**ГОСТ Р 50543-93**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КОНСТРУКЦИИ БАЗОВЫЕ НЕСУЩИЕ**

**СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

**И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ МЕТОДОМ ЭКРАНИРОВАНИЯ**

Издание официальное

**ГОССТАНДАРТ РОССИИ**

**Москва**

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации (ВНИИстандарт) Госстандарта России

2.УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН в ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 30.03.93 № 98

3.ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

**Содержание**

1

Область применения

2

Нормативные ссылки

3

Определения

4

Обозначения и сокращения

5

Общие требования

6

Характеристики

7

Требования к конструкции

8

Требования к элементам конструкции

8.1

Требования к соединениям

8.3

Требования к отверстиям

8.3

Требования к прокладкам

8.4

Требования к фильтрам

8.5

Требования к элементам заземления

9

Требования к материалам

10

Требования безопасности

Приложение А

Значения характеристик экранирования некоторых материалов

**ГОСТ Р 50543—93**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КОНСТРУКЦИИ БАЗОВЫЕ НЕСУЩИЕ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**Требования по обеспечению защиты информации и электромагнитной совместимости методом экранирования**

**Дата введения 1994—07— O1**

**1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Настоящий стандарт распространяется на базовые несущие конструкции 1, 2 и 3-го уровней средств вычислительной техники и устанавливает требования, к конструкции и ее элементам, материалам и покрытиям по обеспечению защиты информации и электромагнитной совместимости методом экранирования в диапазон частот 0,01—1000 МГц.

Требования стандарта должны применяться при проектировании, изготовлении и сертификации базовых несущих конструкций средств вычислительной техники и разработке нормативно-технической документации на них.

**Издание официальное**

**2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9.003 — 84 ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору.

ГОСТ 9.005 —72 ЕСЗКС. Машины, приборы и другие технические изделия. Допустимые и недопустимые контакты металлов. Общие требования.

ГОСТ В 20.39.308 — 75 КСОТТ. Аппаратура и приборы, устройства и оборудование военного назначения. Общие технические требования, методы контроля и испытаний. Конструктивно-технические требования.

ГОСТ 25861 — 83 Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний

ГОСТ 26632 — 85 Уровни разукрупнения радиоэлектронных средств по функционально-конструктивной сложности. Термины и определения.

ГОСТ 29339 — 92 Информационная технология. Защита информации от утечки за счет побочных электромагнитных излучений и наводок при ее обработке средствами вычислительной техники.

0бщие технические требования

**3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

В настоящем стандарте применяют следующие термины:

Экранирование — установление электромагнитного барьера как устройства или элемента конструкций между двумя участками, необходимого или для сохранения электромагнитного поля в определенной зоне, или для уменьшения внешнего воздействия электромагнитного поля на определенный участок схемы, аппаратуры, объекта.

Экран — устройство, элемент конструкции или совокупность элементов устройств, предназначенных для получения эффекта экранирования.

Эффективность экранирования — отношение уровня электромагнитного поля в некоторой точке пространства без экрана к уровню электромагнитного поля при наличии экрана. Показатели эффективности экранирования *К* вычисляют по формулам:

,

,

,

где *Н* (А/м), *Е* (В/м), *Р* (В-А/м) — соответственно напряженность магнитного *(Н),* электрического *(Е)* полей или плотность потока мощности *(Р)* в заданной точке при отсутствии экрана;

Но, Ео, Ро *—* то же при наличии экрана.

Корпус БНК — несущая конструкция соответствующего уровня, предназначенная для монтажа печатных узлов и других составных частей СВТ, органов регулировки и индикации.

Разъемные соединения — вид соединений, при котором соединяемые детали могут быть разъединены в процессе эксплуатации (соединения, образуемые с помощью замков, защелок, резьбы).

Запредельный волновод — волновод, образуемый отверстием в экране, когда глубина отверстия не менее чем в 3 раза больше максимального линейного размера его сечения (ширины, длины, диаметра и т. д.).

Базовая несущая конструкция первого уровня (БНК1) — по ГОСТ 26632.

