

О.А. ЗАДОЯН, К.А. СУКИАСЯН

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЧИСТОТЫ ВНЕДРЕМОГО МАТЕРИАЛА В
ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗОНДА АТОМНО-СИЛОВОГО
МИКРОСКОПА**

Во время изготовления зонда атомно-силового микроскопа, в процессе внедрения ионов бора, для обеспечения чистоты внедряемого вещества определена зависимость радиуса крутизны движения ионов от приложенного ускоряющего напряжения при разных значениях вектора индукции магнитного поля.

Ключевые слова: атомно-силовой микроскоп, зонд, ионное внедрение, радиус крутизны.

O.A. ZADOYAN, K.A. SUQIASYAN

**ENSURING THE CLEANNES OF THE IMPLANTED MATERIAL IN
THE PROCESS OF MANUFACTURING THE NUCLEAR POWER
MICROSCOPE PROBE**

At manufacturing a nuclear power microscope probe, the dependence of the ion motion slope radius from the applied accelerating voltage for different values of the magnetic field vector has been determined in the process of boron ion implantation to provide the cleanliness of the implanted material.

Keywords: nuclear power microscope, probe, ion implantation, slope radius.

УДК 534.874.1

Г.Е. АЙВАЗЯН, А.А. ВАРДАНЯН

**ГЕНЕРАЦИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В
АТМОСФЕРЕ**

Проведена оценка возможности применения акустических генераторов противорадиовых установок типа “Зенит” для акустического зондирования атмосферы. Представлены параметры акустических волн на поверхности земли и по высоте в атмосферу.

Ключевые слова: акустическое зондирование, акустический генератор, волна, атмосфера.

Введение. В различных атмосферных приложениях существует потребность в разработке и использовании мощных акустических генераторов направленного действия, в частности, для акустического зондирования атмосферы.

Наиболее хорошо методически проработанным методом акустического зондирования атмосферы является акустическая локация, использующая явление объемного рассеяния звука на турбулентных неоднородностях скорости

ветра и температуры. Метод базируется на созданной в середине прошлого века теории распространения и рассеяния волн в локально однородной и изотропной турбулентной среде [1, 2].

Увеличение дальности и мощности действия систем акустического зондирования атмосферы требует создания генераторов мощных направленных звуковых пучков [3-5]. Это реализуется с помощью многоэлементных антенных решеток, состоящих из многих отдельных рупорных излучателей. Они могут быть достаточно компактными, по сравнению, например, с зеркально-параболическими и рупорными антеннами, и позволяют создавать мощное направленное излучение в широком диапазоне частот. Также на них можно осуществлять электронное сканирование лучом диаграммы направленности антенны или создавать многолучевые системы.

В данной работе проведена оценка возможности применения акустических генераторов противорадиолокационных установок типа “Зенит” для акустического зондирования атмосферы. С этой целью исследованы параметры акустических волн (амплитуды, формы, длительности), генерируемых установкой “Зенит”, и рассчитаны значения этих параметров на высоте в несколько километров.

Постановка эксперимента. Конструкция противорадиолокационных установок типа “Зенит” представлена на рис. 1 [6]. Генерация акустических волн необходимой мощности происходит посредством периодически повторяющихся взрывов смеси бутан-пропан 1 в объеме специальной камеры сгорания 2, имеющей форму воронки с направленным вертикально вверх открытым соплом 3. Количество инжектируемого газа подбирается таким образом, чтобы концентрация смеси оказалась в диапазоне взрывного горения (2,3...9,5% для пропана и 1,7...8,5% для бутана) и была близка к концентрации оптимального состава смеси, дающего максимальное давление взрыва (4,6% для пропана и 3,6% для бутана). Зажигание горючей смеси осуществляется с помощью автомобильной свечи зажигания 4, расположенной по оси камеры сгорания.

