

В результате проведенного анализа, несмотря на некоторые частичные несоответствия между рассмотренными исследованиями, подтверждает, что дополнительное светодиодное освещение улучшает количественные и качественные показатели тепличного производства томатов.

#### Список использованных источников

1. Olle, M., and Viršile, A. (2013). The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality. *Agr. Food Sci.* 22, 223–234.

2. Hamamoto, H., and Yamazaki, K. (2009). Supplemental lighting inside the plant canopy increased the yield and quality of three-truss-ordered tomato. *Acta Hort.* 907, 283–286.

3. Герасимович, Л.С. Исследование влияния светодиодного освещения на рост томатов в теплицах / Л.С. Герасимович, В.В. Михайлов // Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК: сб. научных ст. межд. научно-техн. конф. Минск, 23-24 ноября 2017г. / под ред. М.А. Прищепова. – Минск: БГАТУ, 2017.

УДК 621.316.99

## **ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА КОНТУРА ЗАЗЕМЛЕНИЯ В ВЫСОКООМНЫХ ГРУНТАХ**

Автор: Я.Л. Кленицкий, студент

Научный руководитель: И.А. Павлович, ст. преподаватель  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет»*

*г. Минск, Республика Беларусь*

Заземление является одним из важнейших элементов из перечня технических средства для защиты людей, сельскохозяйственных животных и птицы от поражения электрическим током в условиях сельскохозяйственного производства. Обеспечивая корректную работу устройств защитного отключения, заземление играет важнейшую роль в обеспечении электробезопасности и снижении электротравматизма на производстве в АПК [1].

Электрическое сопротивление ЗУ зависит от множества факторов, таких как непосредственное электрическое сопротивление материалов заземляющих электродов, качества выполнения контактных соединений элементов контура заземления, конфигурация (эти факторы определяются качеством выполнения работ), а так же удельное сопротивление грунта в околоэлектродном пространстве и коэффициент сезонного изменения удельного сопротивления грунта, внимание которым уделяют только в случае высоких удельных сопротивлений [2,3].

Для удельного сопротивления грунта, в свою очередь, определяющими параметрами являются его состав, влажность и температура [4,5]. Удельное сопротивление определяет свойства грунта создавать благоприятные свойства для растекания тока, возникающего вследствие замыкания на корпус электрооборудования в аварийных ситуациях, также возникновения напряжения в металлических элементах конструкций зданий и сооружений.

При проектировании искусственных заземлителей в районах с большим удельным сопротивлением земли рекомендовано проведение мероприятий, в перечень которых входят [2]:

- применение вертикальных заземлителей увеличенной длины;
- применение выносных заземлителей в случаях;
- укладка в траншеи с последующей трамбовкой и засыпкой щебнем до верха траншеи горизонтальных заземлителей в скальных структурах влажного глинистого грунта;
- искусственная обработка грунта для снижения его удельного сопротивления.

Согласно зарубежным исследованиям, удельное сопротивление грунта может уменьшено применением в околоэлектродном пространстве хлорида натрия, сульфата магния, сульфата меди и хлорида кальция или аналогичных веществ [6, 7]. Наибольшее распространение получило применение поваренной соли и сульфата магния [8]. Данный способ применения этих химических веществ, сводится к обработке околоэлектродного пространства, так чтобы не было непосредственного контакта с электродом заземляющего устройства. Эту обработку необходимо периодически повторять, вследствие вымывания этих веществ, так же их использование увеличивают скорость корродирования материалов, из которых выполняется заземляющий контур. Для предотвращения

ния скорого разрушения электродов появляется необходимость применения защитных покрытий, которые должны иметь достаточную проводимость [8]. Поэтому применение данного метода ограничено из-за повышенных капиталовложений в строительство ЗУ.

В РФ широкое распространение получило использование смесей минерального активатора грунта. Эта смесь представляет собой электропроводящий полусухой электролит. Применение данного способа эффективно только совместно с полыми перфорированными электродами заземлителя, устойчивыми к коррозии, как правило, эти электроды изготавливаются из толстостенной трубы нержавеющей стали. При взаимодействии с почвой смесь диффундирует, образуя электролит [9]. Основной проблемой использования данного метода является повышенная коррозия как самих электродов, так и стальных элементов других конструкций, расположенных в непосредственной близости от них.

На кафедре практической подготовки студентов Белорусского государственного аграрного технического университета выполняются исследования эффективности применения гидролизованного полиакрилонитрила, в составе грунтозамещающей смеси для оптимизации электрофизических параметров контура заземления [8, 10–13].

