7.8. Определить емкость одножильного высоковольтного кабеля, включенного в фазу трехфазной установки с номинальным напряжением 35 кВ и частотой 50 Гц. Рассчитать накапливаемую в кабеле реактивную мощность, если сечение медной жилы 160 мм2, толщина бумажной изоляции 12 мм, длина кабеля 10 км. Дополнительные данные взять из табл.П13 (приложение 7).

8.29. Зная начальный угол α1=15040`` и максимальный угол α2=380 зависимости электрического смещения от напряженности электрического поля нелинейного диэлектрика, определить параметры относительных диэлектрических проницаемостей для динамического режима.

8.30. По данным задачи 8.29. определить параметры  для статического режима.

9.. Удельное сопротивление меди ρ = 0,05 Ом⋅мм2/м при температуре 600 °С. Вычислите при этой температуре Т(К) коэффициент теплопро­водности λ(Вт/м⋅°К) меди, используя справедливое для металлов от­ношение λp/T=L, в котором число Лоренца L=2,44⋅10-8 В2/°К2.

10.. В беспримесном кремнии при повышенной температуре определена собственная концентрация носителей *ni* = 25·10-10 м−3. Определите проводимость *γ*.

11.. Величина намагниченности насыщения железа равна 1,75∙106А/м. Железо имеет объемно-центрированную кубическую структуру, длина ребра элементарного куба равна 2,86 Å. Вычислите среднее число магнитронов Бора на атом, вносящих вклад в намагниченность.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Таблица П6

#### Диэлектрическая проницаемость ε

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вещество | ε | Вещество | ε |
| Вакуум | 1,0 | Гетинакс | 3,5….6,0 |
| Воздух | 1,000594 | Пертинакс | 4….6 |
| Парафин | 2,2 | Слюда | 4….10 |
| Полиэтилен | 2,2 | Фарфор | 4,5….6,5 |
| Силиконовое масло | 2,2….2,8 | Игелит | 5 |
| Янтарь | 2,2….2,9 | Полихлорвинил | 5 |
| Полистирол | 2,3….2,5 | Стекло | 5….15 |
| Каучук | 2,5….3,0 | Шифер | 6….10 |
| Эбонит | 2,5….4,0 | Ацетон | 21,5 |
| Плексиглас | 3….4 | Этиловый спирт | 26,8 |
| Бакелит | 3….5 | Метиловый спирт | 35,4 |
| Дерево | 3,5….5,0 | Вода дистиллированная | 31 |
| Шеллак | 3,6….4,0 |  | до 10 000 |
| Бензол | 2,3 | Масло трансформаторное | 2,2-2,5 |
| Вода | 80,4 | Нефть, керосин | 2,1 |
| Лёд | 3,2 | Нитробензол | 36,4 |
| Глицерин | 39,1 | Скипидар | 2,2 |
| Ксилол | 2,4 | Фенилксилилэтан | 26,5 |
| Масло касторовое | 4,6 | Четырёххлористый углерод | 2,2 |
| Масло оливковое | 3,2 | Эфир этиловый | 4,3 |
| Масло парафиновое | 4,7 | Специальная керамика | До 104 |

## Таблица П7

**Значение параметров газа при нормальных условиях (Р=105Па, Т=293К).**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Газ | σс, 10-19 м2 | ν, 103 м/с | λ, 10-8 м | V, 1010 1/с |
| H2 | 2,3 | 1,74 | 13 | 1,34 |
| N2 | 4,5 | 0,47 | 6,3 | 0,74 |
| O2 | 4,1 | 0,44 | 6,8 | 0,64 |
| Ar | 4,2 | 0,39 | 6,7 | 0,59 |

Таблица П-8

**Пробивные напряжения воздушного промежутка (Uпр , кВ)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Uпр , кВ | № п/п | Uпр , кВ | № п/п | Uпр , кВ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 480 | 31 | 600 | 61 | 560 |
| 2 | 400 | 32 | 470 | 62 | 580 |
| 3 | 460 | 33 | 400 | 63 | 580 |
| 4 | 440 | 34 | 460 | 64 | 640 |
| 5 | 500 | 35 | 480 | 65 | 440 |
| 6 | 500 | 36 | 480 | 66 | 460 |
| 7 | 500 | 37 | 500 | 67 | 480 |
| 8 | 520 | 38 | 500 | 68 | 490 |
| 9 | 520 | 39 | 500 | 69 | 500 |
| 10 | 520 | 40 | 520 | 70 | 500 |
| 11 | 520 | 41 | 580 | 71 | 520 |
| 12 | 520 | 42 | 600 | 72 | 520 |
| 13 | 540 | 43 | 450 | 73 | 520 |
| 14 | 540 | 44 | 430 | 74 | 520 |
| 15 | 540 | 45 | 460 | 75 | 520 |
| 16 | 540 | 46 | 480 | 76 | 520 |
| 17 | 540 | 47 | 480 | 77 | 540 |
| 18 | 560 | 48 | 500 | 78 | 540 |
| 19 | 560 | 49 | 500 | 79 | 540 |
| 20 | 580 | 50 | 510 | 80 | 540 |
| 21 | 520 | 51 | 520 | 81 | 560 |
| 22 | 520 | 52 | 540 | 82 | 560 |
| 23 | 520 | 53 | 540 | 83 | 580 |
| 24 | 520 | 54 | 540 | 84 | 600 |
| 25 | 540 | 55 | 540 | 85 | 430 |
| 26 | 540 | 56 | 540 | 86 | 440 |
| 27 | 540 | 57 | 540 | 87 | 460 |
| 28 | 540 | 58 | 540 | 88 | 480 |
| 29 | 540 | 59 | 540 | 89 | 500 |
| 30 | 560 | 60 | 560 | 90 | 500 |

## Таблица П9

**Пробивное напряжение воздушного промежутка «стержень – плоскость заземленная» (f = 50 Гц)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расстояние, м | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Unp, кВмах | 460 | 856 | 1150 | 1357 | 1540 | 1670 | 1750 | 1850 |

## Таблица П10

**Состав плазмы воздуха при Т = 104К и нормальном давлении**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сорт частиц | N2 | O2 | NO | N | O | N+ | N- |
| Концентрация см-3 | 2·1015 | 1,2·1012 | 7·1013 | 5,5·1017 | 1,5·1017 | 1,4·1016 | 5,5·1011 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сорт частиц | О+ | O- | N2+ | О2+ | NO+ | Ar- | e |
| Концентрация см-3 | 3,5·1015 | 2·1012 | 3·1013 | 2·1011 | 6·1013 | 6·1013 | 1,7·1016 |

