

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Е. Эльпинер. Ультразвук, физико-химическое и биологическое действие, М., Изд-во физико-мат. литературы, 1963.
2. И. Е. Эльпинер, А. В. Сокольская. О синтезе веществ в насыщенной газом восстановительной атмосфере воды под действием ультразвуковых волн. Доклады АН СССР, 1958, 119, 1180.
3. Я. И. Френкель. Об электрических явлениях, связанных с кавитацией, обусловленной ультразвуковыми колебаниями в жидкости, 1940, 14, № 3, 305—308.
4. E. A. Neppiras, B. E. Noltingk. Cavitation produced by ultrasonics: theoretical conditions for the onset of cavitation, Proc. Phys. Soc., 1951, 64B, 384, 1032.

Институт биофизики АН СССР
Москва

Поступило в редакцию
2 марта 1964 г.

УДК 534.232

ПРОСТОЙ СТУПЕНЧАТЫЙ КОНЦЕНТРАТОР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ

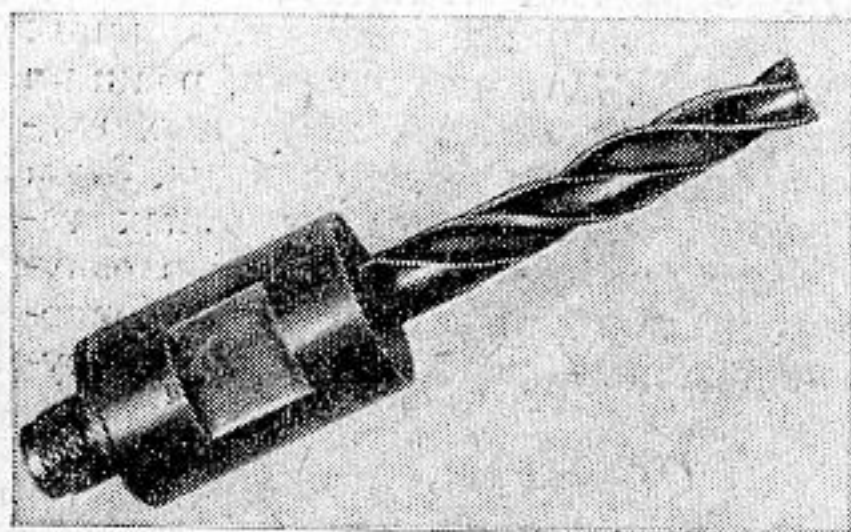
А. М. Мицкевич

В работе Сиротюка [1] предложена волноводная система, позволяющая преобразовать продольные ультразвуковые колебания в смешанные продольно-крутильные. Условием получения крутильной составляющей колебаний является наличие на второй ступени ступенчатого концентратора постепенно углубляющихся канавок. Канавки образуют спираль с плавно уменьшающимся шагом, так что у конца волновода они выходят под небольшими углами к торцу.

По-видимому, однако, существует более широкий класс волноводов, позволяющих получить крутильную составляющую колебаний на конце волновода, при возбуждении его продольными колебаниями. В частности условие, указанное в работе [1], — плавно меняющийся шаг спиральных канавок — не обязательно. Другими словами — эффект преобразования продольных колебаний в продольно-крутильные может быть получен и при постоянном шаге спиральных канавок. Для проверки этого предположения была сконструирована колебательная система, состоящая из отрезка обычного «одноручьевого» сверла, диаметром 15 мм, соединенного соосно с помощью прессовой посадки с четвертьволновым звеном, диаметром 40 мм, рассчитанным на частоту 20 кгц. В результате получился ступенчатый волновод с соотношением диаметров ступеней 2,6 (см. фиг. 1). Волновод возбуждался при помощи магнитострикционного вибратора ПМС-7, работающего от генератора УЗГ-2,5. При длине отрезка сверла $l_1 = 125$ мм резонансная частота волновода составляла 21,5 кгц, при $l_2 = 100$ мм — 15,6 кгц.

Для выяснения характера колебаний второй ступени волновода (сверло) производились абсолютные измерения амплитуд и направления колебаний вдоль волновода. При помощи горизонтального микроскопа с поворотной головкой для отсчета углов, измерялась величина и направление размытия освещенных точек поверхности

волновода. Оказалось, что вторая ступень волновода совершает продольные и крутильные колебания. Результаты измерений для $l_2 = 100$ мм приведены на фиг. 2 (где 1 — крутильные, 2 — продольные колебания, по оси ординат — амплитуда колебаний, по оси абсцисс — расстояние от свободного конца волновода). Из фигуры видно, что минимум крутильных колебаний находится на расстоянии приблизительно $\lambda_{\text{крут}}/4$ от свободного конца волновода. Свободный конец волновода (при $l_2 = 100$ мм) совершает продольно-крутильные колебания, с амплитудой крутильных колебаний 11 мк. Максимальная амплитуда крутильных колебаний, которую удалось получить на конце волновода, составила 15—18 мк, а продольных 10—11 мк. Таким

