

газу споживачам. Розроблена структурна схема системи, за допомогою якої отримані аналітичні вирази перехідних процесів залежно від подачі на неї вхідних і вихідних сигналів. Використання запропонованої методики дозволить розробляти і досліджувати нові та модернізувати наявні в експлуатації САРТ в ресивері компресорних установок. Застосування компресорних установок із запропонованою САРТ підвищить їх ефективність з усуненням вказаних недоліків.

Список використаних джерел

1. Черкасский В.М., Романов Т.М., Кауль Р.А. Насосы, компрессоры, вентиляторы. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 264 с.
2. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. – М.: Энергия, 1977. – 422 с.
3. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.
4. Крутов В.И. Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 615 с.
5. Кожевников С.Н., Есипенко Я.Н., Раскин Я.М. Механизмы. Справочник. Изд. 4-е, перераб. и доп. Под ред. С.Н. Кожевникова. – М.: Машиностроение, 1976. – 784 с.
6. Гузенков П.Г. Детали машин. 4-е изд. – М.: Высшая школа, 1986. – 360 с.
7. Власов-Власюк О.Б. Экспериментальные методы в автоматике. – М.: Машиностроение, 1969. – 412 с.
8. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория автоматического регулирования. – М.: Наука, 1975. – 768 с.
9. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике /для научных работников/. – М.: Наука, 1970. – 720 с.

***Аннотация.** Приведена конструктивная схема и описана работа системы автоматического регулирования давления в компрессорной установке, а также результаты ее теоретических исследований. Представлены аналитические выражения, описывающие переходные процессы системы.*

***Ключевые слова:** компрессор, ресивер, датчик давления, сильфон, гибкая пневмолиния, дууплечий рычаг, стрелка указателя давления, шкала, перепускной кран, подвижный фланец.*

***Annotation.** Illustration was made of a construction diagram; operation of pressure control system in a compressor air reservoir was described, as well as theoretical results. Analytical forms and descriptive system transition processes were represented.*

***Key words:** compressor, air reservoir, pressure indicator, bonnet, flexible air line, double-arm lever, pressure indicating pointer, scale, relief cock, movable flange.*

УДК 621.374

О.А. Оленюк, аспірант Харківського національного технічного університету сільськогосподарства ім. П. Василенка

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПІВПРОВІДНИКОВОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

Представлені дослідження енергетичних і спектральних характеристик діодного генератора для передпосівної обробки насіння електромагнітним випромінюванням КВЧ (крайвисокочастотного) діапазону.

***Ключові слова:** передпосівна обробка насіння; електромагнітне випромінювання; крайвисокочастотний діапазон; характеристики діодного генератора.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Дослідження по впливу електромагнітного поля КВЧ діапазону на

насіння культурних рослин показують, що вони можуть стимулювати ріст і розвиток рослин [1]. Для промислових цілей, пов'язаних з передпосівною обробкою насіння в безперервному потоці, необхідні діодні генератори в КВЧ діапазоні з вихідною потужністю до 2 Вт і відносною нестабільністю частоти $10^{-6} \dots 10^{-7}$.

У даний час для генерування і посилення електромагнітних коливань в КВЧ діапазоні довжин хвиль застосовуються електровакуумні прилади ЛБХ, ЛЗХ, клінорони, клістриони і магнетрони [2, 3]. Проведений аналіз показує, що пристроям з електровакуумних приладів притаманні суттєві недоліки: великі об'ємно-масові характеристики, високовольтні джерела живлення, системи рідинного і повітряного охолодження, нестабільність частоти в межах 10^{-3} .

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Аналіз сучасної напівпровідникової техніки показує, що в КВЧ діапазоні широке застосування знаходять напівпровідникові генератори на лавинно-пролітних діодах (ЛПД), які за більшістю електричних (малі напруги і струми) і експлуатаційних параметрів (габарити, вага, надійність) перевершують електровакуумні прилади від 30 до 300 ГГц [2...4]. Експлуатаційні характеристики генераторів на ЛПД (вихідна потужність, частота, ККД, діапазон перестроювання, стабільність частоти, якість спектра), а також режим роботи залежать не тільки від параметрів ЛПД, але й типу резонансної системи [4]. Для отримання потужності величиною 2000...3000 мВт в діапазоні частот 50...300 ГГц в генераторі на ЛПД необхідно використовувати метод складання потужностей на єдине навантаження, в якості якого слід застосовувати електродинамічні системи квазіоптичного типу.