Таблица П11

**Энергия диссоциации молекул, энергия возбуждения первых энергетических уровней и энергия ионизации ряда газов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Молекула или атом | Энергия в эВ | | |
| диссоциации | возбуждение | Ионизации |
| O2 | 5,17 | 7,9 | 12,1 |
| N2 | 9,81 | 8,18 | 15,6 |
| H2 | 4,51 | 11,5 | 15,44 |
| СО2 | 7,78 | 10,0 | 13,8 |
| H2O | 4,77 | 7,6 | 13,6 |
| H |  | 10,2 | 13,6 |
| He |  | 20,9 (19,8) | 24,6 |
| O |  | 8,1 | 13,6 |
| Xe |  | 8,39 (8,28) | 12,1 |
| В скобках приведены нестабильные уровни возбуждения | | | |

Таблица П12

**Численные значения проводимости в единицах (Ом**·**м) газов**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Т,К газ | Н2 | Ar | N2 | Воздух |
| 104  2·104 | 6·103  104 | 3·103  7·103 | 3·103  9·103 | 3·103  9·103 |

Таблица П13

**Высокопрочные газы.**

**Относительная электрическая проницаемость газа к электрической проницаемости воздуха **

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Газ | Воздух | *N*2 | *SF*6 | *CCl*2*F*2 | *CO*2 | *CCl*4 | *SeF6* | Примечание |
|  | 1,0 | 1,0 | 2,3-2,5 | 2,4-2,6 | 0,95 | 0,95 | 4,5 |  |
| сжижения | -192 | -195,8 | -62 | -28 | -34,6 | 76 | 49,2 |

Таблица П14

**Основные характеристики электроизоляционных материалов (частота переменного тока 50 Гц температура 20 0С)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Диэлектрик | Е пр. кВ/мм | ε | ρ*v*, Ом∙см | *tgδ* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Элегаз | 75 | 1,00191 | - | - |
| Воздух | 30 | 1,00059 | - | - |
| Трансформаторное масло | 100-200 | 2,1-2,3 | 5·104-5·1015 | 0,005 |
| Совол | 150 | 5,3 | 1013-1014 | 0,003 |
| Совтол | 200 | 4,3 | - | 0,10 |
| Касторовое масло | 100-120 | 4,2-4,5 | 1010-1012 | 0,01 |
| Калория-2 | 200 | 2,0-2,5 | 1013 | 0,001 |
| Бумага, пропитанная маслом | 100-250 | 3,6 | 1014 | 0,005 |
|  |  | Продолжение табл. П13 | | |
| Диэлектрик | Е пр. кН/мм | Е | Р*v*, Ом∙см | *tgδ* |
| Эбонит | 600-800 | 3,0-3,5 | 1013-1016 | 0,02-0,1 |
| Текстолит | 10-75 | 4,0-8,0 | 1010-1013 | 0,02-0,08 |
| Гетинакс | 100-150 | 4,0-7,0 | 1010-1012 | 0,1-0,05 |
| Лакоткань | 70-400 | 3,0-4,0 | 1011-1013 | 0,01-0,08 |
| Стеклоткань | 300-400 | 3,0-4,0 | 1012-1014 | 0,005-0,02 |
| Парафин | 200-250 | 2,0-2,2 | 1016-1017 | 0,0002-0,0005 |
| Кварцевое стекло | 350-400 | 5,0-7,0 | 1012-1014 | 0,001-0,005 |
| Полистирол | 200-300 | 2,5 | 1016-1018 | 0,0002 |
| Полиэтилен | 400-500 | 2,25 | 1014-1016 | 0,0002 |
| Полихлорвинил | 325 | 3,2 | 1014 | 0,01-0,03 |
| Полиэтилен -терефталит (лавсан) | 180 | 3,2 | 1017 | 0,005-0,002 |
| Полиметилметакрилат (оргстекло) | 400-500 | 3,0-3,6 | 1013-1014 | 0,05 |
| Резина | 150-250 | 3,0-6,0 | 1013-1014 | 0,005-0,01 |
| Мрамор | 30-50 | 7,0-8,0 | 108-1011 | 0,005-0,01 |
| Слюда | 500-1000 | 5,4-8,0 | 5·1013 | 0,0001 |
| Фарфор | 250-300 | 5,5-7,5 | 1014-1015 | 0,014-0,035 |
| Миканит | 120-300 | 5,0-6,0 | 1013 | 0,003-0,01 |
| Фторопласт-4 | 150-200 | 5,05 | 1019-1020 | 0,0001-0,0005 |
| Стеатит | 200 | 6,0-7,0 | 1012-1013 | 0,003-0,008 |
| Вода дистиллированная |  | 80 | - | - |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Таблица П14