Базовая несущая конструкция второго уровня (БНК2) — по ГОСТ 26632.

Базовая несущая конструкция третьего уровня (БНКЗ) — по ГОСТ 26632.

**4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ**

БНК - базовая несущая конструкция

БНК1 - БНК первого уровня

БНК2 - БНК второго уровня

БНК3 - БНК третьего уровня

БНК - средства вычислительной техники

СВТ - электромагнитная совместимость

НТД - нормативно-техническая документация

**5 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

5.1 БНК СВТ в защищенном исполнении должны быть изготовлены в соответствии с требованиями настоящего стандарта, ГОСТ 29339 и НТД, утвержденной в установленном порядке.

5.2 Снижение уровня электромагнитного излучения СВТ должно достигаться схемотехническими решениями, локальным экранированием источников излучения и экранированием БНК в целом.

Выбор конструктивно-технических решений по экранированию БНК СВТ должен являться составной частью мероприятий по защите информации и обеспечению ЭМС.

5.3 При проектировании и конструировании БНК СВТ в защищенном исполнении должен учитываться принцип равнопрочности, когда все элементы конструкции имеют одинаковую и заданную эффективность экранирования в заданном диапазоне частот.

Значения характеристик экранирования некоторых материалов приведены в приложении А.

5.4 Целесообразно разрабатывать, поставлять и аттестовывать унифицированные конструкции БНК СВТ с различной эффективностью экранирования, что позволяет существенно оптимизировать процесс их проектирования, изготовления и применения.

**6 ХАРАКТЕРИСТИКИ**

6.1 БНК СВТ в зависимости от эффективности экранирования подразделяют на классы 1 и 2.

Значения суммарных уровней подавления электромагнитных излучений (эффективность экранирования) при двухуровневом (ячейка—шкаф) или трехуровневом (ячейка—блок—шк. кр). построении БНК СВТ должны быть не менее указанных в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Диапазон частот, МГц

Эффективность экранирования, дБ, не менее

1 класс

2 класс

До 20

20-300

300—1000

30

60

90

20

30

40

6.2 Эффективность экранирования отдельно БНК1, БНК2 и БНКЗ при любом уровне построения СВТ устанавливают в НТД на БНК указанных уровней.

6.3 Эффективность экранирования с помощью БНК может быть обеспечена:

·  ·  типом, габаритами, геометрией, технологией сборки как самих БНК, так и дополнительных экранирующих элементов;

·  ·  выбором конструкционных, уплотняющих и изолирующих материалов, антикоррозионных токопроводящих покрытий;

·  ·  оптимизацией типов соединений элементов конструкции и технологии их выполнения;

·  ·  геометрией, размерами, расположением окон и отверстий в БНК.

6.4 При выборе конструкции БНК и уплотняющих прокладок необходимо учитывать влияние задаваемых уровней и временных характеристик факторов окружающей среды, требования к массе и габаритам СВТ.

**7 ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ**

7.1 Конструкция БНК СВТ в защищенном исполнении, применяемые материалы и соединения должны обеспечивать значения эффективности экранирования, установленные в действующей НТД на СВТ.

7.2 При проектировании БНК в защищенном исполнении должны учитываться;

·  ·  заданная эффективность экранирования;

·  ·  виды и уровни возможных излучений (электрическое, магнитное, электромагнитное, непрерывное, импульсное и т, д.), их амплитудно-частотные и временные характеристики, пути их распространения;

·  ·  виды элементов электронных схем; электронного оборудования. и электрических цепей, встраиваемых в БНК;

·  ·  необходимость отверстий, переходных контактов конструкционных соединений — стыков, спаев, уплотняющих прокладок, соединителей, способов заземления;

·  ·  функциональные, схемотехнические и архитектурные особенности построения СВТ, типы и трассировка электрических цепей и электросоединений;

·  ·  типу применяемых металлов, литья, отдельных материалов и конструктивных элементов;

·  ·  тип конструкции (вид отсеков), количество и тип фильтров и вид развязки отдельных блоков, размеры мест доступа, окон, вентиляционных каналов, тип и характеристики фильтров, используемых на отверстиях (включая вентиляционные каналы, входные люки, окна, отверстия для органов управления), а также тип и характеристики высокочастотных прокладок, используемых на всех внутренних и внешних соединяемых поверхностях.

