

Оптимизация параметров и режимов работы электроконтактного дератизатора для защиты объектов АПК от крыс

О.С. Суринский, к.т.н., А.В. Козлов, ст. преподаватель, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Электрическая дератизация — одна из наиболее перспективных совокупностей устройств для борьбы с грызунами. Представляет собой электрошоковую систему, предназначенную для защиты зданий, помещений и т.д. от грызунов путём воздействия на них высоковольтными импульсами электрического тока, который возникает при приближении грызунов на определённое расстояние к электродной системе [1–3].

Вопросы оптимизации параметров и режимов работы электроконтактного дератизатора для защиты объектов АПК от крыс являются актуальными. Предшествующим материалом послужил патент № 93627 на полезную модель «Устройство для уничтожения грызунов» от 21 декабря 2009 г. [4].

Материал и методы исследования. В настоящем исследовании предложена разработка электроконтактного устройства для дератизации на объектах АПК и других отраслей, где обитает большое количество грызунов, способных распространять различные заболевания, приносить вред производственному процессу.

Цель исследования — определение конструкции, позволяющей максимально надёжно обеспечить защиту объектов АПК от проникновения грызунов.

В задачи исследования входило:

- разработка методики расчёта конструктивных параметров электродератизатора как источника импульсов высокого напряжения для борьбы с грызунами;

- разработка вариантов технических решений при создании электродератизатора;

- установление взаимосвязи между конструктивными и технологическими параметрами электродератизатора;

- проверка устойчивости электродератизатора к возникновению электрических пробоев в межэлектродном промежутке;

- оценка эффективности работы электродератизатора в качестве составляющей системы защиты объектов АПК от грызунов [5, 6].

Комплект устройства состоит из трёх частей (систем): 1) система клетки и бункера-приёмника; 2) система источника ИВН и датчиков; 3) система наклонной плоскости (токопроводящей) и приманки [2, 4, 7].

Устройство состоит из токопроводящей сети, которая подключена к генератору электрических импульсов с датчиком ёмкости. На токопроводящей сети установлена кормушка, в которую помещается жидкий корм для грызунов. К кормушке подведено напряжение. Сеть изолируется диэлектрической прокладкой, чтобы защитить каркас конструкции, на которую устанавливается устройство, от пробоя электрическим током. К токопроводящей сети 1 подключён датчик ёмкости (рис. 1), реагирующей на изменение ёмкостной нагрузки, т.е. на изменение количества грызунов, расположившихся на сетке.

Вместо кормушки с кормом можно использовать оптическую приманку, принцип действия которой основан на излучении оптических излучений определённых световых волн.

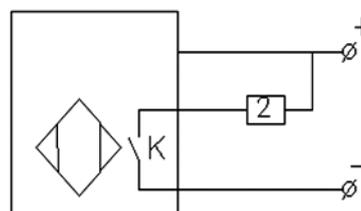


Рис. 1 — Принципиальная схема датчика ёмкости

Устройство работает следующим образом. В случае скопления грызунов на сети и потребления жидкого корма из кормушки срабатывает датчик ёмкости, замыкается электрическая цепь, и ток начинает протекать по пути от ротовой полости грызуна к телу, от тела к лапкам и от лапок к заземлённому проводу токопроводящей сети, т.е. грызунов бьёт током, и они погибают. Кормушка и устройство в целом изолированы от сети и других токопроводящих механизмов диэлектрическими пластинами. При поражении импульсным электрическим током грызуны скатываются по наклонной поверхности сети на шарнирную крышку и попадают в сборник [2, 4, 7].

Результаты исследования. Для определения угла наклона плоскости необходимо знать коэффициент трения крысы о металлическую поверхность, который составляет $k=0,4$. При проектировании наклонной поверхности необходимо определить её длину и угол наклона.

Основные исходные данные и расчётные формулы для проектирования наклонной плоскости:

m – масса тела, a – вектор ускорения, R – сила реакции (воздействия) опоры, $a_{св}$ – вектор ускорения свободного падения, $F_{тр}$ – сила трения.

– $a = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$ – при подъёме по наклонной плоскости и отсутствии дополнительных сил;

– $a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$ – при спуске с наклонной плоскости и отсутствии дополнительных сил; здесь μ – коэффициент трения тела о поверхность, α – угол наклона плоскости.

Предельным является случай, когда угол наклона плоскости равен 90° , т.е. тело падает, скользя по стене. В этом случае $\alpha = g$, т.е. сила трения никаким образом не влияет на тело, оно находится в свободном падении. Другим предельным случаем является ситуация, когда угол наклона плоскости равен нулю, т.е. плоскость параллельна земле; в этом случае тело не может двигаться без приложения внешней силы. Надо заметить, что, следуя из определения, в обеих ситуациях плоскость уже не будет являться наклонной – угол наклона не должен быть равен 90° или 0 [2, 4, 7].