#### Основные свойства и область применения

**диэлектрических материалов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование, марка | | Основные свойства | Область применения |
| Полиэтилен | | Повышенная холодостойкость и стойкость к растеканию. Высокие электроизоляционные свойства, не­значительное водопоглощение, по­вышенная радиационная стойкость, гибок при низких температурах, не токсичен. | Для изоляции провода и кабе­лей, производства пленки, труб, листов, емкостей, деталей высокочастотной аппаратуры; в качестве антикоррозийного покрытия металлических изделий. |
| Полипропилен | | Высокие электроизоляционные свойства, повышенная механическая прочность, жесткость и стойкость к ударам по сравнению с полиэтиленом. | Изоляция проводов, конструкционные детали, пленка, волокна. |
| Капрон | | Высокая механическая прочность и хорошие электроизоляционные свойства. | Для изготовления электротехнических деталей. |
| Поливинилхлорид  суспензионный | | Хорошие электроизоляционные свойства. Химическая стойкость, высокая эластичность, повышенная хрупкость при низких температурах. | Пленки мягкие и жесткие, изоляция проводов и кабелей, изоляционные изделия, трубы, стержни. |
|  | | Продолжение табл. П14 | |
| Наименование, марка | | Основные свойства | Область применения |
| Винипласт  листовой | | Высокая химическая стойкость, водостойкость и электроизоляционные свойства, мало изменяющиеся при увлажнении. При температуре –15°С становится хрупким. | Конструкционные материал для изготовления электрических деталей, работающих в агрессивных средах. |
| Полистирол | | Высокие электроизоляционные свойства, мало зависящие от частоты. Радиационная стойкость, некоторые типы прозрачны. Хрупкость и невысокая нагревостойкость. | Для изготовления электро- и радиотехнических деталей, конденсаторов, высокочастотной изоляции. |
| Полиметилметакрилат | | Высокие изоляционные свойства, прозрачен, хрупок. | Детали не несущие нагрузок и не подвергающиеся нагреву. |
| С39-1 | |  | Крупно габаритные баллоны мощных генераторных ламп, колбы, для вакуумных конденсаторов, трубки для производства микропроводов. |
| Продолжение табл. П14 | | | |
| Наименование, марка | Основные свойства | | Область применения |
| С89-6 |  | | Баллоны приёмоусилитель­ных ламп, фотоэлектронных умножителей, электронно-оп­тических приборов, счётчиков элементарных частиц. |
| С77-1 |  | | Детали высокоомных резисторов, эмиттеры с распределённым потенциалом. |
| Ситаллы | Высокие электрические свойст-ва, повышенная механическая прочность, хорошая шлифуе-мость до чистоты поверхности 14-го класса. | | Конструкционные и электроизоляционные детали, конденсаторы, подложки микросхем. |
| Стеатит | Стабильность параметров, низкая абразивность, небольшая стойкость к термоударам. | | Керамика для высокочастотных изоляторов конденсаторов малой емкости, внутриламповые изоляторы. |
|  | Продолжение табл. П14 | | |
| Наименование, марка | Основные свойства | | Область применения |
| Форстерит | Низкая стойкость к термоударам. | | Герметичные спаи с железоникелевыми сплавами, внутренние изоляторы в вакуумных приборах. |
| Ультрафарфор | Высокая механическая проч-ность, твердость, химостойкость, повышенная теплопроводность, стойкость к термоударам, высо-кие электроизоляционные свой-ства в высокочастотных полях. | | Для изготовления высо-кочастотных изоляторов, конденсаторов малой ёмкости, колб, ламп, ос-нований печатных схем. |
| Радиокерамика Щ-15, М-300,  М-130, Т-40,  Ц-75, М-900 | Высокие электроизоляционные и механические свойства. | | В радиокерамической промышленности для из-готовления конденсато-ров, работающих в ши-роком диапазоне частот. |
| Низкочастот-ные конденса-торные мате-риалы | Высокий температурный коэф-фициент диэлектрической проницаемости. | | Низкочастотные конденсаторы невысокой стабильности. |
| Чистые оксиды ВеО | Высокая теплопроводность, высокие диэлектрические свойства. | | В радиокерамической промышленности для из-готовления конденсато-ров, работающих в ши-роком диапазоне частот. |
|  | Продолжение табл. П14 | | |
| Наименование, марка | Основные свойства | | Область применения |
| Al2O3 | Высокая стойкость к агрессив-ным средам, расплавам метал-лов, некоторые виды прозрачны в видимой области спектра. | | Оболочка ламп, подлож-ки печатных схем и мик-росхем и тому подобное. |
| GeO2 |  | | Для изготовления специ-альных стекол, как ком-понент конденсаторного диэлектрика. |
| Полиамиды  68; Н; С | Более высокие электроизоляционные свойства по сравнению с капроном. Не стоек к кислотам и фенолам. | | Для изготовления элек-троизоляционных изде-лий в качестве анти-фрикционного материа-ла. |
| Полиуретан  ПУ-1 | Стоек к действию разбавленных минеральных кислот, щелочей, углеводородов, органических кислот и масел. Разрушается концентрированными мине-ральными кислотами. | | Для изготовления дета-лей, работающих при температурах от –60°С до +100°С в радиотехни-ческой и электрической промышленности, а так-же для напыления на ме-таллы. |
|  | Окончание табл. П14 | | |
| Наименование, марка | Основные свойства | | Область применения |
| Фторопласт 4 | Высокая химостойкость к кисло-там, щелочам, окислителям и растворителям. Высокие элек-троизоляционные свойства при низких, высоких и сверхвысоких частотах и высокой температуре. Обладает хладотекучестью, име-ет невысокую твердость | | Для корозионно стойких деталей, электроизоля-ционных деталей. Изо-ляция проводов, труб, лент, стержни, подшип-ники скольжения. |
| Фенопласты общего назначения | Удовлетворительные механи-ческие свойства, не высокие электроизоляционные свойства, повышенное водопоглощение | | Детали низковольтной аппаратуры, корпуса приборов, штекеры, руч-ки, патроны, розетки и т. п. |
| Наименование, марка | Основные свойства | | Область применения |
| На основе полиэфирных смол ПСК-1 | Повышенная теплостойкость, удовлетворительные электроизоляционные свойства | | Детали общетехническо-го и электротехническо-го назначения различной конфигурации |
| Стекла  С5-1 |  | | В приборах, работающих при высокой температу-ре при необходимости пропускания ультрафио-летового излучения |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Таблица П14

#### Диэлектрические свойства органических диэлектриков

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование, марка | ρ,  *ом·.м*. | ρs,  *ом* | tgρ,  50 *гц* | при | ε при | | Епр  *Мв/м* |
| 106 *гц* | 50 *гц* | 106 *гц* |
| **Реактопласты, фенопласты** | | | | | | | |
| Пресспорошки общего назначения | 109 | 1012 | 0,1-0,7 | 0,66 | 6-9 | 7-8 | 10-11 |
| ФКП-1 | 1011 | 1014 |  | 0,06 | 8,0 | 6,0 | 15 |
| ФКПМ-15 | 8·1012 | 1010 | 0,05-0,07 | 0,08-0,09 | 6-7,5 | 6,0 | 13 |
| АГ-4В | 5·1012 | 1010 | 0,02-0,363 | 0,05 | 6,5-10 | 8,0 | 13 |
| Аминопласты А и Б | 1010 | 109 | 0,02 | 0,03 | 5,9 | 7,9 | 10-16 |
| На основе кремнийорганических смол  КМК-110 | 109-1010 | 1010 | 0,015-0,07 |  | 4,5-5,8 | 0,3-0,4 | 5-6 |
| ТП-110 | 1014 | 1012 |  | 0,02-0,038 |  | 5,0 | 3 |
| На основе полиимидов ПМ-67 | 8,5·1015-2,1·1016 | 8,1·1013-1,2·1014 | 0,066 | 0,0017-0,0019 |  | 3,2-3,3 | 24.6-28,6 |
| На основе  полиэфирных смол ПСК-1 | 1013 | 1011 |  | 0,02 |  | 4,2 | 10-12 |
| Наименование, марка | ρ,  *ом·.м*. | ρs,  *ом* | tgρ,  50 *гц* | при | ε при | | Епр  *Мв/м* |
| 106 *гц* | 50 *гц* | 106 *гц* |
| **Термопласты** | | | | | | | |
| Полиэтилен | 1015 | 1014 | 0,0003 | 0,0003-0,0005 | 2,3 | 2,2-2,5 | 45-60 |
| Полипропилен | 1013 | 1016-1017 |  | 0,0004-0,0006 |  | 2,3-2,4 |  |
| Винипласт листовой | 1010-1,9·1012 | 1014-1015 | 0,0019 | 0,001 | 4,1 | 3,5 | 15-35 |
| Полистирол | 1012 | 1013 |  | 0,0003 |  | 2,6-2,7 | 20 |
| Полиметилметакрилат | 1014 | 1012 |  | 0,02-0,03 |  | 3,8 | 27 |
| Капрон | 1013-1014 | 2·1012 |  | 0,032 |  | 3,6 | 16-20 |
| Полиамиды 68; Н; С | 4·1014 | 4,5·1012 | 0,025-0,03 | 0,03 |  | 3,8-4,6 | 20-22 |
| Полиуретан  ПУ-1 | 1014 | 1,2·1012 |  | 0,014-0,02 |  | 3,0-3,5 | 20-25 |
| Фторопласт 4 | 3·1017 | 1014-1015 | 0,0002-0,00025 | 0,0002-0,00025 | 1,9-2,2 | 1,9-2,2 | 25-40 |
| **Слоистые пластики** | | | | | | | |
| Гетинакс | 108-1011 | 1011-1013 | 0,015-0,4 | 0,02-0,06 |  |  | 20-40 |
| Текстолит | 107-1010 | 1010-1012 |  | 0,05-0,08 |  |  | 6-16 |
| Стеклотекстолит | 108-1011 | 1011-1014 | 0,03-0,05 |  |  |  | 10-30 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