7.3 Предпочтительной конструкцией БНК СВТ является цельнометаллическая или цельносварная из материала с хорошей электрической проводимостью и магнитной проницаемостью либо сборная конструкция с минимальным числом деталей.

7.4 В конструкции корпуса ВНК необходимо избегать зазоров и открытых отверстий.

Необходимо обеспечивать непрерывный электрический контакт вокруг входных люков, снимаемых панелей и соединяемых элементов конструкции БНК.

Величина переходного сопротивления между любыми двумя механически соединяемыми элементами конструкции (секция — дверца в закрытом состоянии, секция — секция, секция — труба или короб для кабелей, БНК — экранированный разъем, разъем — оплетка кабеля и т. д.) не должна превышать 600 мкОм.

7.5 Корпус БНК должен содержать три изолированных друг от друга клеммы для подключения схемной земли, нулевой фазы первичного источника питания при необходимости, элементов заземления корпуса.

Последняя клемма должна располагаться снаружи корпуса в удобном для визуального осмотра месте.

7.6 Использование БНК и экранов кабелей в качестве обратного провода как для сигнальных, так и силовых цепей не допускается.

7.7 В размещении монтажных проводов следует предусматривать полное разделение слаботочных цепей (управляющих и контрольных сигналов) и цепей питания.

7.8 Все экранированные кабели, проходящие через поверхность корпуса, должны оканчиваться на переходных экранированных разъемах, заземленных на экран.

Неэкранированные провода должны оканчиваться в экранированном фильтрующем отсеке.

7.9 Разделку экрана кабеля осуществляют таким образом, чтобы создавалась непрерывность экранирования в цепи корпус БНК — соединитель — экран кабеля.

Экраны кабелей для слаботочных цепей и цепей, питания должны заземляться на обоих концах.

7.10 Зазоры между элементами управления (клавиша, рычаг, тумблер и т. д.) и краями отверстий для них должны быть минимальными. Каждый элемент управления должен быть отделен от другого металлической перегородкой, за исключением клавиатуры.

Арматура сигнальных ламп должна крепиться в углублении корпуса на специальной панели, имеющей в сечении П-образную форму, и иметь контакт по периметру с корпусом БНК.

7.11 Металлические руки (оси) настроечных элементов, выходящие за пределы корпуса БНК на длину более четверти самой короткой полны защищаемого диапазона, должны иметь электрический контакт с корпусом БНК по всему периметру. Все контрольные разъемы, установленные на поверхности корпуса БНК» должны иметь металлические заглушки.

7.12 Конструкция БНК1 (ячейки) должна предусматривать:

·  ·  место для установки экранов (на одной или на обеих сторонах печатной платы), элементов заземления и фильтрации;

·  ·  электрическое соединение экранов с земляной шиной на печатной плате;

·  ·  установку секционных экранов в зависимости от функционального назначения ячейки;

·  ·  размерную взаимозаменяемость экранированных БНК1 с БНК1 в незащищенном исполнении и конструктивную совместимость с БНК высшего порядка.

7.13 БНК второго и третьего уровней, их составные части и элементы конструкции, в том числе и разъемы, должны обеспечивать защиту с учетом требований 5.3.

7.14 Конструкция стойки должна обеспечивать заземление размещенной на ней аппаратуры с требуемым сопротивлением путем надежного электрического соединения всех элементов конструкции (стойки и поперечины) сваркой, клепкой неанодированными заклепками, пайкой стыков и т. д.

7.15 Заземление корпусов блоков и модулей на корпус шкафа должно проводиться в местах их крепления путем обеспечения электрического контакта по площади стыка, а для обеспечения низкого переходного сопротивления необходимо устанавливать переходные прокладки.

7.16 Все внешние входы — выходы проводников (из шкафа в шкаф) должны иметь соответствующие развязки (фильтры) либо экранироваться Эффективность их экранирования должна обеспечивать равнопрочность экранирования шкафа.

