

УДК 621.38

UDC 621.38

05.00.00 Технические науки

Engineering

**БЛОКИ ПИТАНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ ОЗОНА,
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ
ПРОИЗВОДСТВЕ****POWER SUPPLY UNITS OF OZONE
GENERATORS USED IN AGRICULTURAL
MANUFACTURING**

Шевченко Андрей Андреевич
к.т.н., доцент
SPIN-код: 3348-9421

Shevchenko Andrei Andreevich
Cand.Tech.Sci., Associate Professor,
SPIN-code: 3348-9421

Ефимкин Ярослав Сергеевич
студент
*ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Efimkin Yaroslav Sergeyeovich
student
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Многочисленные исследования, подтверждающие эффективность использования озонозооной смеси в различных областях сельскохозяйственного производства приводят к увеличению спроса на устройства генерирующие озон. С увеличением спроса возрастают и требования, предъявляемые к данным устройствам. Требования, предъявляемые заказчиками можно объединить в следующий ряд: мобильность, простота эксплуатации, способность плавного регулирования производительности. Решение поставленных задач является важной научно-технической задачей. В данной статье описываются возможные варианты блоков питания генераторов озона, и предлагается схема блока питания с возможностью регулировать: частоту, скважность и амплитуду сигнала поступающего на разрядный промежуток озонатора. Использование данной схемы позволит снизить массогабаритные показатели озонатора, тем самым повысив его мобильность, помимо этого появится возможность с достаточно высокой точностью регулировать его производительность и повысить коэффициент полезного действия. При необходимости с помощью предлагаемой схемы можно ввести генератор озона в режим электрического резонанса, что позволит получить максимальную производительность озонатора. Таким образом, озонатор, оснащенный предлагаемой схемой питания, можно будет использовать в различных технологических процессах одного и того же предприятия

Numerous studies confirming the effectiveness of the use of the ozone-air mixture in various fields of agricultural production lead to an increase in demand for devices that generate ozone. With the increase in demand, the requirements for these devices also increase. Requirements from customers can be combined in the following series: mobility, ease of operation, ability to smoothly control performance. The solution of these tasks is an important scientific and technical task. This article describes possible options for power supplies for ozone generators, and offers a power supply circuit with the ability to adjust the frequency, the duty cycle and the amplitude of the signal arriving at the discharge gap of the ozonizer. Using this scheme will reduce the mass-size indicators of the ozonizer, thereby increasing its mobility, in addition, it will be possible to accurately regulate its performance and improve efficiency. If necessary, with the help of the proposed scheme, it is possible to introduce the ozone generator into the electric resonance mode, which will allow obtaining the maximum productivity of the ozonator. Thus, the ozonizer, equipped with the proposed power scheme, can be used in various technological processes of the same enterprise

Ключевые слова: ГЕНЕРАТОР ОЗОНА, БЛОК ПИТАНИЯ, ПЛАВНАЯ РЕГУЛИРОВКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Keywords: OZONE GENERATOR, POWER SUPPLY, SMOOTH PERFORMANCE

Doi: 10.21515/1990-4665-130-008

В настоящее время значительно увеличилось количество технологических процессов, в которых применяются электроозонаторы. В

большинстве случаев использование озонаторов связано с дезинфекционными мероприятиями. Так озон используется для очистки питьевой воды, для дезинфекции сточных вод, для стерилизации производственного оборудования и т.д. [1, 5] Непосредственно в сельскохозяйственном производстве озоновоздушную смесь применяют для стимуляции ростовых процессов семенного материала, для очистки зерна от вредителей и вредоносных микроорганизмов [2]. Но применение электроозонаторов в производственных целях осложняется тем, что каждый технологический процесс обусловлен индивидуальными технологическими параметрами. То есть каждая технология требует соблюдения определенных концентраций озона в подаваемой смеси. Поэтому применять одно и то же устройство для разных целей невозможно, потому что известные электроозонаторы выпускаются с определенными характеристиками (производительность по озону, концентрация озона на выходе, скорость воздушного потока) изменить которые в процессе эксплуатации не представляется возможным [4].

Таким образом, создание универсального электроозонатора с возможностью регулирования выходных параметров остается актуальной научно-технической задачей. В связи с этим рассмотрим возможные варианты регулирования производительности озонатора.