Таблица П16

#### Основные свойства и области применения лаков и эмалей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование,  марка | Прод. Сушки,  *час*. | Темп. Сушки, °С | Электр. Прочн.  *В/мм* | ρ *ом.·м.* при +20°С | Область применения |
| **Пропиточные**  **лаки** |  |  |  |  |  |
| Битумно-масляный БТ-980 | 10 | 105-110 | 60 | 1012 | Пропитка обмоток электри-ческих машин классов нагревостойкости А, Е и В. |
| Пентафталевый ПФЛ-8В | 0,5 | 120-125 | 30 | 1012 | Пропитка обмоток электри-ческих машин классов на-гревостойкости А, Е и В. |
| Полиэфирноэпоксидный ПЭ-942 | 0,4-1,0 | 155±2 | 7,0 |  | Изготовление стеклотканей. |
| Полиорганосилоксановый КО-926 | 0,4 | 100 |  |  | Изготовление стеклотексто-литов. |
| **Покровные лаки** |  |  |  |  |  |
| Битумно-масляный БТ-99 | 3 | 18-22 | 50 |  | Пропитка обмоток электри-ческих машин и аппаратов. |
| Масляно-канифольный 202 | 12 | 200-210 |  | 0,5 | Лакировка электротехниче-ской стали. |
|  |  |  | Продолжение табл. П16 | | |
| Наименование,  марка | Прод. Сушки,  *час*. | Темп. Сушки, °С | Электр. Прочн.  *В/мм* | ρ *ом.·м.* при +20°С | Область применения |
| Полиуретановый УР-930 | 4 | 70-80 | 75 |  | Влагостойкое электроизо-ляционное покрытие. |
| Полиорганосилоксановый КО-961П | 1 | 20±5 | 85 | 1012 | Защита материалов и при-боров полупроводниковой техники и р-п переходов. |
| **Покровные эмали** |  |  |  |  |  |
| Нитроглифталевая НЦ-929 | 16 | 18-20 | 30 |  | Покрытие неподвижных обмоток электрических ма-шин и аппаратов, отделка изоляционных деталей. |
| Масляно-алкидная  ГФ-927 | 1 | 100-105 | 10 |  | Антикоррозионные и элек-троизоляционные покрытия. |
| Эпоксидно-резолалкидная ЭП-921 |  |  |  | 1013 | Покрытие непроволочных резисторов типа МЛТ. |
| Полиорганосилоксановая КО-97 | 5 | 200 | 20 | 1012 | Защитное покрытие р-п пе-реходов и кристаллов крем-ниевых полупроводниковых приборов. |

Таблица П17

**Характеристика бумаг, применяемых в конденсаторастроении**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Бумага | Плотность,  г/см2 |  | tg. 10-4 | Толщина,  мкм | Ширина,  мм | Объем пор в  бумаге отн. ед. | Применение |
| КОН – 1 | 1.0 | 2.2 | 13-15 | 5-10 |  | 0.35 | U1кВ |
| КОН – 2 | 1.2 | 2.9 | 18-24 | 5-10 | 140 | 0.22 | Пост. и имп.  Напряж.  U<1кВ |
| Силкон | 0.8; 1.0; 1.2 | 2.1-2.9 | 10-20 | 5-10 | 280 | 0.40-0.22 |  |

Таблица П18

**Электрофизические характеристики пропитывающих**

**диэлектриков для конденсаторной изоляции**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование диэлектрика |  | tg | Ом/см |
| Масло конденсаторное | 2.1-2.2 | 1.2 | 1013-3.1013 |
| Совол | 2.1-2.2 | 5-10 | 3.1011-3.1013 |
| Нитросовол | 4.1-4.8 | 5-10 | 1011-1013 |
| Касторное масло | 7.5 | 10-15 | 2.1014 |
| «Калория – 2» | 4.2-4.7 | 2-5 | 3.1013 |
| Вазелин | 2.2-2.4 | - | 5.1012 |
| Парафин | 2.1-2.2 | - | 3.1012 |
| Трихлодефинил | 5.5 | 100-200 | 1033-1034 |
| Вторированный эфир | 6.1 | 2-5 | 5.1012-1013 |
| Дибутилфталат | 6.5 | 300 | - |
| Фенилксилилэтан | 2.65 | 80 | - |

Таблица П19

**Электроизоляционные свойства бумаги**

|  |  |
| --- | --- |
| Сухая непропитанная бумага | Пропитанная бумага |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

Таблица П20

#### Физико-механические свойства органических диэлектриков

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование, марка | Плотность  *кг/м*3 | Теплопроводность | Класс нагревостойкости | Предел прочности *Мпа*, при | | |
| растяжение | сжатие | стат.  Изгибе |
| **Реактопласты** |  |  |  |  |  |  |
| **Фенопласты** |  |  |  |  |  |  |
| Пресспорошки общего назначения | 1400-1450 | 0,18-0,23 | А | 30-60 | 140-160 | 60-70 |
| ФКП-1 | 1400-1500 | 0,19-0,22 | А | 84 | 120-160 | 50-85 |
| Аминопласты А и Б | 1400-1550 | 0,12-0,31 | А | 37-50 | 100-190 | 60-75 |
|  |  |  | Продолжение табл. П20 | | | |
| Наименование, марка | Плотность  *кг/м*3 | Теплопроводность | Класс нагревостойкости | Предел прочности *Мпа*, при | | |
| растяжение | сжатие | стат.  Изгибе |
| На основе кремнийорганических смол КМК-218 | 1800-2000 | 0,56 | Н | 10-15 | 110-140 | 30-50 |
| ТП-110 | 1600-1750 |  | Н |  |  | 47-50 |
| На основе поли-имидов ПМ-67 | 1390-1420 |  | Н | 95 |  | 160 |
| На основе поли-эфирных смол ПСК-1 | 1750-1850 | 0,22-0,25 | В | 40 | 90 | 80 |
| Полиэтилен | 920-970 | 0,29 | 108-133\* | 7-33 | 12,5-60 | 7,5-80 |
| Полипропилен | 900-920 | 0,14 | 105-110\* | 25-28 | 60 | 56 |
| Поливинилхлорид суспензионный | 1390 |  |  | 30-50 | 52-60 | 100-110 |
| Винипласт листо-вой | 1380 | 0,16 | 65\* | 45-55 | 80 | 90-100 |
| Полистирол | 1050-1100 | 0,08-0,16 | 75-90\* | 35-50 | 100 | 95-100 |
| Полиметилметак-рилат | 1800-2200 | 0,28 | 80-95\* | 40 | 70 | 120-140 |
| Капрон | 1100-1200 | 0,24 | 50-55\* | 60 | 80 | 90 |
| Полиамиды 68; Н; С; | 1130-1500 | 0,22 | 60\* | 50-60 | 60-80 | 80-85 |
|  |  |  | Окончание табл. П20 | | | |
| Наименование, марка | Плотность  *кг/м*3 | Теплопроводность | Класс нагревостойкости | Предел прочности *МПа*, при | | |
| растяжение | сжатие | стат.  Изгибе |
| Полиуретан ПУ-1 | 1210 | 0,29 | 60\* | 50-60 | 80-85 | 70-80 |
| Гетинакс | 1300-1400 | 0,034-0,041 | 150-193\* | 60-120 |  | 60-140 |
| Текстолит | 1300-1450 | 0,035 | 135-160\* | 35-60 |  | 70-94 |
| Стеклотекстолит |  |  | 185-225\* | 70-290 |  | 95-350 |