Формулювання цілей статті. Метою статті є експериментальні дослідження енергетичних і спектральних характеристик діодного генератора в КВЧ діапазоні довжин хвиль.

Виклад основного матеріалу дослідження. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження показали, що для передпосівної обробки насіння цукрових буряків низькоенергетичним електромагнітним випромінюванням необхідні джерела з параметрами: частота – 72...76 ГГц; вихідна потужність – 1,5...1,6 Вт; відносна нестабільність частоти – $10^{-6} \dots 10^{-7}$. Отримання такої потужності можливо на шести діодах типу 2A762A шляхом підсумовування їх потужності на основі відкритого бочкоподібного резонатора.

На рис. 1 показана конструкція шестидіодного генератора на ЛПД з відкритим бочкоподібним резонатором (ВБР).

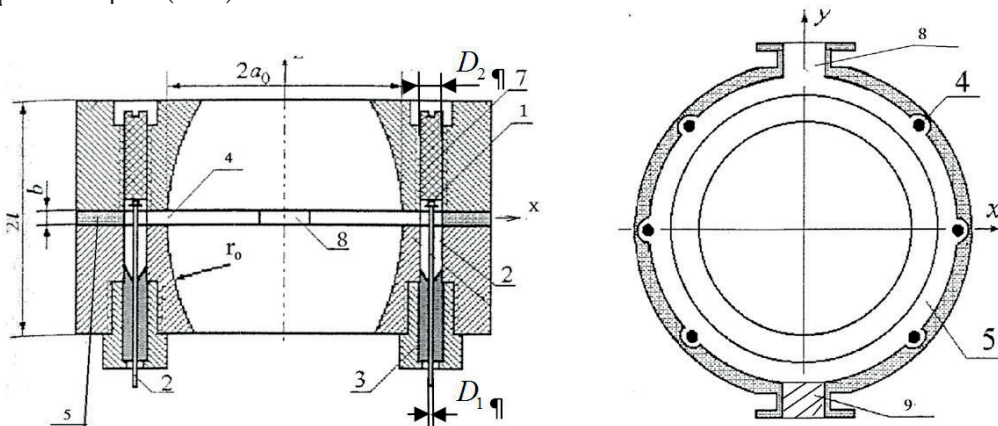


Рис. 1. Конструкція шестидіодного генератора міліметрового діапазону.

Відкритий бочкоподібний резонатор з геометричними параметрами $a_0 = 20$ мм, $r_0 = 120$ мм, $L = 20$ мм виготовлений з латуні і складається з двох половин. Знімне кільце (5) затиснуте між ними. Зміни розмірів кільця дозволяють змінювати ширину a і висоту b хвилеводного поглиблення в центральній площині ВБР. Вивід НВЧ-енергії з резонатора здійснюється за допомогою прямокутної щілини зв'язку (8) перерізом $3,6 \times 0,18$ мм. Струм живлення до кожного діоду підводився за допомогою низькоомного коаксіалу (6). Завдяки такій конструкції генератора вдалося здійснити роздільне живлення кожного діода і рівномірно розподілити теплове навантаження. У конструкції є декілька відрізків коаксіальних ліній (2), пов'язаних з поглибленням в резонаторі (4). У торці цих відрізків включаються діоди 2A762A (1). Відрізок

коаксіалу має поглинач (3), необхідний для усунення паразитних коливань. Узгодження імпедансів діодів з імпедансом коливальної системи ВБР здійснюється в діапазоні частот 72...76 ГГц шляхом переміщення діода мікрогвинтом (7) за рахунок зміни фази коефіцієнта стоячої хвилі в місці включення діодів. До діодів подаються струми живлення 12 В. Струми живлення створюють негативний опір в робочій точці вольт-амперної характеристики діода на робочій частоті 72...76 ГГц. Зміна частоти генератора в діапазоні 72...76 ГГц здійснюється зміною струму живлення на одному з діодів. У конструкції шестидіодного генератора були використані елементи з розмірами (рис. 1): $a_0 = 20$ мм, $r_0 = 120$ мм, $L = 20$ мм; радіус внутрішньої каустики $r_m = 9$ мм; координати зовнішньої каустики $Z_{q=1} = 5,7$ мм; $D_1 = 1$ мм; $D_2 = 1$ мм.