Регулировать производительность пластинчатого электроозонатора, можно корректируя площадь разрядного промежутка, изменяя количество подключенных пластин. Данный способ является наиболее простым и малозатратным, но использование данного способа регулирования, при длительной работе озонатора, приводит к перегреву газоразрядного блока и как следствие к его разрушению [1]. Поэтому применять данный способ регулирования можно при непродолжительных режимах работы, что не всегда соответствует технологическим требованиям. Помимо этого необходимо отметить, что при данном способе регулирования

производительность будет изменяться ступенчато, то есть получаемые в этом случае концентрации не всегда будут соответствовать задаваемым технологическим параметрам.

Плавного регулирования выходных параметров электроозонатора можно добиться, изменяя параметры или конструкцию блока питания. Конструкция блока питания зависит от рода тока. Так при использовании синусоидального напряжения для питания генератора озона необходимо устанавливать повышающий трансформатор, например ТГ-1020К [2]. В этом случае генератор озона будет работать при одном уровне напряжения 10 кВ, что также не позволит производить регулирование выходных параметров, но если перед трансформатором установить ЛАТР то диапазон питающего напряжения составит 7-10 кВ, что в свою очередь позволит плавно изменять производительность электроозонатора. Но необходимо отметить, что эффективность применения трансформаторной схемы питания генератора озона на основе трансформатора ТГ-1020К, ограничивается уровнем выходного тока, который в номинальном режиме составляет 0,02 А, таким образом максимальная мощность генератора озона составит 200 ВА [6], что ограничивает его область применения. При использовании более мощных трансформаторов, например НОЛ.08-10, принцип регулирования остается прежним, но максимальная мощность озонатора возрастает до 630 ВА, что более приемлемо для применения в сельскохозяйственной сфере.

Описанные выше схемы не находят широкого применения у сельхозтоваропроизводителей, так как обладают низкой мобильностью и высокой стоимостью. Для увеличения мобильности генераторов озона в качестве источника питания используют импульсные блоки питания, основой которых является симисторный регулятор, работающий в паре с импульсным трансформатором. Один из примеров такой схемы приведен на рисунке 1.

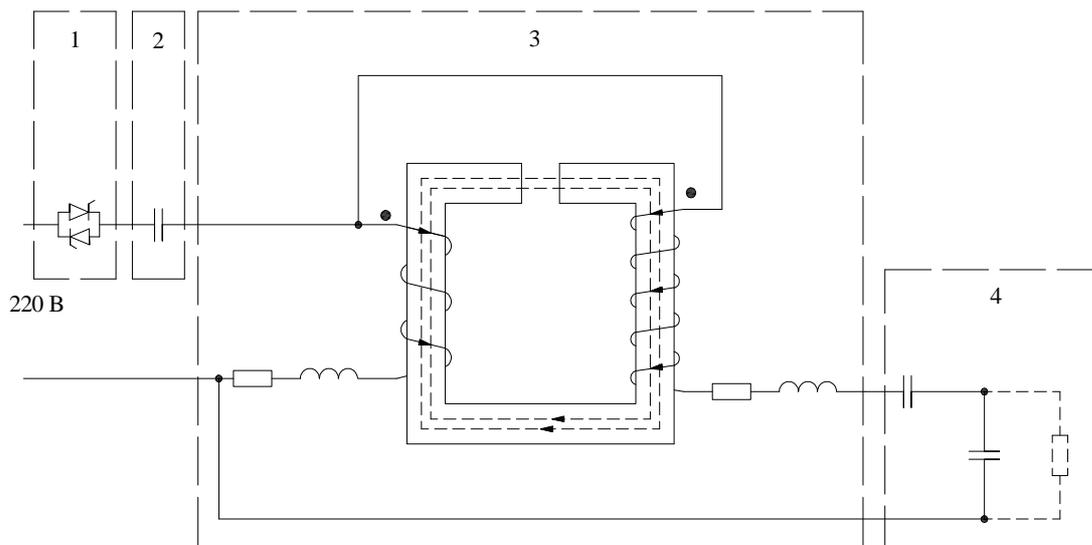


Рисунок 1 – Генератор озона с импульсным блоком питания

где 1 – симисторный регулятор; 2 – блок конденсаторов; 3 – импульсный трансформатор; 4 – схема замещения разрядного блока.