**Примечание:**

\* - теплостойкость по Мартенсу, °С.

\*\* - теплостойкость по Вика, °С

Таблица П21

**Допустимые рабочие градиенты в диэлектрике конденсатора**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип конденсатора (диэлектрик) | *Е*раб, кВ/мм | Частота, Гц |
| Воздушный | 0.5-0.7 | -- |
| Газонаполненный (азот 15-20атм) | 1.3-3.0 | 103 |
| Вакуумный | 3-6 | 106 |
| Маслонаполненный | 1.3-1.5 | 105 |
| Стеклянный | 25-30 | Постоян. ток |
| Керамический | 1-2 | 105-106 |
| Бумажный с твердой пропиткой  (в зависимости от толщины бумаги  и числа слоев) | 8-15 | Постоян. ток |
| Метало – бумажный однослойный | 15-20 |  |
| Метало – бумажный многослойный | 30-35 |  |
| Бумажный с жидкой пропиткой  (четыре слоя бумаги) | 30-35 |  |
|  | Продолжение тобл. П21 | |
| Тип конденсатора (диэлектрик) | *Е*раб, кВ/мм | Частота, Гц |
| Бумажный косинусный при рабочем  напряжении 1 кВ и выше (d=80 мкм) | 12-14 | 50 |
| Бумажный печной с водяным  охлаждением | 4-9 | 103-104 |
| Бумажный для включения в линии  электропередачи | 7,5-9 | 50 |
| Бумажный для ГИН | 45-60 | - |
| Бумажный для ГИТ | 35-40 | - |
| Полистирольный (2-3 слоя пленки  толщиной 0.02-0.03мм) | 12-17 | Постоян. ток |
| Бумажно – пленочный (2 слоя поли-  пропилена + 1 слой бумаги),  d=30-36 мкм | 35-38 | 50 |

Таблица П22

**Электрическая прочность твердых диэлектриков**

**и их энергетические параметры**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Материал | Aco,  Ккал/см | Епр,  (экспериментально)  МВ/см | Епр,  (рассчитанное)  МВ/см |
| Поливинилхлорид | 21,5 | 1.7 | 3.0 |
| Полиизобутилен | 38,2 | 4.5-6.0 | 5.7 |
| Полиэтилен | 40,5 | 6.75-7.0 | 6.2 |
| Парафин | 38,2 | 5.0 | 5.7 |
| Фторопласт-4 | 27,6 | 3.5 | 4.0 |
| Полистирол | 29,5 | 5.5-7.3 | 4.3 |
| Полиметилметакрилат | 36,4 | 11.5-13.5 | 5.5 |
| Поливиниловый спирт | 37,2 | 4.5-15.0 | 5.6 |
| Канифоль | 38,4 | 7.6 | 5.8 |
| Слюда (флогопит) | 40,0 | 4.0 | 6.0 |
| Слюда (мусковит) | 56,7 | 8-11 | 8.8 |
| Кварц плавленый | 36,7 | 5.4 | 5.5 |
| Кварц кристаллический | 44,2 | 6.7 | 6.7 |

Таблица П23

**Значения функции (С)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| С | (С) | С | (С) | С | (С) |
| 0.010 | 0.040 | 0.10 | 0.13 | 1.0 | 0.37 |
| 0.015 | 0.050 | 0.15 | 0.16 | 1.5 | 0.43 |
| 0.020 | 0.065 | 0.20 | 0.18 | 2.0 | 0.46 |
| 0.025 | 0.070 | 0.25 | 0.20 | 2.5 | 0.48 |
| 0.030 | 0.075 | 0.30 | 0.22 | 3.0 | 0.51 |
| 0.035 | 0.080 | 0.35 | 0.24 | 3.5 | 0.52 |
| 0.040 | 0.085 | 0.40 | 0.26 | 4.0 | 0.54 |
| 0.045 | 0.090 | 0.45 | 0.27 | 4.5 | 0.55 |
| 0.050 | 0.095 | 0.50 | 0.28 | 5.0 | 0.56 |
| 0.055 | 0.100 | 0.55 | 0.29 | 5.5 | 0.565 |
| 0.060 | 0.103 | 0.60 | 0.31 | 6.0 | 0.57 |
| 0.070 | 0.110 | 0.70 | 0.32 | 7.0 | 0.58 |
| 0.080 | 0.118 | 0.80 | 0.34 | 8.0 | 0.59 |
| 0.090 | 0.123 | 0.90 | 0.36 | 9.0 | 0.60 |

Таблица П24

**Классы нагревостойкостй электрической изоляции**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс нагревостойкости | Y | A | E | B | F | H | G |
| tраб,oC | 90 | 105 | 120 | 130 | 155 | 180 | >180 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 12