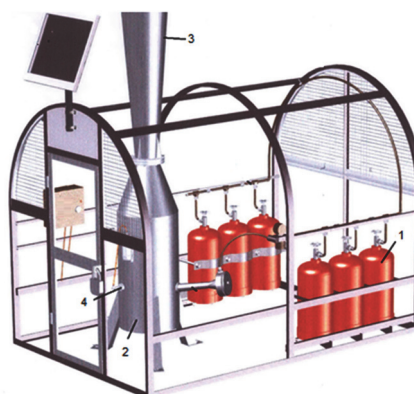


Рис. 1. Конструкция противорадиолокационных установок типа “Зенит”

Регистрация осциллограммы акустической волны производилась микрофонами как на поверхности земли на разных расстояниях от установки, так и на высоте 30 м. В качестве приемных микрофонов использовались акустические микрофоны фирмы “Brüel & Kjær”, способные регистрировать акустические сигналы в диапазоне частот от 2 Гц до 20 кГц. Каждый микрофон был снабжен специально разработанной усилительной схемой, включающей в себя повторитель, усилитель и фильтр с частотой среза 150 Гц. Чувствительность всего устройства составляла около 4 В/Па, что позволяло регистрировать крайне слабые акустические сигналы.

Результаты исследования. Характерный вид акустических сигналов на поверхности земли ($z=0$) непосредственно вблизи установки и на высоте $z=30$ м показан на рис. 2. Для удобства сравнения этих сигналов по форме и длительности их передние фронты совмещены во времени.

Как видно из рис. 2, положительная фаза сигнала в обоих случаях содержит резкий положительный скачок давления на ударном фронте сигнала. Однако для сигнала, зарегистрированного вблизи вертикальной оси истекающей струи газа ($z=30$ м), длительность положительной фазы заметно короче, а отрицательная фаза разрежения значительно длиннее, чем у сигнала на земле ($z=0$ м).

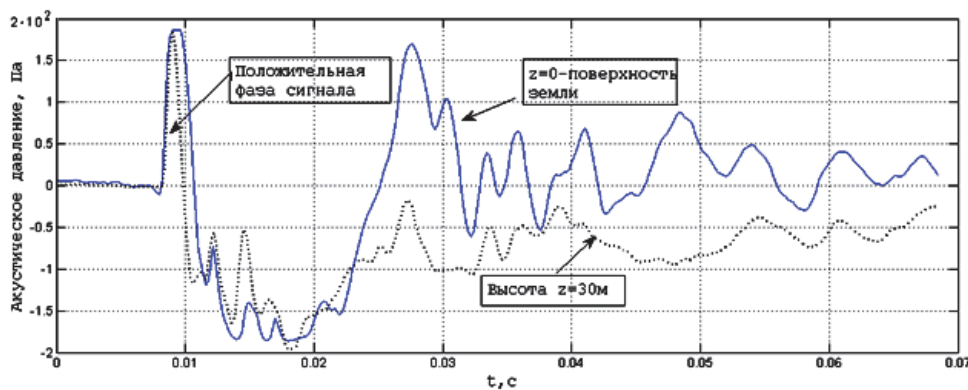


Рис. 2. Характерный вид акустических сигналов на поверхности земли и на высоте 30 м

По временной задержке между моментами прихода переднего фронта сигнала на различные микрофоны определялась скорость распространения этого фронта. Оценки этой скорости для разных сигналов дают значения в диапазоне 370...430 м/с, которые характерны для слабых ударных волн в воздухе с акустическим числом Маха $M=0,1$.

Характерный вид акустических сигналов на горизонтальных расстояниях 20 и 73 м представлен на рис. 3.