Принцип действия приведенной схемы состоит в следующем: при прохождении питающего сигнала, через симисторный регулятор 1 мы получаем пилообразные импульсы, форма которых представленные на рисунке 2.

Преобразованный сигнал поступает на батарею конденсаторов 2, при прохождении, через которые сигнал преобразуется, и на выходе конденсатора мы имеем форму сигнала, показанную на рисунке 3.

После чего сигнал поступает на импульсный трансформатор 3, где усиливается до напряжений 7-10 кВ, и поступает на генерирующий блок озонатора 4. Форма тока протекающего через генерирующий блок соответствует форме падения напряжения на активном сопротивлении, включенном последовательно с генерирующим блоком. Форма падения напряжения на активном сопротивлении показана на рисунке 4.

Проанализировав приведенную временную диаграмму (рисунок 4) можно сказать, что импульсы, возникающие каждые 10 мс (частота 100 Гц), соответствуют времени зажигания стримеров в газоразрядном промежутке, следовательно, схема позволяет управлять процессом производства озоноздушной смеси.

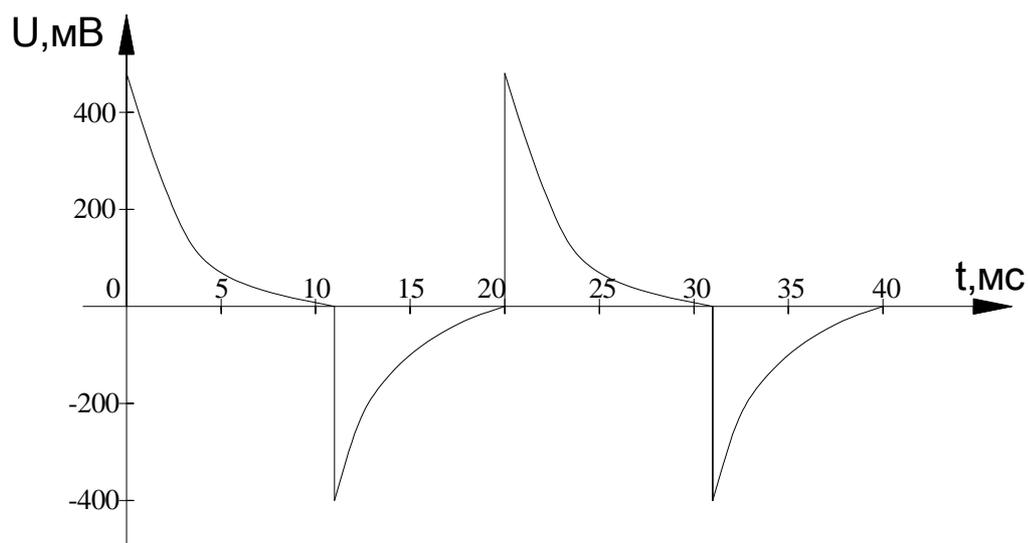


Рисунок 2 – Форма сигнала после симисторного регулятора

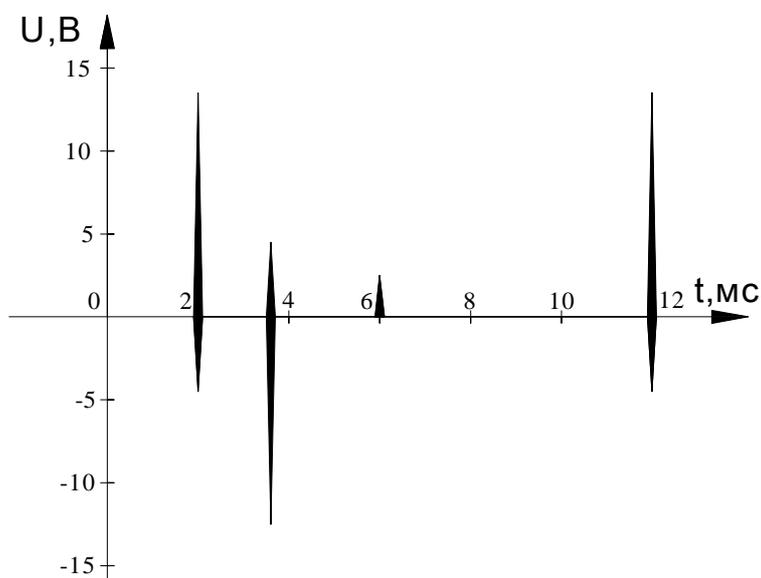


Рисунок 3 – Форма сигнала после конденсаторов

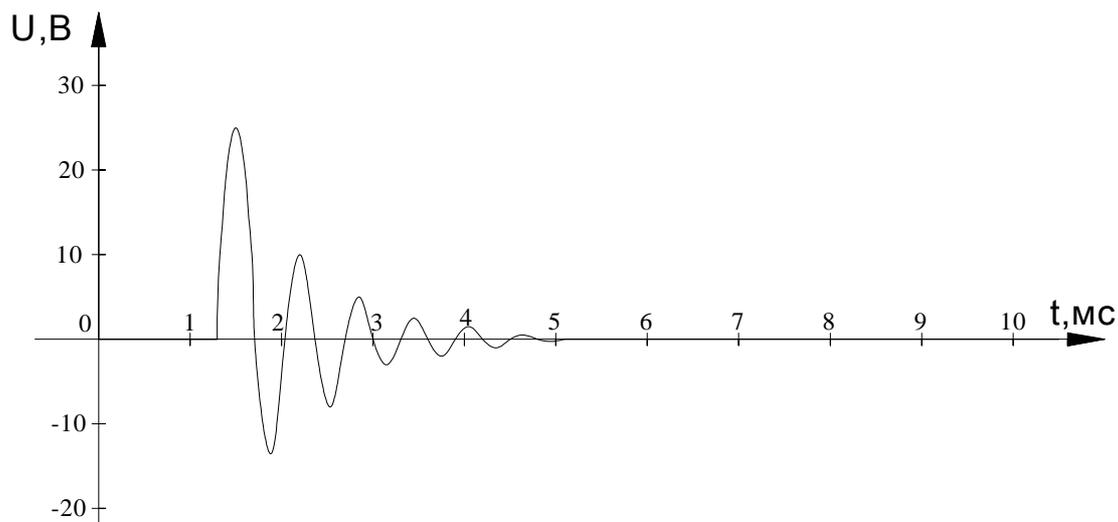


Рисунок 4 – Форма сигнала на зажимах разрядного блока

Таким образом, представленная схема позволяет снизить массогабаритные показатели блока питания как минимум в 2 раза, увеличить надежность работы блока питания генератора озона на 30%, и установить регулировку производительности от 40 до 80 % от номинальной.

Но необходимо отметить, что описанная выше схема не позволяет использовать весь ресурс мощности озонатора, а, следовательно, необходимо создать схему питания разрядным блоком с большим количеством регулируемых параметров. Поставленную задачу можно решить, если источник импульсного питания позволит одновременно регулировать частоту, скважность и амплитуду сигнала в большом диапазоне, что в свою очередь позволит добиваться более полного использования мощностей импульсного трансформатора. При определенных частотах генератор озона входит в режим электрического резонанса, что позволяет повысить производительность и КПД устройства. На основании вышесказанного нами разработана схема источника питания удовлетворяющая предъявленным требованиям.

Описание работы разработанной схемы источника питания электроозонатора, прежде всего, следует начать с пояснения работы микросхемы КР1006ВИ1. Её структурная схема представлена на рисунке 5.