Структурна схема вимірювання основних точнісних характеристик (дискретність перестроювання, нестабільність частоти, ступінь придушення дискретних складових у спектрі вихідного сигналу) представлена на рис. 2.

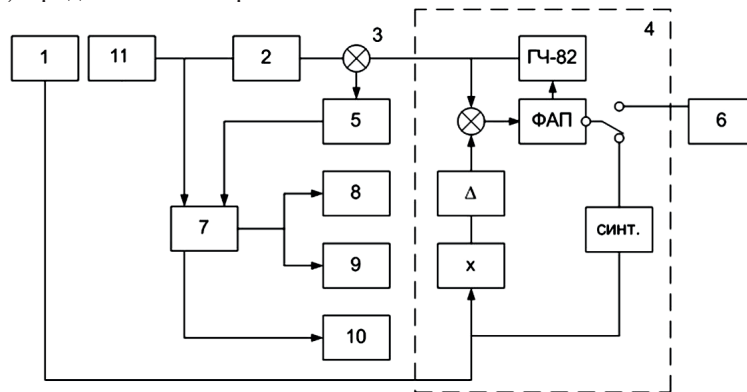


Рис. 2. Структурна схема стенду для дослідження ГЛПД з суматором на основі ВБР: 1 – високостабільний генератор 10 МГц (еталон);

2 – досліджуваний генератор; 3 – змішувач-помножувач; 4 – опорний генератор; 5 – ППЧ; 6 – синтезатор 4-31; 7 – компаратор фазовий Ч7-42; 8, 9 – аналізатори спектра СЧ-48 і СЧ-29; 10 – ЕЛЧ з ПЕОМ; 11 – вимірювач потужності.

На рис. 3 наведено ділянку спектра ВБР для діапазону частот 71...76 ГГц.

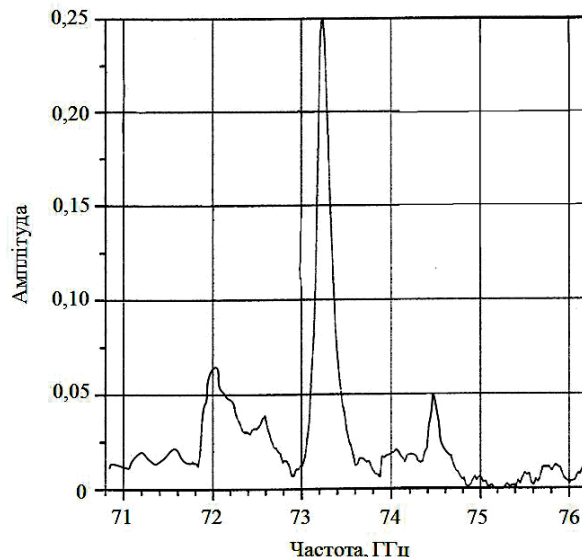


Рис. 3. Ділянки спектра ВБР

Як випливає з результатів вимірювання (рис. 3), основним типом коливань в даній резонансній системі є TM_{1531} , а однією резонансною частотою є частота 73,3 ГГц. Навантажена добротність такого коливання у ВБР, виміряна частотним методом на частоті 73,3 ГГц, становила 2000 одиниць. На рис. 4 наведена експериментальна залежність складання потужностей при кількості діодів $N = 6$.

Із залежності (рис. 4) видно відхилення сумарної потужності від лінійного закону і зростання втрат на додавання зі збільшенням. У даній конструкції чотирьохдіодного суматора потужності на частоті 73,3 ГГц отримана потужність 1575 мВт при ККД підсумовування $\eta = 80\%$.

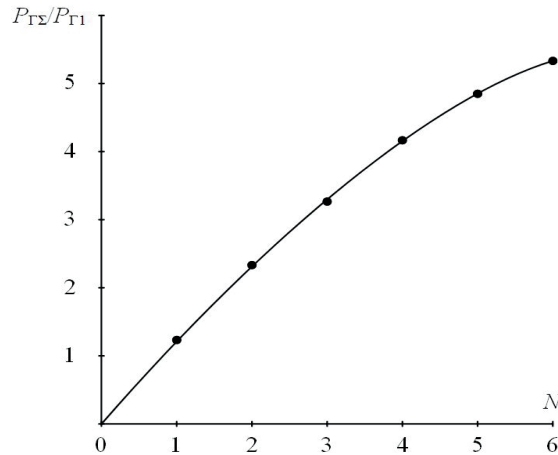


Рис. 4. Експериментальна характеристика складання потужностей ЛПД від числа діодів N : $P_{ГΣ}$ – сумарна потужність 6-ти секцій; $P_{Г1}$ – потужність однієї діодної секції.