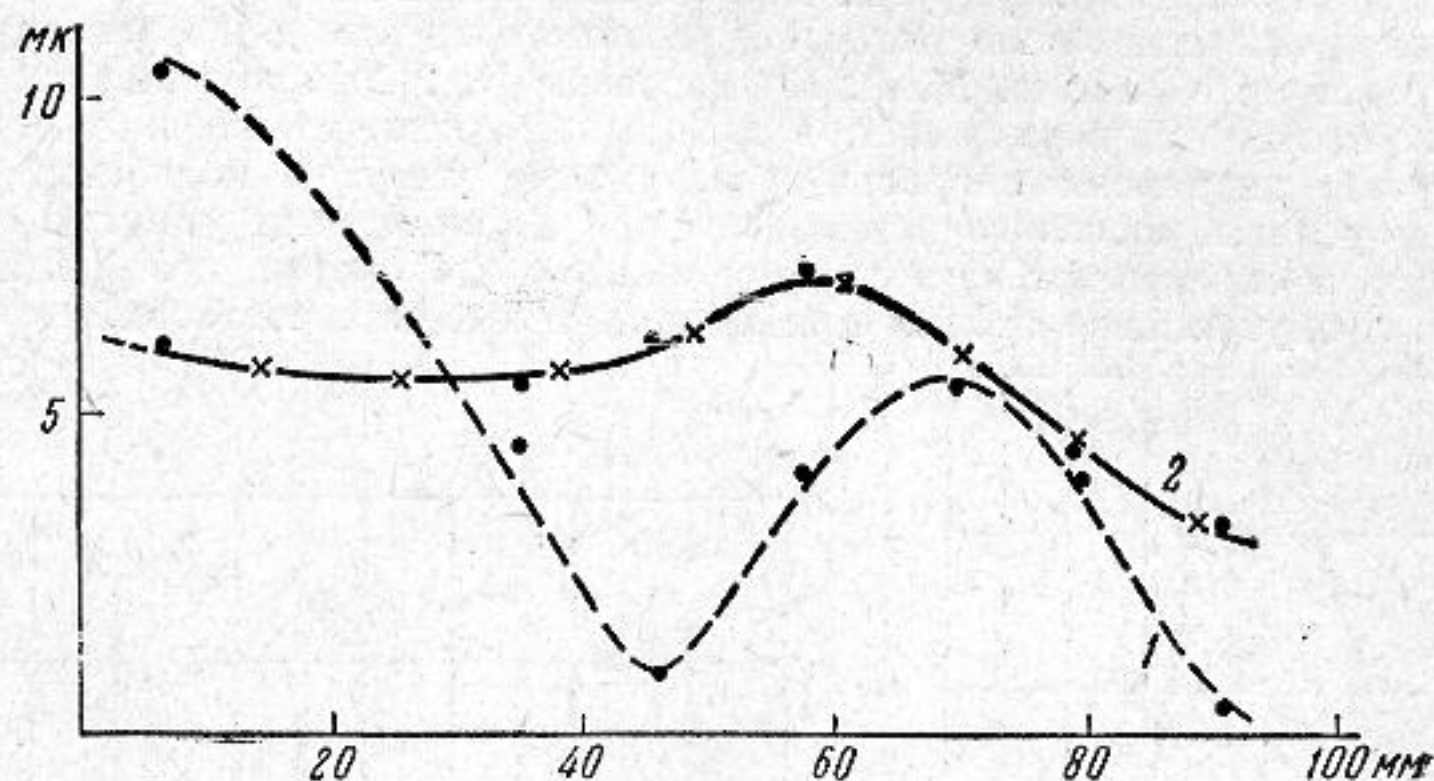


Фиг. 1

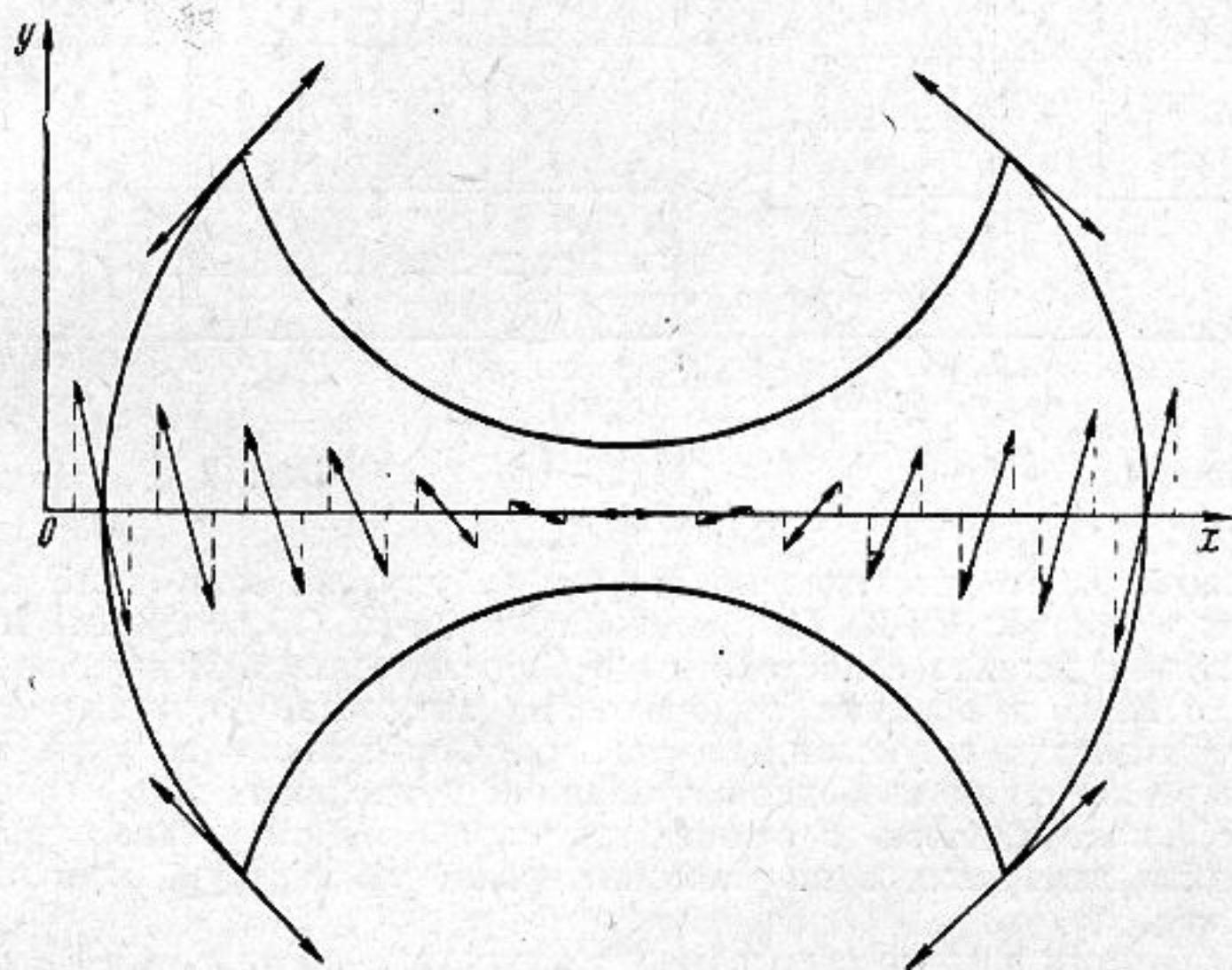
образом отношение амплитуд $A_{\text{крут}}/A_{\text{прод}} = 1,56$. Кроме того, было исследовано распределение колебаний на плоском торце волновода. Результаты этих измерений приведены на фиг. 3. В плоскости торца наблюдаются крутильные колебания, а также приблизительно равномерно распределенные по торцу колебания, направленные вдоль оси x . Последние колебания являются изгибными с максимальной амплитудой

4—5 мк. Появление изгибных колебаний, по-видимому, обусловлено недостаточной изгибной устойчивостью второго звена волновода.

При помощи описанного волновода (при $l_2 = 100$ мк) проверялась возможность сварки тонких металлических листов. Сваривался алюминий марки А1 толщиной 0,5 мм с алюминием марки А0 толщиной 0,085 мм. Время сварки составляло ~2—3 сек; усиление прижатия деталей друг к другу — несколько килограммов. В этих условиях материалы хорошо свариваются и проверочное разрушение сварных соединений происходит с вырывом по основному материалу (А0).



Фиг. 2



Фиг. 3

Описанная конструкция волновода обладает рядом достоинств. Она осесимметрична, позволяет получить довольно значительные амплитуды крутильных колебаний и проста в изготовлении. Такой волновод-инструмент может быть поставлен в любой станок для ультразвуковой обработки и применяться как для обработки отверстий, так и для сварки тонких металлических листов. Кроме того, он может быть применен в ультразвуковых сварочных «пистолетах».

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Г. Сиротюк. Превращение акустических продольных колебаний в сдвиговые или крутильные. Акуст. ж., 1959, 5, 2, 254.