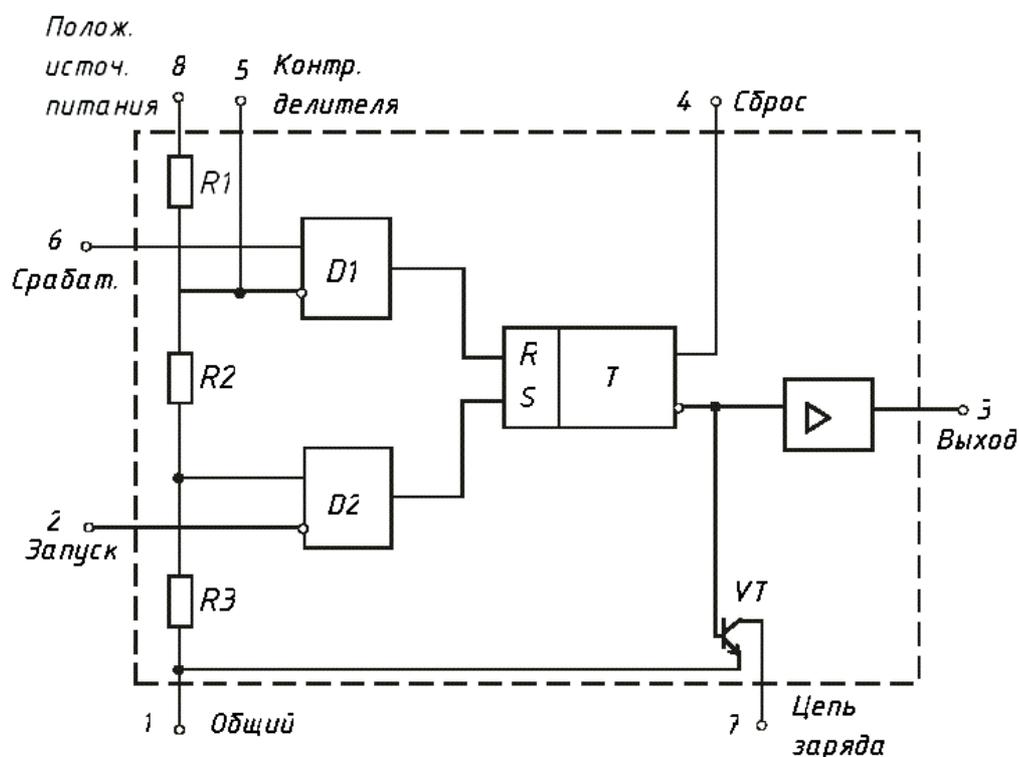


Рисунок 5 – Структурная схема таймера КР1006ВИ1

где $R1=R2=R3=5 \text{ кОм}$; D1, D2 – компараторы; Т – триггер

Таймер содержит два основных входа: вход запуска (вывод 2) и вход срабатывания (вывод 6). На этих входах производится сравнение внешних напряжений с опорными значениями, составляющими для указанных выводов соответственно $\frac{1}{3}U_{пит}$ и $\frac{2}{3}U_{пит}$.

Для создания автоколебательного генератора эти выводы соединяются между собой. Если на входе $U_{зап}$ (2) действует напряжение меньше $\frac{1}{3}U_{пит}$, это приводит к установке таймера в состояние, когда на выходе (3) имеется напряжение высокого уровня. При этом последующее

повышение напряжения на входе 2 до значения $\frac{1}{3}U_{umt}$ и выше не меняет состояния таймера. Когда на входе U_C (6) напряжение превышает $\frac{2}{3}U_{umt}$, срабатывает компаратор и сбрасывает триггер, а на выходе устанавливается напряжение низкого уровня, которое сохраняется при любых последующих изменениях напряжения на входе 6.

Транзистор VT служит для разрядки времязадающего конденсатора. При установлении на выходе 3 напряжения высокого уровня он открывается и соединяет конденсатор с общим выводом. Когда напряжение на времязадающем конденсаторе станет меньше $\frac{1}{3}U_{umt}$, транзистор закроется, и цикл работы генератора повторится.

С триггера выходной сигнал усиливается комплементарной парой транзисторов, что позволяет получить выходной ток до 100 мА.

Далее, сформированные автоколебательным генератором, импульсы прямоугольной формы через резистор $R4$ попадают в базу транзистора $VT1$. В данном транзисторе происходит усиление сигнала по току для того, чтобы ввести транзистор $VT2$ в режим насыщения.

При высоком уровне напряжения управляющего сигнала транзистор $VT2$ открывается и замыкает на общий провод катушку зажигания, которая другим выводом подключена к источнику постоянного напряжения +30 В. В этот момент через автомобильную катушку зажигания начинает течь ток и накапливаться энергия индуктивности. После отсечки транзистора и размыкания цепи питания катушки, благодаря энергии, запасённой в ней, за счёт ЭДС самоиндукции происходит резкий всплеск амплитуды ЭДС, что вызывает барьерный разряд в разрядном устройстве генератора озона. Резистором $R5$ осуществляется регулирование скважности за счёт изменения постоянной

времени заряда времязадающей цепи и, как следствие, частоты работы источника питания, что соответственно влечёт за собой регулирование производительности генератора озона.

