

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЬНЫХ ОСТАТКОВ СГОРАНИЯ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ЗАЗЕМЛЕНИЯ

И. А. Павлович

С. М. Барайшук, канд. техн. наук, доцент

М. И. Кахоцкий

УО «Белорусский государственный аграрный
технический университет»,
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В работе предложено комплексное решение, позволяющее использовать золу в качестве основы грунтозамещающей смеси для улучшения характеристик заземляющих устройств.

В последнее время большой интерес вызывает утилизация отходов от сжигания древесины. Процесс сжигания твердых видов биотоплива зависит от вида используемого твердого биотоплива, его физических характеристик и химического состава. Вследствие расширения практики использования биомассы для производства энергии растет и количество твердых отходов, таких как зола, содержание которой в биотопливе колеблется от 0,5 весовых процентов для мягких пород древесины до 4–8 весовых процентов для коры. Для устойчивого использования золы очень важно замкнуть цикл обращения компонентов золы и включить золу биомассы в естественные циклы обращения веществ, вернув ее в грунт [1–2]. Исходя из проведенных ранее исследований [3] было сделано предположение, что состав золы позволяет использовать ее в качестве основы для обратной засыпки при монтаже контуров заземления в почвах с высоким удельным сопротивлением и коррозионно активных почвах.

Для выполнения высококачественного заземляющего устройства необходимо учитывать множество факторов, влияющих на надежность и работоспособность контура заземления. Основными из них являются величина сопротивления контура заземления и стабильность значений в течение всего срока эксплуатации (коэффициент сезонности), а также длительный срок службы (что может быть достигнуто низкой коррозионной активностью грунта). Сопротивление зависит от таких параметров, как удельное сопротивление грунта вокруг электродов за-

земления. На данную величину оказывают влияние следующие параметры: плотность и пористость, глубина залегания грунтовых вод, химический состав почвы, тип почвы, а также глубина промерзания [4–5].

Известным способом уменьшения сопротивления контура и снижения коэффициента сезонности является использование смесей на основе бентонитовых глин, гидрогеля и графита [6]. Данный способ безопасен для металла ЗУ, а также позволяет снизить коэффициент сезонности [7]. Недостатком такой смеси является применение в ее составе порошкообразного углерода. Кроме того, без применения специальных ингибиторов коррозии такие смеси не меняют коррозионной активности грунта.

В качестве проводящего вещества в таких смесях применен дисперсный углерод, что позволяет рассмотреть возможность его замены зольными остатками сжигания местных возобновляемых видов топлива, таких как древесная щепка, растительные остатки растениеводства, содержащие большое количество углеродных оснований [1].

Для проведения сравнительных экспериментов была сделана измерительная ячейка, согласно методике, изложенной в ГОСТ 9.602–2016, представленная на рис. 1.

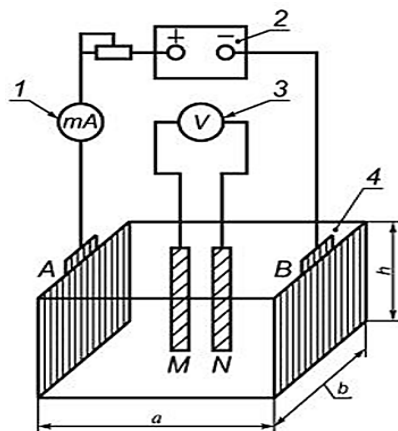


Рис. 1. Схема установки для определения удельного электрического сопротивления грунта в лабораторных условиях:

- 1 – миллиамперметр; 2 – источник тока; 3 – вольтметр;
- 4 – измерительная ячейка размерами a , b , h ;
- A и B – внешние электроды; M и N – внутренние электроды

В лабораторных условиях был проведен ряд измерений удельного сопротивления ранее известных смесей при разных концентрациях ее составляющих и влажности смеси 20 %, а также в условиях, когда основой становилась древесная зола. Полученные значения представлены в таблице.

Результаты измерений при изменении объема золы в смеси

№ п/п	Ток, мА	Напряжение, В	Количество золы, %	Влажность смеси, %	Сопротивление грунта, Ом	Удельное сопротивление грунта, Ом · м
1	11	14,7	15	20	1336,4	41,64
2	13,56	14,5	20	20	1069,3	33,32
3	15,8	13,52	25	20	855,7	26,66
4	19,1	13,42	30	20	702,6	21,89
5	24,5	13,7	35	20	559,2	17,42
6	246	118	40	20	479,7	14,95
7	273	120	45	20	439,6	13,70
8	275	121	50	20	440,0	13,71

Влажность смеси 20 % выбрана исходя из исследований [8], в результате которых установлено, что большее увлажнение грунта не приводит к какому-либо существенному снижению удельного сопротивления. На рис. 2 показана зависимость сопротивления смеси от количества золы.