7.17 Для повышения эффективности экранирования корпус БНК должен быть электрически соединен с опорным «нулевым» проводником экранируемой схемы.

В качестве опорной точки для присоединения экрана следует использовать точку заземления сигнальной цепи.

7.18 Если корпус блока, узла, стойки, шкафа используется как заземляющая плоскость, все его металлические части должны быть надежно электрически соединены между собой сваркой, пайкой, клепкой (неанодированными заклепками) и т. д.

7.19 Наилучшим способом заземления узла на корпус блока, блока на корпус шкафа и т. д. является прямое соединение «корпус—корпус» или соединение широкой шиной с отношением длины к ширине не более 5:1.;

Все элементы соединения должны иметь минимальную длину и максимально возможную ширину (минимальное сопротивление).

Заземление амортизированных блоков на корпус объекта должно быть ленточным.

**8 ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕМЕНТАМ КОНСТРУКЦИИ**

**8.1 Требования к соединениям**

8.1.1 При выполнении разъемных соединений с соприкасающихся металлических поверхностей должно быть удалено любое покрытие (краска, грунтовка и т. д.), не обеспечивающее надежного электрического контакта.

На контактирующие поверхности деталей БНК, соединяемых заклепками или винтами, должно быть нанесено антикоррозионное электропроводное покрытие.

8.1.2 Применяемый метод сварки материалов с относительной магнитной проницаемостью более 1000 не должен нарушать свойств материала экрана.

8.1.3 Расстояние между двумя точками соединения внахлест выбирают в зависимости от материала соединяемых деталей, качества его обработки, минимальной длины волны, диаметров винтов или заклепок.

Указанное расстояние не должно превышать:

·  ·  20 мм при точечной сварке;

·  ·  60 мм при соединении винтами или заклепками.

8.1.4 Места соединении должны быть защищены от попадания влаги и агрессивных сред герметизирующими материалами, прокладками и лакокрасочными покрытиями.

8.1.5 Контактные соединения открывающихся частей БНК должны обеспечивать надежный электрический контакт по всему периметру, надежность и легкость открывания и закрывания. Величина неровностей в стыке не должна превышать величины сжатия материала.

Для компенсации неровностей соединяемых частей экрана должны применяться упругие металлические пластины или плетенка.

8.1.6 Для межсекционного соединения рекомендуется соединение типа «зуб—паз» с уплотняющей пружиной. Растяжение пружины не должно превышать 1.5. Толщина проволоки для пружины 0,3 — 0,5 мм, диаметр намотки 0,7 — 0,8 ширины паза, шаг намотки—вплотную. Пружина, торец зуба и дно паза должны иметь электропроводное антикоррозионное покрытие.

**8.2 Требования к отверстиям**

8.2.1 Высокая эффективность экранирования БНК СВТ с отверстиями и перфорациями обеспечивается:

·  ·  максимально возможной глубиной отверстий (например, за счет отбортовки, увеличивающей глубину отверстий без увеличения толщины материала);

·  ·  минимально возможной длиной щелей в экране (недопустимо выполнять перфорации в виде длинных щелей, а в случае, когда это необходимо, следует применять контактные прокладки, разделяющие длинную щель на короткие отрезки);

·  ·  электрическим контактом в местах пересечения проволок при применении металлических сеток.

8.2.2 Отверстия с осями элементов подстройки (конденсаторы, потенциометры и др.) должны образовывать запредельный волновод.

8.2.3 Проникновение излучений через отверстия под кнопки, индикаторные лампочки и т. д. необходимо уменьшать следующими конструктивными решениями:

·  ·  помещенном кнопки, индикаторной лампочки в экран, монтируемый на внутренней стороне панели, электрический монтаж при этом следует осуществлять с помощью проходных конденсаторов или разъемов с фильтрами на контактах;

·  ·  примененном индикаторов с экраном из металлической сетки.

8.2.4 Для экранирования отверстий, в которых установлены шкалы индикаторов, следует использовать металлическую сетку (сотовые структуры, оптически прозрачные стёкла или пластмассу с вакуумной металлизацией).