Принципиальная схема разработанного блока питания представлена на рисунке 6 [3, 6].

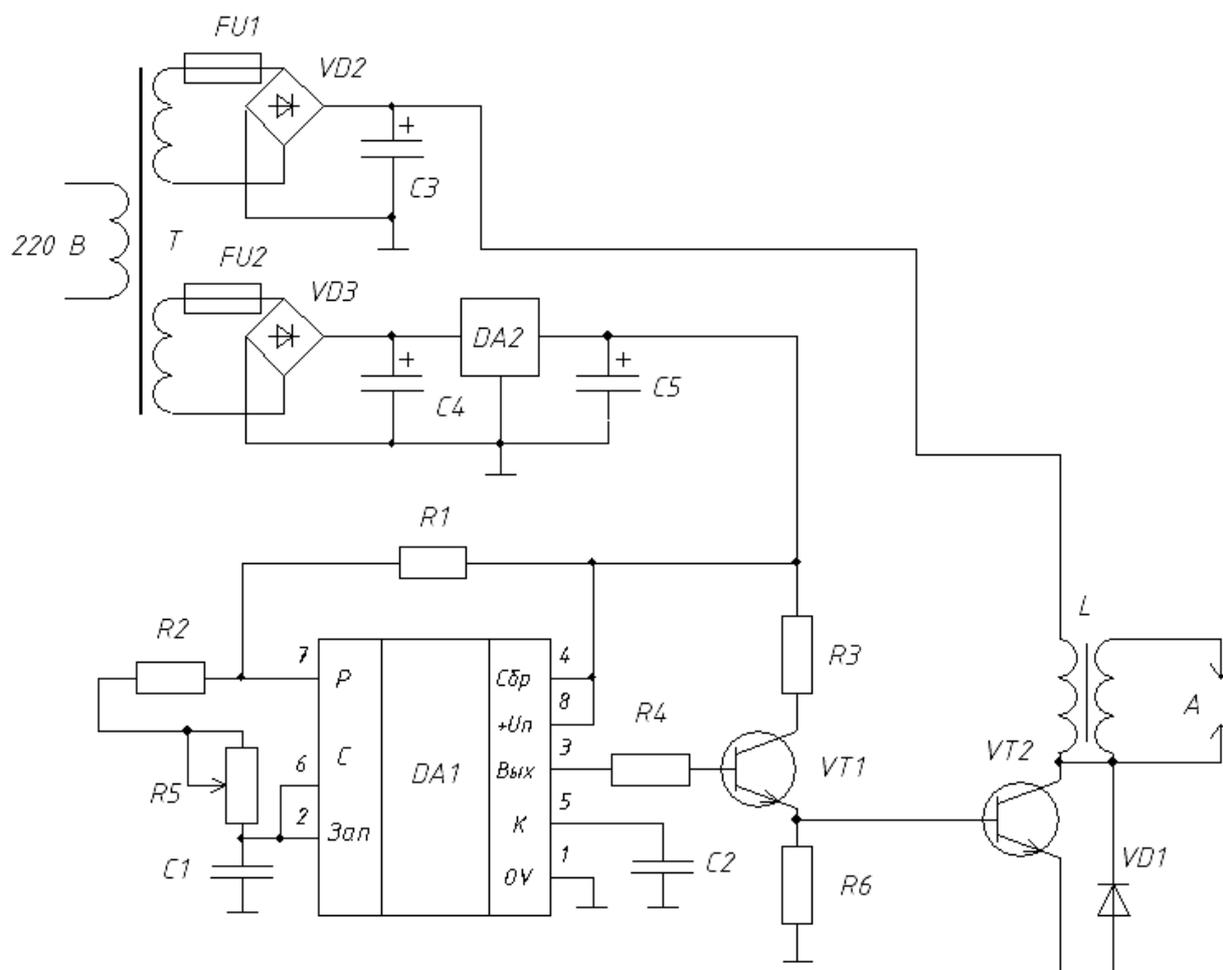


Рисунок 6 – Принципиальная электрическая схема источника питания электроозонатора

