

ной толщине экрана p дают максимальную эффективность экранирования, если зазор составляет примерно $1/3$ от толщины экрана p . Выигрыш, даваемый зазором, тем больше, чем толще экран. Так, при $p=1,3$ мм он почти незаметен, а при $p=25$ мм достигает 40 дБ. Эти теоретические кривые подтверждаются экспериментальной проверкой экранирования трансформатора одним, двумя и тремя пермалловыми цилиндрами с крышками в диапазоне частот 50—4000 Гц [14]. Примерно такие же результаты приведены в работе Кадена [1]

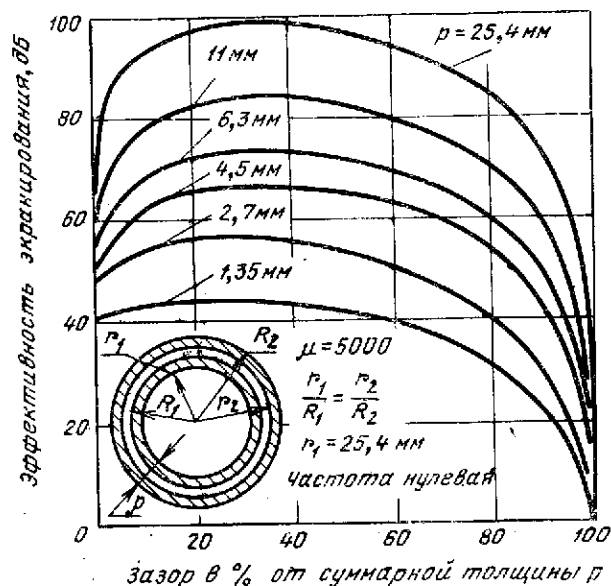


Рис. 2.30. Эффективность экранирования двумя концентрическими цилиндрами в зависимости от воздушного зазора.

для двухслойного сферического магнитостатического экрана с воздушным зазором.

Наилучший экранирующий эффект в диапазоне частот 3—100 кГц дает многослойный экран без воздушных зазоров, выполненный из разных металлов — ферромагнитного и неферромагнитного. Здесь возможны различные варианты: пермаллой — медь, пермаллой — медь — пермаллой, медь — пермаллой — медь, медь — сталь — медь и др. Повышение эффективности экранирования в этих случаях объясняется соответствующей фазой обратного действия отдельных слоев экрана друг на друга.

Такая конструкция экранов подробно разобрана в литературе [1, 14 и 25]. На рис. 2.31 даны результаты работ Кадена [1] по расчету трехслойного экрана медь — сталь — медь при суммарной толщине всех трех слоев 0,6 мм. Из кривых этого рисунка следует, что во всем диапазоне частот 1—100 кГц толщина каждого слоя 0,2 мм дает наибольший экранирующий эффект. Этот результат опротестован Гродневым и Сергейчуком [25], в работе которых (рис. 2.32)

показано, что максимальная эффективность экранирования, при тех же размерах слоев, получается на частоте 8 кГц. С повышением рабочей частоты оптимальное соотношение толщин слоев сдвигается в сторону увеличения толщины стального слоя при уменьшении толщины медных слоев. На частотах выше 100—200 кГц применение многослойных экранов теряет смысл, так как однослойный стальной экран дает достаточный экранирующий эффект.

Как указывают Гроднев и Сергейчук, причиной такого расхождения расчетов является то, что Каден не учитывает токов Фуко, возникающих в стальном слое, и полагает, что этот слой действует только за счет шунтирования магнитного поля. Действительно, по кривым Кадена (рис. 2.31) получается независимость эффективности

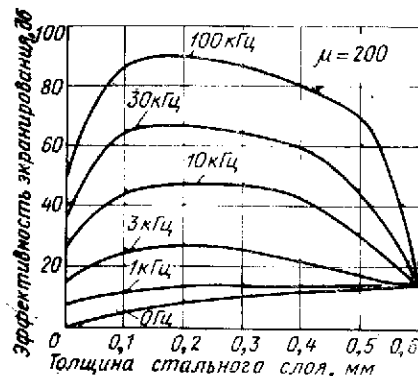


Рис. 2.31. Эффективность экранирования трехслойным экраном медь—сталь—медь при суммарной толщине $p=0,6$ мм в зависимости от толщины стального слоя (по Кадену).

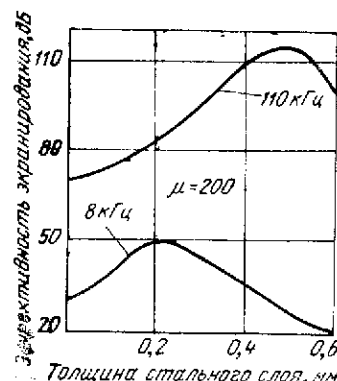


Рис. 2.32. Эффективность экранирования трехслойным экраном медь—сталь—медь при суммарной толщине $p=0,6$ мм в зависимости от толщины стального слоя (по Гродневу и Сергейчуку).

экранирования от частоты при толщине стального слоя 0,6 мм, т. е. при отсутствии медных слоев. Неверность такого результата видна в табл. 2.1, в которой дана глубина проникновения для стали при $\mu=200$. Из таблицы следует, что при изменении частоты от 1 до 100 кГц глубина проникновения уменьшается в 10 раз и что на частоте 100 кГц на глубине 0,16 мм плотность тока составляет всего 1% от тока, протекающего по поверхности.

В диапазоне более низких частот (50—500 Гц) хорошую эффективность экранирования 75—90 дБ можно получить [14], применив экран из двух пермалловых коробок с крышками и одной медной коробкой между ними при толщине стенок каждой коробки 0,8 мм.

При конструировании многослойных экранов необходимо учитывать различные функции, которые несут отдельные слои, располагая в них стыки так, чтобы они не снижали экранирующий эффект. Для этого в экранирующих оболочках из материала с высоким μ , действующих по принципу шунтирования магнитного потока, допустимы