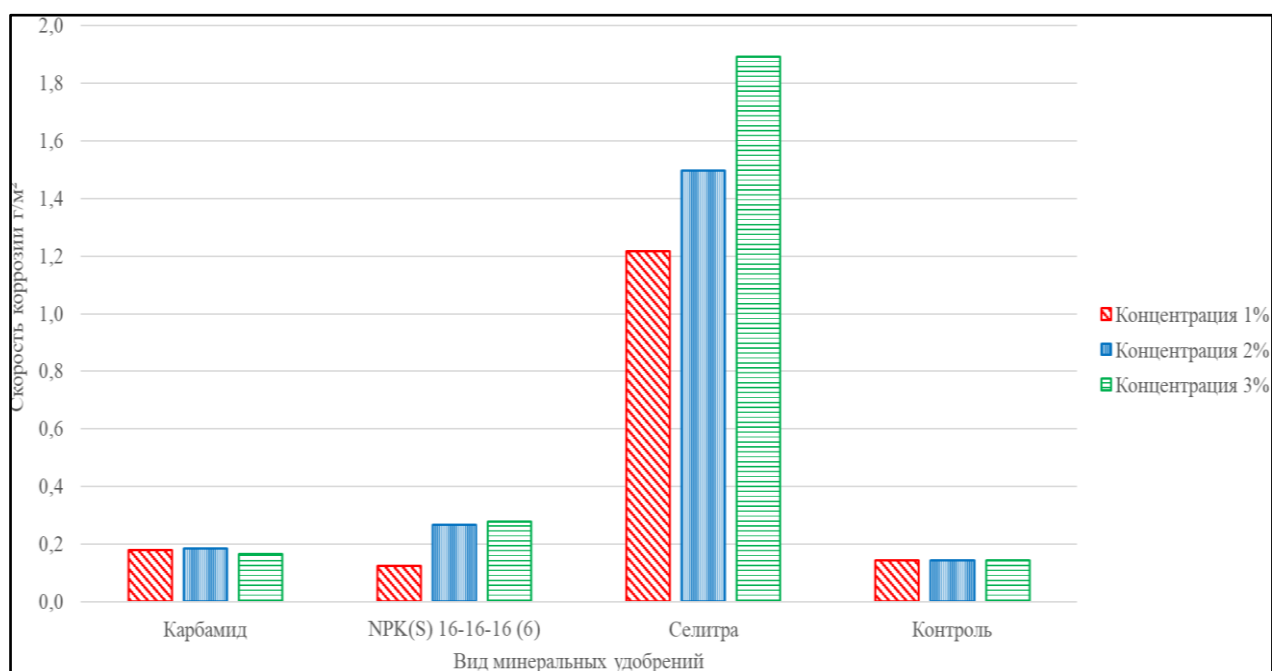


Рис. 1. Гистограмма скорости коррозии Ст3 в водных растворах минеральных удобрений

Из данных гистограммы видно, что на скорость коррозии в среде минеральных удобрений влияет концентрация водных растворов. На основании этого можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что наиболее агрессивным минеральным удобрением является аммиачная селитра. Ее коррозионная активность по отношению к контрольному образцу выше в 8,5 раз.

2. Карбамид по сравнению с другими минеральными удобрениями содержит наибольшее количество азота в амидной форме и является менее коррозионно активным по отношению к аммиачной селитре.

3. Для азотно-фосфорно-калийного удобрения отмечена низкая коррозионная активность 1% водного раствора. Однако с увеличением концентрации до 2%, коррозионная активность увеличивается на 50%. Дальнейшее увеличение концентрации приводит к незначительному увеличению коррозионной активности, примерно на 5%.

Для уменьшения коррозионного разрушения узлов и агрегатов машин, используемых для внесения минеральных удобрений, рекомендуется проводить мероприятия по защите от коррозии – противокоррозионную защиту. Это позволит снизить воздействие агрессивных факторов на металлические детали и повысить их долговечность. Такие мероприятия могут включать использование специальных покрытий, антикоррозионных добавок и регулярную обработку поверхностей. Особое внимание стоит уделять состоянию поверхности и чистоте машин, чтобы предотвратить накопление влаги и грязи, которые способствуют развитию коррозии.

Выводы

Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о росте коррозионной активности в зависимости от концентрации растворов минеральных удобрений в пределах от 1 до 3% по массе.

Исследование скорости коррозии Ст3 во всех исследуемых концентрациях показало скорость коррозии, превышающую значение контрольного образца.

Скорость коррозии водного раствора аммиачной селитры повышается с увеличением концентрации и составляет от 1,217 до 1,893 г/м².

Скорость коррозии водного раствора азотно-фосфорно-калийного удобрения

Барчукова А.С., Ветрова С.М., Илюшкова Е.М.

Исследование скорости коррозии стали Ст3 в среде минеральных удобрений

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

составила от 0,124 до 0,277 г/м², что практически в 8 раз меньше скорости коррозии аммиачной селитры.

Увеличение концентрации водного раствора карбамида от 1 до 2% повышает скорость коррозии на 3%, однако дальнейшее увеличение концентрации приводит к снижению скорости коррозии до 0,165 г/м².

Для защиты Ст3 в среде минеральных удобрений рекомендуется постоянная противокоррозионная защита, которая включает использование ингибиторов коррозии. Эти вещества способны предотвратить процесс окисления металла и образование коррозионных отложений на его поверхности.

Список используемых источников:

1. Балкаров Руслан Асланбиевич, Ашабоков Хачим Хазраилович Сохраняемость и защита от коррозии сельскохозяйственной техники в условиях КБР // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. №1 (43).
2. Томашов Н. Д. Теория коррозии и защиты металлов [Текст] / Акад. наук СССР. Ин-т физ. химии. - Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1959. - 592 с.
3. Ягодин Б.А. Агрехимия [Текст]: учебник / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко; под ред. Б. А. Ягодина. - Москва: Колос, 2002. - 582 с.
4. Губашева, А. М. Противокоррозионная защита сельскохозяйственной техники для внесения минеральных удобрений / А. М. Губашева, Л. Г. Князева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3, № 8-2(19-2). – С. 116-124. – DOI 10.12737/15495. – EDN TLPLBV
5. Гайдар, С. М. Влияние легирующих элементов и термической обработки на механические свойства низколегированных сталей / С. М. Гайдар, С. М. Ветрова, А. С. Барчукова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2023. – № 9. – С. 11-15. – DOI 10.31044/1684-2561-2023-0-9-11-15. – EDN OTJNAW.
6. Михайлова Л.А. Агрехимия: курс лекций. В 3 ч. Ч 1. Удобрения: виды, свойства, химический состав / Л.А. Михайлова; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. Бюджетное образоват. учреждение высшего. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. – 426 с.

=====

Цитирование:

Барчукова А.С., Ветрова С.М., Илюшкова Е.М. Исследование скорости коррозии стали Ст3 в среде минеральных удобрений [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/6/st_605.pdf DOI: <https://doi.org/10.51419/202146605>.