где Т – трансформатор ТА196-127/220; DA1 – таймер КР1006ВИ1; DA2 – стабилизатор напряжения КР142ЕН5А; VT1 – транзистор КТ972А; VT2 – транзистор КТ839А; C1 – конденсатор К73-17 68нФ; C2 – конденсатор К73-17 10нФ; C3 – конденсатор К50-16 4400x50В; C4 – конденсатор К50-16 2000x16В; C5 – конденсатор К50-16 100x16В;

R1 – резистор МЛТ0,125 22кОм; R2 – резистор МЛТ0,125 5,1кОм;
R3 – резистор 2LT5W 4.3 Ом; R4 – резистор МЛТ0,125 2,4кОм;
R5 – резистор СП4-1 0,5Вт 68кОм; R6 – резистор МЛТ0,125 1кОм;
VD1 – диод КД226А; VD2 – мостовой выпрямитель RS 607;
VD3 – мостовой выпрямитель КВР 210; FU1 – предохранитель 5А;
FU2 – предохранитель 1А; L – катушка зажигания БК117А.

Представленная схема позволяет в полном объеме использовать ресурсы генератора озона, а также производить плавную регулировку электрической мощности подаваемой на зажимы разрядного устройства, что в свою очередь обеспечивает плавное изменение производительности генератора озона. Использование данной схемы позволит применять генератор озона в технологических процессах имеющих различные требования к количеству подаваемой озонозооной смеси.

Литература

1. Григораш О.В. Установка для предпосевной обработки семян / О.В. Григораш, А.Е. Усков, С.Н. Бегдай, П.М. Харченко, И.А. Потапенко, Ю.М. Пертенко / патент на изобретение RUS 2457653 от 20.10.2010.
2. Нормов Д.А. Схема питания электроозонатора / Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, А.В. Квитко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №14. – С. 192-194.
3. Нормов Д.А. Генератор озона / Д.А. Нормов, А.А. Шевченко, А.В. Квитко, Е.А. Попов, Е.А. Федоренко / патент на изобретение RUS 2331577 от 28.02.2007.
4. Потапенко И.А. Устройство для предпосевной обработки семян / И.А. Потапенко, А.В. Богдан, Р.А. Амерханов, И.Г. Стрижков, Е.А. Ададунов, П.М. Харченко, А.В. Винников, К.А. Гарькавый, А.И. Чернышев / патент на изобретение RUS 2290775 от 25.07.2005.
5. Потапенко И.А. Устройство для обеззараживания навозных стоков / И.А. Потапенко, М.В. Лепетухин, К.В. Перекопский, К.А. Гаркавый, П.М. Харченко / патент на изобретение RUS 2332827 от 20.02.2007
6. Шевченко А.А. Параметры электроозонирования для предпосевной обработки семян кукурузы / Шевченко А.А./ диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – 137 с.

References

1. Grigorash O.V. Ustanovka dlja predposevnoj obrabotki semjan / O.V. Grigorash, A.E. Uskov, S.N. Begdaj, P.M. Harchenko, I.A. Potapenko, Ju.M. Pertenko / patent na izobretenie RUS 2457653 ot 20.10.2010.

2. Normov D.A. Shema pitaniya jelektroozonatora /D.A. Normov, A.A. Shevchenko, A.V. Kvitko // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №14. – S. 192-194.

3. Normov D.A. Generator ozona / D.A. Normov, A.A. Shevchenko, A.V. Kvitko, E.A. Popov, E.A. Fedorenko / patent na izobrenie RUS 2331577 ot 28.02.2007.

4. Potapenko I.A. Ustrojstvo dlja predposevnoj obrabotki semjan / I.A. Potapenko, A.V. Bogdan, R.A. Amerhanov, I.G. Strizhkov, E.A. Adadurov, P.M. Harchenko, A.V. Vinnikov, K.A. Gar'kavyj, A.I. Chernyshev / patent na izobrenie RUS 2290775 ot 25.07.2005.

5. Potapenko I.A. Ustrojstvo dlja obezzarzhivaniya navoznyh stokov / I.A. Potapenko, M.V. Lepetuhin, K.V. Perekopskij, K.A. Garkavyj, P.M. Harchenko / patent na izobrenie RUS 2332827 ot 20.02.2007

6. Shevchenko A.A. Parametry jelektroozonirovanija dlja predposevnoj obrabotki semjan kukuruzy /Shevchenko A.A./ dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehničkih nauk. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – 137 s.