## Таблица П25

**Удельное электрическое сопротивление ρ (при 20°С)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Проводники | ρ | | Изоляторы  (примерное значение) | ρ, *ом·м* |
| *ом·мм*2/*м* | *ом·м* |
| Алюминий | 0,027 | 2,7·10-8 | Бакелит | 1016 |
| провод | 0,0287 | 2,87·10-8 | Бензол | 1015…1016 |
| Вольфрам | 0,055 | 5,5·10-8 | Бумага | 1015 |
| Графит | 8,0 | 8,0·10-6 | Вода дистиллированная | 104 |
|  |  | | Продолжение табл. П25 | |
| Проводники | ρ | | Изоляторы  (примерное значение) | ρ, *ом·м* |
| *ом·мм*2/*м* | *ом·м* |
| Железо, чистое | 0,1 | 1,0·10-7 | Вода морская | 0,3 |
| Золото | 0,022 | 2,2·10-8 | Дерево, сухое | 109…1013 |
| Иридий | 0,0474 | 4,74·10-8 | Земля, влажная | 102 |
| Константан | 0,5 | 5,0·10-7 | Кварцевое стекло | 1016 |
| Литая сталь | 0,13 | 1,3·10-7 | Керосин | 1010…1012 |
| Магний | 0,044 | 4,4·10-8 | Мрамор | 108 |
| Манганин | 0,43 | 4,3·10-7 | Парафин | 1014…1016 |
| Медь | 0,0172 | 1,72·10-8 | Парафиновое масло | 1014 |
| провод | 0,0178 | 1,78·10-8 | Плексиглас | 1013 |
| Молибден | 0,054 | 5,4·10-8 | Полистирол | 1016 |
| Нейзильбер | 0,33 | 3,3·10-7 | Полихлорвинил | 1013 |
| Никель | 0,087 | 8,7·10-8 | Полиэтилен | 1010…1013 |
| Нихром | 1,12 | 1,12·10-6 | Силиконовое масло | 1013 |
| Олово | 0,12 | 1,2·10-7 | Слюда | 1014 |
| Платина | 0,107 | 1,07·10-7 | Стекло | 1011 |
| Ртуть | 0,96 | 9,6·10-7 | Трансформаторное масло | 1010…1013 |
| Свинец | 0,208 | 2,08·10-7 | Фарфор | 1014 |
| Серебро | 0,016 | 1,6·10-8 | Шифер | 106 |
| Серый чугун | 1,0 | 1,0·10-6 | Эбонит | 1016 |
| Угольные щетки | 40 | 4,0·10-5 | Янтарь | 1018 |
| Цинк | 0,059 | 5,9·10-8 |  |  |

Таблица П26

**Коэффициенты теплопроводности материалов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Материал | Коэффициент теплопроводности, | |
| Вт/см.град | Кал/с.см.град |
| Бакелит намотанный | 0.003 | 0.00007 |
| Полистирол | 0.0008 | 0.00019 |
| Полихлорвинил | 0.0009 | 0.00022 |
| Полиэтилен | 0.003 | 0.00072 |
| Второпласт-4 | 0.0025 | 0.00060 |
| Бумага пропитанная соволом | 0.0016 | 0.00038 |
| Бумага пропитанная маслом | 0.0017 | 0.00041 |
| Электрокартон (пропитанный) | 0.0017 | 0.00041 |
| Гетинакс | 0.0017 | 0.00041 |
| Фарфор | 0.01 | 0.0024 |

Таблица П27

**Основные свойства важнейших твердых диэлектриков**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование материала | Удельный вес  *г/см3* | Пробивное напряжение *кв/мм* | Удельное объемное сопротивление, *Ом\*см* | Диэлектри-ческая проницаемость при *50 Гц* | Тангенс угла потерь при *50 Гц* |
|
| Фарфор электротехнический | 2,3 - 2,5 | 22 – 28 | 1013 - 1014 | 5,5 – 7,0 | 0,02-0,04 |
| Стеатит | 2,8 - 3,1 | 38 – 50 | 1015 - 1016 | 6,4 – 7,0 | 0,0005-0,0012 |
| Стекло | 2,3 - 2,8 | 10 – 20 | 1010 - 1013 | 6 – 8 | 0,04 – 0,120 |
| Базальт | 2,9 - 3,1 | 3 – 4 | 1010 - 1011 | 6 – 8 | - |
| Слюда, мусковит | 2,7 - 2,87 | 98 - 175 | 1014 - 1015 | 6,5 – 7,2 | 0,0004 – 0,048 |
| Флогопит | 2,68 - 2,89 | 95 - 160 | 1013 - 1014 | 5,8 – 6,2 | 0,005 – 0,015 |
| Миканиты разные толщиной 0,1 – 0,5 | - | 15 – 50 | 1012 - 1015 | - | 0,008 - 0,07 |
| Микафолий 0,15 - 0,30 | - | 12 – 30 | 1012 - 1014 | - | - |
| Микалента 0,08 – 0,17 |  | 14 – 26 | 1012 - 1014 |  |  |
| Стекломикалента |  | 12 – 20 | 1013 - 1015 | - | 0,02-0,04 |
| Стекломикафолий | - | 10 – 25 | 1013 - 1014 | - | 0,02-0,05 |
| Микалекс | - | 15 - 20 | 1014 - 1015 | - | 0,005 – 0,008 |
| Слюдинитовые ленты | - | 10 – 30 | 1013 - 1015 | - | - |
| Слюдинитофолий | - | 10 – 25 | 1013 - 1014 | - | - |
| Стеклослюдинит | - | 15 – 35 | 1013 - 1015 | - |  |
| Слюдинит гибкий | - | 16 – 48 | 1013 - 1014 | - | - |
|  |  |  | Продолжение табл. П27 | | |
| Наименование материала | Удельный вес  *г/см3* | Пробивное напряжение *кв/мм* | Удельное объемное сопротивление, *Ом\*см* | Диэлектри-ческая проницаемость при *50 Гц* | Тангенс угла потерь при *50 Гц* |
|
| Бумага: | | | | | |
| а)конденсатная |  |  |  |  |  |
| КОН-I | 1,0 | 15-39 | - | - | - |
| КОН-II | 1,16-1,25 | 18-50 | - | - | - |
| б)кабельная | 0,7 | 8-10 | - | - | - |
| в)намоточная | 0,75 | 5 | - | - | - |
| г)асбестовая | 0,5-0,6 | 4-6 | - | - | - |
| Картоны электроизоля-ционные в масле | 0,9-1,0 | 21-45 | - | - | - |
| Фибра электротех. | 1,0-1,2 | 3,5-7 | - | - | - |
| Лента стеклянная 0,027-0,25 мм | - | 3,5-4,5 | 1013-1014 | - | - |
| Лакоткани: | | | | | |
| а)хлопчатобумажная 0.15-0,25мм | - | 20-40 | 1012-1014 | (в состоянии поставки) | |
| б)стеклоткани | - | 20-55 | 1012-1014 | (при поставке) | - |
| Гетинаксы | 1,3-1,4 | 20-40 | 1010 - 1013 | 6-8 | 0,02-0.20 |
| Стеклотекстолит | 1,6-1,85 | 12-20 | 1010-1014 | 6-8 | 0,003-0,25 |
| Бук сухой | 0,65-0,08 | 2,2-2,5 | 3·108-2·1010 | - | - |
| Бук пропитанный олифой | 0,65-0,08 | 2,2-5,2 | 2·1012 | - | - |
| Дельта-древесина | 1,3-1,4 | 5-8 | 1010-1011 | 7-8 | 0,06-0.2 |
| Полиэтилен | 0,92-0,96 | 35-60 | 1015-1017 | 2,2-2,4 | (2-6) 10-4 |
| Полистерол | 1,05-1,07 | 25-40 | 1015-1017 | 2,4-2,6 | (2-8) 10-4 |
| Фоторопласт | 2,1-2,3 | 25-27 | 1018-1019 | 1,9-2,2 | (1-3) 10-4 |
| Полихлорвинил | 1,2-1,6 | 6-15 | 1012-1014 | 6-8 | (5-8) 10-2 |
| Пленки: | | | | | |
| а)полиэтиленовые | 0,92-0,93 | 50-80 | 1016-1018 | 2,2-2,4 | (2-5) 10-4 |
| б)фторопластовая | 2,1-2,3 | 40-220 | 1016-1018 | 1,9-2,1 | (1-3) 10-4 |
| в)полихлорвинил | 1,35-1,4 | 15-25 | 1012-1014 | 3,5-4,2 | 0,01-0,05 |
| г)триацетатцеллю-лозные | 1,23-1,27 | 89-135 | 1014-1015 | 3,2-3,6 | 0,007-0,0009 |
| д)пленкоэлектрокартон(односторонний) | 1,13-1,15 | 17-35 | 1013-1014 | - | 0,01-0,03 |
| Битумная пропитка | - | 15-20 | 1013-1014 | - | 0,03-0,05 |
| Заливочная эпоксидная масса | - | 40-50 | 1014-1015 | - | 0,01-0,03 |
| Заливочная масса маслоканифольная для кабельных муфт | - | 15-18 | 1012-1013 |  |  |
| Лаки масляные |  | 40-75 | 101-1014 | - |  |
|  |  |  | Окончание табл. П27 | | |
| Наименование материала | Удельный вес  *г/см3* | Пробивное напряжение *кв/мм* | Удельное объемное сопротивление, *Ом\*см* | Диэлектри-ческая проницаемость при *50 Гц* | Тангенс угла потерь при *50 Гц* |
|  |  |  |  |  |  |
| Лаки масляные глифталевые | - | 45-75 | 1013-1015 | - |  |
| Лаки кремнийоргани-ческие | - | 50-120 | 1014-1016 | - | - |
| Кремнийоргани-ческая резина | 1,3-1,5 | 16-20 | 1010-1016 | - | 0,02-0,08 |