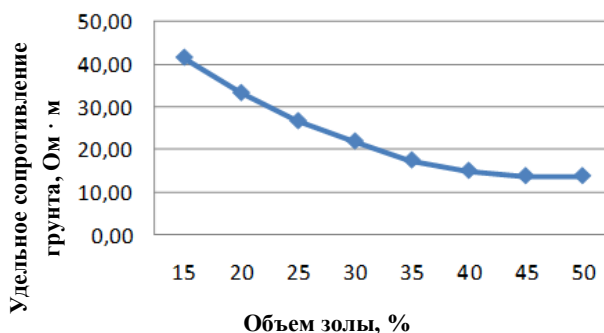


Рис. 2. Зависимость удельного сопротивления грунта от объема золы при влажности смеси 20 %

Зависимость, полученная по результатам измерений, свидетельствует о том, что при добавлении золы вплоть до 45 % от массы смеси

происходит снижение удельного сопротивления грунта. Дальнейшее увеличение концентрации золы не приводит к существенному уменьшению удельного сопротивления грунта, что указывает на получение оптимальной концентрации. Кроме того, из литературы известно, что зола зашелачивает грунт, что позволяет до двух раз уменьшить скорость коррождения элементов заземления в сравнении с контрольными образцами.

В литературе [8] описаны исследования с добавлением в смесь мелкодисперсного графита. При сравнении смеси с графитом и смеси на основе золы можно сделать вывод, что значения удельного сопротивления грунта, достигаемые при добавлении в смесь 45 % золы, сопоставимы со значениями удельного сопротивления смеси с концентрацией мелкодисперсного графита в 15–18 %.

Заключение. Использование золы в грунтозамещающих смесях для обратной засыпки заземлений сельхозпредприятий является целесообразным, особенно в случае наличия собственной котельной на местных видах топлива. Такое решение позволяет сэкономить на графите, помогает решить вопрос утилизации золы, до двух раз повысить долговечность систем заземления за счет снижения кислотности и коррозионной активности грунта, сохраняя при этом достаточную эффективность в сравнении с известными смесями для оптимизации параметров заземления. *Работа выполнена при поддержке БРФФИ T22УЗБ-057.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Демаков, Ю. П. Зольный состав древесины различных пород деревьев в пойменном биотопе / Ю. П. Демаков, С. М. Швецов, А. М. Швецов // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. трудов. – Брянск: БГИТА, 2012. – С. 125–129.
2. Цельковский, Ю. К. Опыт промышленного использования золошлаковых отходов ТЭС / Ю. К. Цельковский // Новое в Рос. энергетике. Энергоиздат. – 2000. – № 2. – С. 22–31.
3. Вильдбахер, Н. Утилизация золы котельных, работающих на древесном топливе / Н. Вильдбахер. – Минск: BIOS ПРООН / Правительство Респ. Беларусь, 2007. – 28 с.
4. Веденева, Л. М. Исследование влияния влажности и пористости грунтов на величину их проводимости / Л. М. Веденева, А. В. Чудинов // Вестн. Пермск. нац. исслед. политехн. ун-та. Безопасность и управление рисками. – 2016. – № 5. – С. 119–130.
5. Веденева, Л. М. Исследование влияния основных свойств грунта на сопротивление заземляющих устройств / Л. М. Веденева, А. В. Чудинов // Вестн. Пермск. нац. исслед. политехн. ун-та. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2017. – Т. 16. – № 1. – С. 89–100.
6. Барайшук, С. М. Снижение сопротивления заземляющих устройств применением обработки грунта неагрессивными к материалу заземлителя стабилизирующими

влажность добавками / С. М. Барайшук, И. А. Павлович // Агропанорама. – 2020. – № 1 (137). – С. 20–23.

7. Барайшук, С. М. Снижение сезонных колебаний сопротивления растеканию тока заземляющих устройств применением смесей для стабилизации влажности грунта / С. М. Барайшук, И. А. Павлович, М. И. Кахоцкий // Эпоха науки. – 2020. – № 24 (2020). – С. 87–93.

8. Снижение сопротивления заземляющих устройств применением обработки грунта неагрессивными к материалу заземлителя стабилизирующими влажность добавками / С. М. Барайшук [и др.] // Агропанорама. – 2021. – № 5 (147). – С. 28–33.

УДК 538.911

РАЗРАБОТКА ГИБКИХ БИОСЕНСОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В. К. Долгий, канд. физ.-мат. наук, доцент
С. М. Барайшук, канд. физ.-мат. наук, доцент
А. А. Шевченко, канд. физ.-мат. наук, доцент
УО «Белорусский государственный аграрный
технический университет»,
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В нашей работе мы разрабатываем структуры на основе тонких пленок различных соединений, осажденных на гибкие подложки, для дальнейшего применения в качестве чувствительных слоев сенсорных элементов с возможностью их интеграции в упаковку продуктов питания.

В настоящее время в передовых странах мира высокими темпами развивается индустрия сенсорной техники. Активность работ в данной наукоемкой области прогрессивных технологий во многом обеспечивается за счет синтеза новых материалов с высокими физико-механическими, электро- и теплофизическими свойствами. Более того, проводится разработка материалов, позволяющих выполнять интеграцию сенсорных структур с микроэлектронными и микромеханическими системами на физическом и технологическом уровне. Со временем разработка и исследование таких сенсорных структур может стать одним из ведущих направлений в создании новейших технологий мониторинга и диагностики объемных и глобальных систем [1–2]. При этом в качестве объектов, подвергаемых контролю с помощью многофункциональных и многопараметровых сенсорных структур, выступают подсистемы природной, биологической, технологической среды.

Пленки фторзамещенного фталоцианина меди толщиной 40 нм были получены термическим распылением в вакууме порошкообразного