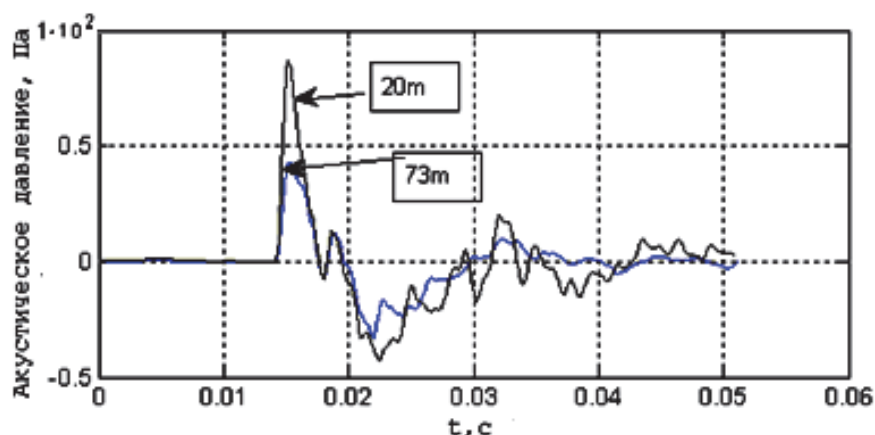


Рис. 3. Характерный вид акустических сигналов на горизонтальных расстояниях

Амплитуды и числа Маха акустических сигналов на горизонтальном расстоянии 20 м значительно ниже (соответственно 100 и 10^{-3} Па), чем у сигналов, принятых на высоте 30 м вблизи оси струи газа, истекающей из установки (рис. 2). Благодаря этому нелинейные эффекты для приземных сигналов проявляются слабо, и при дальнейшем почти линейном распространении вдоль поверхности земли от 20 до 73 м их амплитуда уменьшается главным образом из-за сферической расходимости акустической волны и поглощения ее энергии подстилающей поверхностью земли с конечным акустическим импедансом.

На основе результатов измерений оценим параметры акустических волн на высоте 2 км. Для положительной фазы импульса с ударным фронтом и амплитудой акустического давления P_m на сфере радиуса r_0 можно записать закон уменьшения амплитуды давления p на ударном фронте сферической волны с ростом расстояния r [7]:

$$p = P_m(r_0/r)F(r/r_0), \quad (1)$$

где $F(r/r_0) = 2[1 + (1 + 2Z_0 \ln(r/r_0))^{1/2}]^{-1}$ - функция r/r_0 , характеризующая ослабление амплитуды ударной волны из-за нелинейного поглощения энергии волны на ее фронте (дополнительное к сферическому ослаблению), зависящего от числа Маха M_m на расстоянии r_0 от сферического источника, $Z_0 = r_0/x_p$; $x_p = 1/(\varepsilon k_0 M_m)$ - расстояние образования ударного фронта в плоской гармонической волне с частотой ω и волновым числом $k_0 = \omega/c_0$, $\varepsilon = (\gamma + 1)/2$, γ - показатель адиабаты.

Расчеты по (1) показывают, что нелинейное ослабление $F(r/r_0)$ на расстоянии $r = 2$ км составит величину 0,46 при $M_m = 0,3$ и 0,64 при $M_m = 0,01$.

Таким образом, согласно (1) для $P_m = 3000$ и 1000 Па амплитуда давления на высоте 2 км составит величину $p = 14$ и $6,4$ Па соответственно.

Уменьшение амплитуды ударного (положительного) импульса длительностью τ_m сопровождается увеличением длительности τ с ростом расстояния r следующим образом [7]:

$$\tau = \tau_m e^{-1} [1 + (e - 1)(1 + 2Z_0 \ln(r/r_0))^{1/2}]. \quad (2)$$

При $M_m = 0,1$ это увеличение значительно, примерно в 2,2 раза, поэтому при начальной длительности $\tau_m = 2$ мс длительность положительной фазы сигнала τ на высоте 2 км составит примерно 4,3 мс. Заметим, что с ростом расстояния импульс сигнала (площадь положительной фазы) сохраняется: $p\tau r = \text{const}$. При относительно небольших амплитудах в 300 Па нелинейное ослабление мало и почти не меняет длительность τ .