Таблица П28

**Основные свойства важнейших твердых диэлектриков**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование материала | Теплостойкость, *0С* | Водопоглощение за 24 часа, *%* | Механическая прочность | | |
| Растяжение *кГ/см2* | Сжатие  *кГ/см3* | Изгиб *кГ/см2* |
| Фарфор электротехнический | - | - | 250-300 | 4000-5000 | 6000-850 |
| Стеатит |  | - | 550-800 | 8000-9000 | 1350-1650 |
| Стекло | 500 – 600 | - | 300-1000 | 5000-12000 | - |
| Базальт | - | 0,01 – 0,02 | 220-250 | 2000-2500 | 600-680 |
| Слюда, мусковит | 550 – 600 | 0,16 – 0,2 | 1700-3500 | 3260-5100 | - |
| Флогопит | 800 – 400 | 02 – 0,26 | 1500-2200 | 1684-2500 | - |
| Миканиты разные толщиной 0,1 – 0,5 | - | - | - | - | - |
| Микафолий 0,15 – 0,30 | - | - | 150-320 | - | - |
| Микалента 0,08 – 0,17 | - | - | 180-350 | - | - |
| Стекломикалента | - | - | 500-800 | - | - |
| Стекломикафолий | - | - | 600-800 | - | - |
| Микалекс | - | - | 300-4500 | - | - |
| Слюдинитовые ленты | - | - | 200-2300 | - | - |
| Слюдинитофолий | - | - | 200-800 | - | - |
| Стеклослюдинит | - | - | 500-1000 | - | - |
| Слюдинит гибкий | - | - | - | - | - |
| Бумага: | | | | | |
| а)конденсатная | - | - | - | - | - |
| КОН-I | - | - | - | - | - |
| КОН-II | - | - | - | - | - |
| б)кабельная | - | - | - | - | - |
| в)намоточная | - | - | - | - | - |
| г)асбестовая | - | - | - | - | - |
| Картоны электроизоля-ционные в масле | - | - | - | - | - |
| Фибра электротехническая | - | - | 300-700 | - | - |
|  |  |  | Продолжение табл. П28 | | |
| Наименование материала | Теплостойкость, *0С* | Водопоглощение за 24 часа, *%* | Механическая прочность | | |
| Растяжение *кГ/см2* | Сжатие  *кГ/см3* | Изгиб *кГ/см2* |
| Лента стеклянная 0,027-0,25 мм | - | - | 4-23 | Для ширины 10мм | |
| Лакоткани: | | | | | |
| а)хлопчатобумажная 0.15-0,25мм |  | 5-7 | 3-4 кГ/мм2 | - | - |
| б)стеклоткани | - | 1-3 | 3,5-12кГ/мм2 | - | - |
| Гетинаксы | 150-200 | 0,2-0,7 | 800-1500 | - | 800-1700 |
| Стеклотекстолит | 185-290 | 0,05-1,0 | 900-5000 | - | 1100-5000 |
| Бук сухой | - | - | 630-1250 | 420-460 | 830-920 |
| Бук пропитанный олифой | - | - | - | - | - |
| Дельта-древесина | 140-190 | 3-4 | 1100-2600 | - | 1400-2500 |
| Полиэтилен | 50-65 | 0,005 | 120-400 | - | 120-380 |
| Полистерол | 65-85 | 0,02 | 350-600 | 850-1000 | 800-900 |
| Фоторопласт | 200-250 | 0,00 | 150-250 | 200-250 | 110-140 |
| Полихлорвинил | - | 0,1-0,3 | 100-200 | - | - |
| Пленки: | | | | | |
| б)фторопластовая | 250 | 0 | - | - | - |
| в)полихлорвини-ловые | 60-70 | 0,2-1,05 | - | - | - |
| г)триацетатцеллю-лозные | 120 | 2,8-6,0 | - | - | - |
| д)пленкоэлектрокартон  (односторонний) | 105 | - | - | - | - |
| Битумная пропитка | 95-100 | Объемная усадка при охлаждении 8-9% | | | |
| Заливочная эпоксидная масса | 120 | Объемная усадка при охлаждении 0,6-1,0% | | | |
| Заливочная масса маслоканифольная для кабельных муфт МК-45 | 45 | Объемная усадка при охлаждении 6-7% | | | |
| Лаки масляные |  |  |  |  |  |
| Лаки масляно-битумные | - | - | - | - | - |
| Лаки масляные глифталевые |  |  |  |  |  |
| Лаки кремнийоргани-ческие | До 200о С | - | - | - | - |
| Кремнийоргани-ческая резина | -60-+180 | 0,4-3,2 | 40-100 | - | - |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 13