Исследования проводимые [8] указывают на то, что замена части грунта в околоэлектродном пространстве данной смесью способно уменьшить сопротивление грунта. Снижение этого показателя связано с тем, что гидрогель связывает влагу в почве и не дает ей уходить. Связанная с гидрогелем вода не вымывает минеральные вещества из грунта. Исследования доказывают, что при введении в смесь углеродистых наполнителей и глины позволяет еще больше снижать сопротивление грунта. На рисунке 1 приведен график изменения сопротивления экспериментального контура заземления, подвергнутого обработке грунтозамещающей смеси на основе гидрогеля и графита. Для наглядности на этом же графике приведем и график сопротивления контрольного контура заземления [14].

Проведенные исследования показали то, что данный способ позволяет в несколько раз снизить сопротивление контура заземления.

Снижение сопротивления грунта в месте монтажа заземляющих устройств позволяет повысить низкое электрическое сопротивление контура заземления в высокоомных грунтах и этим гарантировать более надежное функционирование электрических систем. Что

важно для систем, требующих стабильной электрической проводимости, таких как электроэнергетика, связь, промышленность и сельское хозяйство, что особенно важно для достижения продовольственной безопасности и конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции.

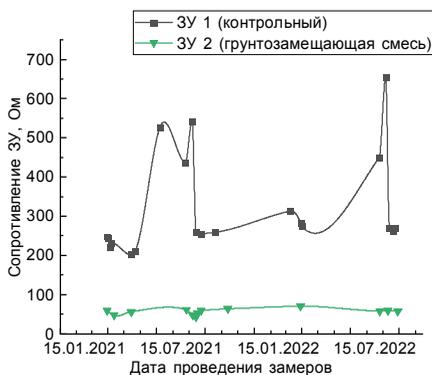


Рисунок 1 – Изменение сопротивления (Ом) контрольного (ЗУ1) и экспериментального (ЗУ2) контура заземления.

#### Список использованных источников

1. ТКП 538–2014 (02150) Защита сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током. Общие требования. – Минск: Минсельхозпрод, 2014. – 45 с.
2. ТКП 339-2022 (33240) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемосдаточных испытаний – Введ. 20.12.2022. – Минск: Мин. энергетики республики Беларусь, 2022. – 593с.
3. СН 4.04.03-2020 Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций. – Введ. 21.04.2021. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 161с.
4. Веденева Л.М., Чудинов А.В. Исследование влияния основных свойств грунта на сопротивление заземляющих устройств // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2017. – Т. 16, № 1. – С. 89–100.

5. IEEE Std 142 -2007 IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems. – Approved 7 June 2007. 225 p.

6. Zhuang Chi-jie, Zeng Rong, Zhang Bo, et al. Grounding system design method in high soil resistivity regions [J]. High Voltage Engineering. 2008, 34(5):893–897.

7. The influence of seasonal soil moisture on the behavior of soil resistivity and power distribution grounding systems / L. Coelho Vilson, A. Piantini, A.D. Almaguer Hugo, A. Coelho Rafael, C. Boaventura Wallace do, S. Paulino Jose Osvaldo // In The Lightning Flash and Lightning Protection (SIPDA 2013). Electric Power Systems Research. 2015. January. Vol. 118. P. 76–82.

8. Драко М.А., Барайшук С.М., Павлович И.А. О разработке смеси на основе гидролизованного полиакрилонитрила для уменьшения удельного электрического сопротивления грунта // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 23 (1), 80–92.

9. Грибанов, А.Н. Бипрон –заземление электроустановок / А.Н. Грибанов // Экспозиция Нефть Газ. 2016. С. 72–75.

10. С.М. Барайшук, И.А. Павлович, М.Х. Муродов, Х. Абдулхаев, А.Н. Скрипко Снижение сопротивления заземляющих устройств применением обработки грунта неагрессивными к материалу заземлителя стабилизирующими влажностью добавками // Агропанорама.– 2021. – №5(147).– С. 28–33.

11. 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. – С. 87–93.

12. И.А. Павлович, Снижение электрического сопротивления заземляющих устройств применением грунтозамещающей смеси на основе графита и гидрогеля для стабилизации электрофизических параметров грунта / И.А. Павлович, С.М. Барайшук // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2023. – Т. 66. – № 4. – С. 322–332

13. Смесь для снижения переходного сопротивления электрод-грунт: пат. ВУ 24181 / С.М. Барайшук, И.А. Павлович. – Оpubл. 28.02.2024.

14. Способ снижения сезонных изменений сопротивления заземляющих устройств [Текст] / С.М. Барайшук [и др.] // Агропанорама. – 2023. – N 6. – С. 19–25.