Отметим, что полученные значения параметров акустических волн, генерируемых установкой “Зенит”, аналогичны параметрам детонационного генератора акустических импульсов [3]. Это свидетельствует о возможности использования генераторов противорадиолокационной установки для целей акустического зондирования внутренних гравитационных волн и других когерентных структур, особенно в атмосферном пограничном слое.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ГКН МОН РА и РФФИ (РФ) в рамках совместного научного проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Pichon A. Le, Blanc E., Nauchecorne A.** Infrasound monitoring for atmospheric studies. - N.Y.: Springer, 2010. - P. 629-646.
2. **Качурин Л.Г.** Физические основы воздействия на атмосферные процессы. - Л.: Гидрометеоздат, 1990. - 464 с.
3. **Перепелкин В.Г., Куличков С.Н., Чунгузов И.П., Кузнецов Р.Д.** Об опыте применения дистанционного акустического метода частичных отражений для исследования нижней тропосферы // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана.- 2011.- Т. 47, №1. - С. 1-15
4. **Shamanaeva L.G., Shamaev S.V.** Review of acoustic methods of sounding of the atmospheric boundary layer (1996-2006) // Proc. SPIE. - 2006. - V. 6522. - P. 12-25.
5. **Красненко Н.П., Кудрявцев А.Н., Раков Д.С., Стафеев П.Г.** Технические средства для исследования приземной атмосферы и распространения звуковых волн // Оптика атмосферы и океана. -2012. - Т. 25, № 2. - С. 158-164.
6. ՀՀ Գյուղի Արտոնագիր 2505А. Շարժիչ կանխման ակուստիկական գննելաոոր / **Ս.Ս. Շարճանյան**. -2010:
7. **Фридман В.Е.** Нелинейное распространение акустических импульсов от взрывных источников // В сб.: Нелинейная акустика. - Горький: Изд. ИПФ, 1980. - С. 68-97.

Գ.Ե. ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Ա.Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

ՁԱՅՆԱՅԻՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ ԳԵՆԵՐԱՑՈՒՄԸ ԵՎ ՏԱՐԱԾՈՒՄԸ ՄԹՆՈԼՈՐՏՈՒՄ

Գնահատվել է ՋԵՆԻԹ տիպի հակակարկտային սարքավորման գեներատորի կիրառման հնարավորությունը՝ մթնոլորտի ձայնային խորազննման համար: Ներկայացվել են գեներացված ձայնային ալիքների բնութագրերը Երկրի մակերևույթին և դեպի մթնոլորտ բարձրության վրա:

Առանցքային բառեր. ձայնային խորազննում, ձայնային գեներատոր, ալիք, մթնոլորտ:

G.Y. AYVAZYAN, A.A. VARDANYAN

GENERATION AND PROPAGATION OF ACOUSTIC WAVES IN THE ATMOSPHERE

The evaluation of possibility of using Zenith hail-suppression acoustic generators for the atmosphere acoustic sounding has been carried out. The parameters of the acoustic waves at the surface and at altitudes in the atmosphere are presented.

Keywords: acoustic sounding, acoustic generator, wave, atmosphere.

UDC 621.382.3

K.H. SAFARYAN

THE POWER DISTRIBUTION METHOD IN VLSI

Power distribution supplies the power and the ground voltages from pad pins to all circuits in a design. Shrinking device dimensions, faster switching frequency and increasing power consumption in nowadays technologies cause large switching currents to flow in the power and ground networks. Power-supply integrity verification is, therefore, an essential issue in high-performance designs. Due to the resistance of the interconnects constituting the network, there occurs a voltage drop across the network, commonly referred to as the IR drop. The IR drop is predominantly caused by the parasitic resistance of metal wires constituting the on-chip power distribution network.

As a solution the problems described below, a new power distribution method to decrease the IR drop effect in VLSI circuits is described.

Keywords: power distribution, static IR drop, current leakage, power grid, electro-migration, logic gate,

Introduction. In VLSI systems, power network distribution [1] becomes an important stage in small technological nodes. The trend of increasing the power and the clock frequency while reducing the power supply voltage causes the power supply network to experience larger di/dt noise. In modern deep-submicron technologies, the supply voltage variation greatly influences the delay of digital