Далее приведены все три возможные ситуации, в них: μ – коэффициент трения, α – угол наклона плоскости, β – критический угол:

1) или $\alpha < \beta$ – тело покоится;

2) или $\alpha = \beta$ – тело покоится или движется равномерно;

3) или $\alpha > \beta$ – тело движется равноускоренно.

В качестве диэлектрической прокладки планируется применить резину или стекло толщиной не менее 10 мм. Для обеспечения соскальзывания пораженного грызуна необходимо выполнение условия $T > F_{тр}$:

т.е. $m \cdot g \cdot \cos\alpha > k \cdot m \cdot g \cdot \sin\alpha$, преобразовав неравенство, получим $tg\alpha > k$;

т.е. $tg\alpha > 0,4$, следовательно, угол $\alpha > 21,8^\circ$ о принимаем $\alpha = 22^\circ$.

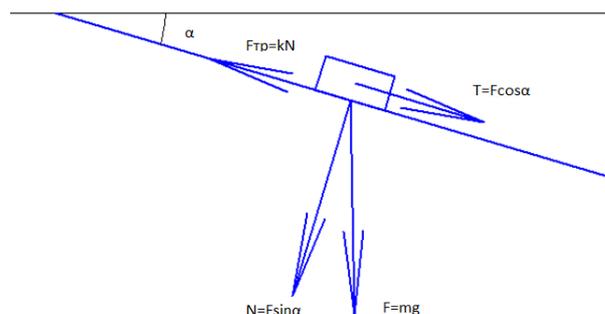


Рис. 2 – Изображение определения угла наклона наклонной поверхности [4, 7]

Сформулированы предложения к разработке и описанию принципа действия устройства для электродератизации. Для этого необходимо спроектировать схему электроснабжения и управления устройством. Основными техническими требованиями к устройству будут являться: напряжение токопроводящей сети 5–7 кВ; устройство подключается к системе электроснабжения на фазное напряжение 220 В, частота тока 50 Гц; в качестве реагирующего элемента на наличие грызуна в системе устройства для уничтожения грызунов будут применены либо ёмкостный датчик, либо система датчик движения – реле времени. Ниже будет представлена принципиальная схема с применением датчика движения и реле времени [2, 4, 7].

Изучив материалы научных опытов и экспериментов, были выявлены следующие данные:

– напряжение электрического тока, вызывающее летальный исход, равно 4–6 кВ;

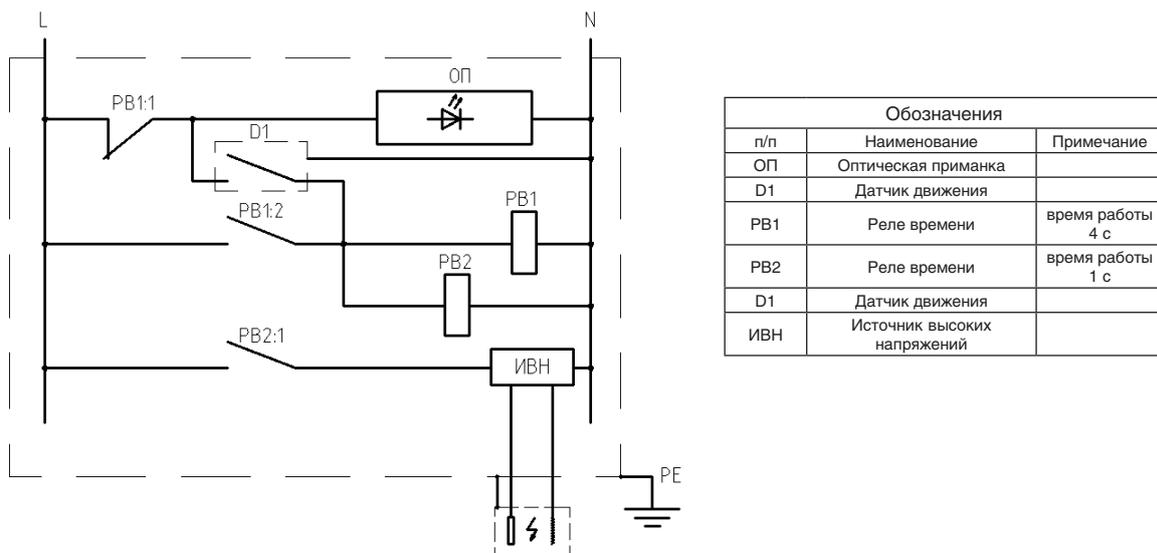
– свет, привлекающий грызунов – голубовато-зелёная часть спектра света;

– свет, не воспринимаемый глазом грызуна – красный.

Проанализировав результаты научных и лабораторных опытов, было принято решение о разработке устройства для уничтожения грызунов с возможностью применения оптической приманки. Данное устройство обладает огромным потенциалом, т.к. полностью автоматизировано, и для его работы необходима только электроэнергия.

Предлагаемая принципиальная схема электроснабжения и управления устройством для уничтожения грызунов представлена на рисунках 3 и 4.