Результати вимірювань відносної нестабільності частоти шестидіодного на ЛПД генератора представлені на рис. 5.

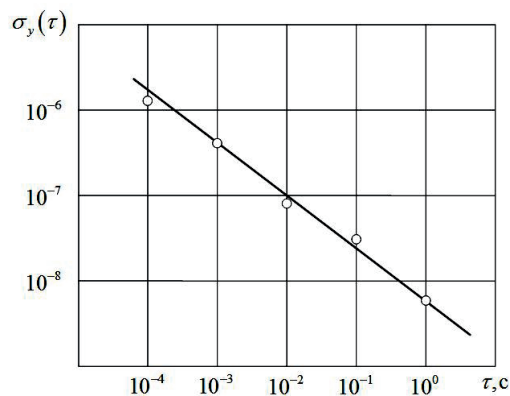


Рис. 5. Залежність відносної нестабільності частоти чотирьохдіодного на ЛПД генератора від часу вимірювання

Як впливає з отриманих результатів (рис. 5), короткочасна нестабільність частоти генератора становить 10^{-6} , довготривала – 10^{-9} , а ступінь заглушення дискретних складових у спектрі вихідного сигналу склала 48 дБ. Експериментальна перевірка електронної зміни частоти генерації наведена на рис. 6.

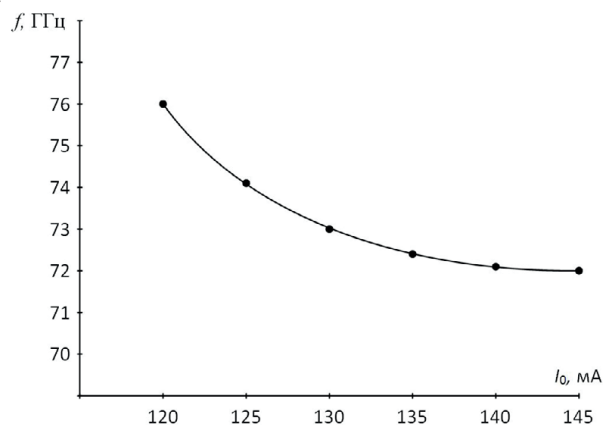


Рис. 6. Залежність електронного перестроювання частоти генератора від величини струму одного з діодів

Залежність електронного перестроювання частоти генератора показує, що крутизна електронного перестроювання становить 160 МГц/мА для діапазону частот 72...76 ГГц.

Висновки. Для передпосівної обробки насіння цукрових буряків слід використовувати діодний генератор з параметрами:

- діапазон робочих частот 72 ... 76 ГГц;
- короткочасна відносна нестабільність частоти 10^{-6} ;
- вихідна потужність 1570 мВт;
- крутизна електронного перестроювання 160 МГц/мА.

Список використаних джерел

1. Мікрохвильові технології в народному господарстві. Втілення. Проблеми. Перспективи: [Зб. наук. пр. / ред. акад. МАІ Калінін Л. Г.]. – Київ-Одеса, 2002. – Вип. 4. – 220 с.
2. Parker R. Vacuum Electronics / R. Parker, R. Abrams, B. Danly, B. Levush // IEEE Transactions on MTT. – 2002. – V. 50, № 3. – P. 835-845.
3. Касаткин Л. В. Электровакуумные приборы диапазона миллиметровых волн / Л. В. Касаткин, В. П. Рукин, В. Д. Еремка и др. // – Севастополь: Вебер, 2007. – 252 с.
4. Касаткин Л. В. Полупроводниковые устройства диапазона миллиметровых волн / Л. В. Касаткин, В. Е. Чайка // – Севастополь: Вебер, 2006. – 319 с.

***Аннотация.** Представлены исследования энергетических и спектральных характеристик диодного генератора для предпосевной обработки семян электромагнитным излучением КВЧ диапазона.*

***Ключевые слова:** предпосевная обработка семян; электромагнитное излучение; крайневысокочастотный диапазон; характеристики диодного генератора.*

***Summary.** This paper presents studies of the energy and spectral characteristics of the diode generator for pre-treatment of seeds by EHF electromagnetic radiation.*

***Keywords:** seed dressing, electromagnetic radiation, the range of extremely, diode characteristics of the generator.*