Размеры ячеек сеток не должны превышать 5Х5 мм, толщина проволоки должна быть не менее 0,5 мм.

Каждая проволока сетки должна иметь надежный электрический контакт с корпусом БНК пайкой либо непосредственно к корпусу, либо к промежуточной раме, крепящейся к корпусу БНК винтами с промежутками между ними не более 60 мм.

Проволока сетки должна иметь антикоррозионное электропроводное покрытие.

8.2.5 Входы охлаждающего и выходы нагретого воздуха (газа) подлежат обязательному экранированию.

Диаметр и число вентиляционных отверстий выбирают исходя из минимального сопротивления проходящему воздуху и эффективности экранирования. По эффективности защиты отверстия располагаются в последовательности: круглые — шестиугольные (сотовые) — квадратные, треугольные и т. д.

8.2.6 Вентиляционные окна БНК должны быть закрыты волноводными фильтрами (запредельными волноводами), решетками в виде сот, если решетка должна выполнять функции воздушного фильтра — металлической сеткой в два слоя с размерами ячеек и толщиной проволоки, как указано в 8.2.4.

Вентиляционные окна площадью сечения менее 600 мм допус­кается закрывать металлической сеткой в один слой с теми же параметрами ячеек.

8.2.7 Вокруг входных отверстий, люков, снимаемых панелей, крышек и т. д. необходимо обеспечивать непрерывный электрический контакт с помощью металлических колец, радиочастотных прокладок и т. д., переходное сопротивление которого не должно превышать значения, указанного в 7.4.

8.2.8 Не допускается пропускать провода и кабели через отверстия для вентиляции, настройки и регулировки.

8.3 Требования к прокладкам

8.3.1 Уплотняющие прокладки должны обеспечивать переходное сопротивление не хуже указанного в 7.4, заданный диапазон рабочих температур и срок службы, минимальное давление сжатия и малую остаточную деформацию.

8.4 Требования к фильтрам

8.4.1. Фильтры и оптоэлектронные преобразователи следует устанавливать только с внутренней стороны корпуса БНК. Емкость фильтра выбирается так, чтобы падение линейного напряжения не превышало 2%.

При обеспечении принципа равнопрочности при эффективности экранирования более 100 дБ целесообразно взамен фильтров использовать развязывающий трансформатор.

8.5 Требования к элементам заземления

8.5.1 Элементы заземления должны соответствовать требованиям, установленным в ГОСТ В 20.39.308.

Максимальное переходное сопротивление контакта между элементами заземления БНК должно быть не более:

·  ·  600 м«0м — в местах непосредственного соединения деталей между собой;

·  ·  2000 мкОм — суммарное для переходных контактов и проводников в цепи заземления СВТ.

8.5.2 В отдельных частях СВТ следует выполнять два изолированных друг от друга контура электронного (слаботочного) заземления и контура электротехнического (силового) заземления.

**9 ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ**

9.1 Материалами для изготовления корпусов БНК СВТ могут служить такие конструкционные материалы, как сталь, алюминий и его сплавы, медь и ее сплавы и т. д. Характеристики экранирования некоторых материалов, используемых для экранирования, приведены в приложении А.

9.2 Эффективность экранирования достигается применением материалов с минимальным скин-слоем и максимально возможной толщиной.

9.3 Для изготовления высокочастотных экранов (экранов, работающих на частотах свыше 0,3 МГц), к которым предъявляются высокие требования по эффективности экранирования, должны применяться материалы с хорошей электрической проводимостью (медь, алюминий, магний), при этом их толщина мало влияет на эффективность экранирования.

Для высокочастотных экранов (для частоты свыше 1 МГц) могут быть использованы тонкие экраны толщиной 10 мкм, эффективность экранирования которых в диапазоне частот практически постоянна, если толщина экрана меньше четверти длины волны.

9.4 Для изготовления низкочастотных, экранов (рабочие частоты менее 300 кГц) должны использоваться материалы с высокой магнитной проницаемостью (железо, пермаллой, ц-металл к др.), при этом их толщина существенно влияет на эффективность экранирования.