При подаче напряжения на схему управления образуется цепь питания через нормально замкнутые контакты реле времени РВ1:1 оптическую приманку ОП, так же начинает работать датчик движения. При попадании грызуна в электродную систему (область действия оптической приманки) замыкаются нормально разомкнутые контакты оптического датчика D1, образуется цепь питания реле времени через нормально замкнутые контакты реле времени РВ1:1, замкнутые контакты оптического датчика D1 и катушку реле времени РВ1; в результате включения замыкаются контакты РВ1:1, разрывая цепь питания реле времени РВ1,



X

Рис. 3–Принципиальная схема электроснабжения и управления устройства для уничтожения грызунов [3, 8–10]

одновременно с этим замыкаются нормально-разомкнутые контакты реле времени PB1:2, образуя цепь питания реле времени PB1 и PB2. Замыкаются нормально разомкнутые контакты реле времени PB2:1, образуя цепь питания источника высоких напряжений ИВН, через электродную систему протекает ток высокого напряжения. Спустя 1 сек размыкаются контакты реле времени PB2:1, разрывая цепь питания источника высоких напряжений, через электродную систему не протекает ток. Спустя еще 3 сек размыкаются контакты реле времени PB1:2, разрывая цепь питания реле времени PB1 и PB2, одновременно с этим замыкаются нормально-разомкнутые контакты реле времени PB1:1, что приводит схему управления к первоначальному виду.

В качестве приманки рассматриваются два варианта: пища-приманка (корм) и оптическая приманка, основанная на работе светодиодов голубого, зелёного и серого цветов спектра видимых излучений.

На основании проведенных опытов и экспериментов были сделаны **выводы**:

1. Напряжение импульса электрического тока высокого напряжения, вызывающего летальный исход крыс, должно быть равно 4–6 кВ.

2. Для оптической приманки применимы импульсные светодиоды, представляющие голубовато-зелёную часть спектра видимых излучений.

3. Угол наклонной поверхности относительно горизонта составляет 25°.

Литература

1. Рыльников В.А. Средства и методы дератизации // Пест-контроль (Pestcontrol) в системе жизнеобеспечения человека: тез. доклад. конф. СПб., 2004. С. 1–7.
2. Михайлов П.М., Козлов А.В. Обоснование технологии и технических средств для отпугивания и уничтожения грызунов в АПК // Вестник Тюменской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 1 (4). С. 106–109.
3. Щербина А., Благий С. Микросхемные стабилизаторы серий 142, К 142, КР142 // Радио. 1990. № 8. С. 89–74.
4. Пат. на полезную модель № 93627 RU Устройство для уничтожения грызунов / Возмилов А.Г., Бахтырева Н.Г., Михайлов П.М., Козлов А.В., Максимов С.Н. / Заявл. 21.12.2009; Опубл. 10.05.2010.
5. Андреев Л.Н., Юркин В.В. Алгоритм работы системы частичной рециркуляции вентиляционного воздуха производственных помещений АПК // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (74). С. 131–134.
6. Савчук И.В. Описание и создание программы ЭВМ для расчёта основных конструктивных параметров видеосветоловушки / И.В. Савчук, Д.О. Суринский, В.С. Юдин [и др.] // Проблемы современной науки. 2017. № 28. С. 46–53.
7. Козлов А.В., Кизуров А.С. Исследования и разработка средств дератизации // Материалы всерос. конкурса на лучшую науч. раб. среди студентов, аспирантов и молодых учёных по агроинженерии, зоотехнии и техническим наукам вузов Министерства сельского хозяйства РФ. Саратов, 2011.
8. Аджиев Р.А., Картавцев Д.В. Микроконтроллеры. ARDUINO и IDE среда разработки // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. Т. 2. № 1 (4). С. 10–12.
9. STUDLAB.COM: Редактор блок-схем, диаграмм [Электронный ресурс]. URL: http://studlab.com/index/redaktor_blok_skhem/0-70 (дата обраш. 22.05.2019)
10. Программирование Ардуино | Аппаратная платформа Arduino [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.ru/Reference> (дата обраш. 22.05.2019)

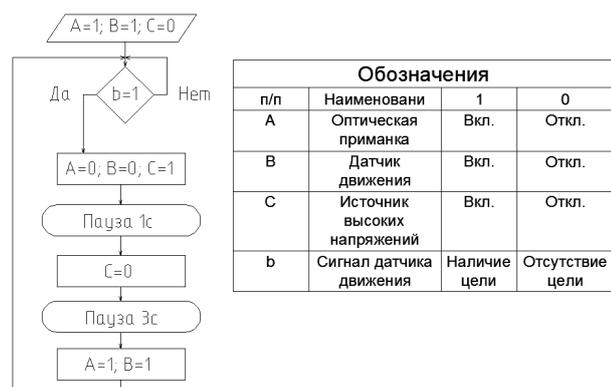


Рис. 4–Структурная схема управления устройством для уничтожения грызунов [2, 8–10]