9.5 Для широкого диапазона частот (от 0,01 до 1000 МГц) необходимо применять двухслойные и многослойные материалы (например, железо, гальванически покрытое медью).

9.6 Электропроводные маски, лаки, пасты выбирают по значению удельного поверхностного сопротивления, величина которого должна быть не более 0,1 Ом/мм2.

9.7 Эффективность экранирования может быть повышена обеспечением коррозионной стойкости экрана, которую достигают выбором коррозионных покрытий по ГОСТ 9.303.

9.8 При выборе материалов для соединяемых элементов конструкции корпуса БНК следует учитывать электрохимическую совместимость металлов в соответствии с ГОСТ 9.005.

**10 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

10.1 Базовые несущие конструкции средств вычислительной техники в защищенном исполнении должны удовлетворять требованиям электро - и пожаробезопасности, установленным в ГОСТ В 20.39.308 и ГОСТ 25861.

10.2 Переходное сопротивление контакта между элементами заземления не должно превышать значений, указанных в 8.5.1.

10.3 Неметаллические материалы, применяемые в БНК СВТ защищенного исполнения, не должны выделять вредных или коррозионно-активных компонентов.

Приложение А (справочное)

**ЗНАЧЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКРАНИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Таблица А — Значения затухания (эффективности экранирования) при применении различных видов экранов и способов соединений элементов конструкции

*№*

*п/п*

Вид экрана или способ межсоединения

Значение затухания (эффективности экранирования), дБ

1

Трубы с толщиной стенки 1,5—2,0 мм

60

2

Короба

40

3

4

Сетчатые рукава

Шкаф цельнометаллический (литой)

20

Более 80

5

6

7

Точечная сварка, соединение винтами

Эффективность межсекционного соединения «зуб—паз»

Запредельный волновод

45

50

100

8

Лабиринтный стык вида



15

9

Лабиринтный стык вида



30

10

Пайка стыков алюминиевого экрана

100—120

11

Прокладки из силикона с медью

90

12

Прокладки из фольгированного пористого неопрена с большой степенью сжатия со слоем обыкновенного синтетического каучука

90

13

Листовой перфорированный материал

40—80

Таблица А2 — Значения затухания в материале экрана из-за поглощения или отражения электромагнитной волны

Вид материала

Частота, кГц

Затухание

из-за поглощения,

дБ

Затухание из-за отражения, дБ

электрическое поле

магнитное поле

плоская волна

Магнитный (μ > 1000)

<1

10—30

>150

<10

100—150

1—100

100-150

100—150

10—30

50-100

>100

>150

50—100

30—50

50-100

Немагнитный

<1

<10

*>*50

10-30

100>—l50

1—100

1Q-30

>150

30—50

100—150

(4 — 1)

>100

100—150

100—150

50—100

50—100

Примечание – Значения затухания приведены для материала толщиной 0,8 мм и расстояния до источника электромагнитной волны не более 3 м

Таблица A3—Значение затухания в некоторых материалах

Материал

Относительная электропроводность

Относительная магнитная проницаемость (на частоте 100 кГц)

3атуханиe из-за поглощения,

дБ мм, на частотах.

100 Гц

10кГц

1 МГц

Отожженная

медь

1,0

1

1,3

13,1

131,1

Холоднотяну

тая медь

0.97

1

1,3

12,4

124,0

Алюминий

0,61

1

1,0

10,0

100,2

Магний

0,38

1

0,8

8,0

80,3

Цинк

0,29

1

0,8

6,7

66,9

Латунь

0,26

1

0,8

6,7

66,9

Никель

0,20

2

0,6

5,9

58,6

Бронза

0,18

1

0,6

5,6

55,9

Железо

0,17

1000

17,3

171,7

1716.9

Сталь

0,10

1000

13,1

130,7

1307,1

Пермаллой

0,03

80000

64,2

641,7

6417,3

Нержавеющая

сталь

0,102

1

5,1

50,8

507,9

Олово

0,15

1

0,6

5,1 .

50,7

Свинец

0,08

1

0,6

3,7

36,6

Кадмий

0,23

1

0,8

6,3

62,9

УДК 62-21:621.396.6:006.354