Таблица П29

**Основные характеристики жидких диэлектриков**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование | Плотность при 20°С,  т/м3 | Вязкость при  20°С, \*10-6, м /с | Температу-ра застывания  **°С** | При  20°С | *tgδ*  при  20°С | при  100°С,  1/(Ом\*м) |
| Трансформаторное масло Т-750 | 0,895 | 8 | -55 | 2,3 | 6 | 10-10-10-10 |
| Конденсаторное масло нефтяное | 0,860 | 32 | -45 | 2,3 | 0,2-0,8 | 10-12-10-13 |
| Кабельное масло МН-  4 | 0,890 | 40 | -45 | 2,3 | 3 | 10-11-10-12 |
| Кабельное масло С-220 | 0,937 | 800 | -30 | 2,2 | 2 | 10-11-10-12 |
| Трихлордифенил | 1,38 | 70 | -19 | 5,9 | 10-  20 | 10-10 |
| Дибутилфталат | 1,03 | 67 | -50 | 6,5 | 30 | 10-10-10-9 |
| Фенилксилилэтан | 0,99 | 6,5 | -50 | 2,65 | 8 | 10-11 |
| Касторовое масло | 0,96 | 800 | -26 | 4,5 | 60 | 10-9 |
| Кремнииорганическая жидкость «Калория-  2» | 0,92-0,96 | 75 | -60 | 2,2-2,4 | 5-10 | 10-11 |

Таблица П-30

**Относительная диэлектрическая проницаемость**

**некоторых жидкостей.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Жидкость |  | Жидкость |  |
| Ацетон | 21.5 | Фенилксилилэтан | 2.65 |
| Бензол | 2.3 | Масло трансформаторное | 2.2-2.5 |
| Вода | 80.4 | Нефть, керосин | 2.1 |
| (Лед) | (3.2) | Нитробензол | 36.4 |
| Глицерин | 39.1 | Скипидар | 2.2 |
| Ксилол | 2.4 | Спирт метиловый | 35.4 |
| Масло касторовое | 4.6 | Спирт этиловый | 26.8 |
| Масло оливковое | 3.2 | Четыреххлористый углерод | 2.2 |
| Масло парафиновое | 4.7 | Эфир этиловый | 4.3 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 14

## Таблица П31

#### Основные свойства германия, кремния и селена

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Свойства | Германий | Кремний | Селен |
| Атомная масса | 72,60 | 28,06 | 78,96 |
| Атомный объём | 13,5 | 11,7 | - |
| Постоянная решётки, *нм* | 0,566 | 0,542 | 0,436 |
| Плотность при 20 °С, *Мг/м*3 | 5,3 | 2,3 | 4,8 |
| Средний температурный коэффициент линей-ного расширения (0-100 °С), К-1 | 6·10-6 | 4,2·10-6 | 50·10-6 |
| Коэффициент теплопроводности, *вт*/(*м*·К) | 55 | 80 | 3-4 |
| Средняя удельная теплоёмкость (0-100 °С), *дж/кг* | 333 | 710 | 330 |
| Температура плавления, °С | 936 | 1414 | 217-220 |
| Удельная теплота плавления, *дж/кг* | 4,1·105 | 1,6·106 | 64,2·103 |
| Коэффициент поверхностного напряжения (при температуре плавления), *н/м* | 0,6 | 0,72 | 0,11 |
|  | Продолжение табл. П31 | | |
| Свойства | Германий | Кремний | Селен |
| Собственное удельное сопротивление при температуре 20 °С, *ом·м* | 0,47 | 2000 | - |
| Собственная концентрация основных носителей, *м*-3 | 2,5·1019 | 1016 | - |
| Ширина запрещённой зоны, *эв* |  |  |  |
| при 0 К | 0,746 | 1,165 | 2,5 |
| при 300 К | 0,665 | 1,12 | 2,0 |
| Подвижность электронов, *м*2*/(в*·*с)* | 0,39 | 0,14 | - |
| Подвижность дырок, *м*2*/(в*·*с)* | 0,19 | 0,05 | 0,2·10-4 |
| Диффузионная длина неосновных носителей, *мм* | 0,2-0,3 | 0,1-0,5 | - |
| Работа выхода электронов, *эв* | 4,8 | 4,3 | 2,85 |
| Первый ионизационный потенциал, *в* | 8,1 | 8,14 | 9,75 |
| Диэлектрическая проницаемость | 16 | 12,5 | 6,3 |
| Термо-ЭДС относительно платины при ΔТ=100 К, *мв* | 33 | 41,6 | - |

## Таблица П32

**Свойства полупроводниковых соединений типа АIII ВV**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Свойства | Группа и соединение | | | | | | | | | |
| Фосфиды | | | | Арсениды | | | Антимониды | | |
| AlP | GaP | InP | | AlAs | GaAs | InAs | AlSb | GaSb | InSb |
| Порядковый номер | | | | | | | | | | |
| АIII | 13 | 31 | | 49 | 13 | 31 | 49 | 13 | 31 | 49 |
| ВV | 15 | 15 | | 15 | 33 | 33 | 33 | 51 | 51 | 51 |
| Постоянная решётки, *нм* | 0,542 | 0,545 | | 0,587 | 0,564 | 0,565 | 0,605 | 0,613 | 0,609 | 0,648 |
| Температурный коэффициент линейного расширения, α*l*·106, К-1 | - | 4,8 | | 4,5 | 3,5 | 5,4 | 4,8 | 4,2 | 6,2 | 5,0 |
|  | Продолжение табл. П32 | | | | | | | | | |
| Свойства | Группа и соединение | | | | | | | | | |
| Фосфиды | | | | Арсениды | | | Антимониды | | |
| AlP | GaP | | InP | AlAs | GaAs | InAs | AlSb | GaSb | InSb |
| Твёрдость по минерало-гической шкале | 5,5 | 5,0 | | - | 5 | 4,5 | 4 | 4,8 | 4,5 | 3,8 |
| Подвижность, *м*2*/(в*·*с)* | | | | | | | | | | |
| электронов | 0,008 | 0,019 | | 0,5 | 0,03 | 0,95 | 3,3 | 0,02 | 0,4 | 10 |
| дырок | 0,003 | 0,012 | | 0,015 | - | 0,045 | 0,05 | 0,055 | 0,14 | 0,1 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 15

## Таблица П33

**Температурный коэффициент α (при 20°С)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Металл | α, 10-3*к*-1 | Металл | α, 10-3*к*-1 |
| Алюминий | 4,3 | Ртуть | 0,92 |
| Провода | 3,7 | Серебро | 3,8 |
| Вольфрам | 4,1 | Константан | 0,03 |
| Золото | 3,9 | Манганин | 0,02 |
| Медь | 3,8 | Нейзильбер | 0,33 |
| Никель | 6,5 | Никелин | 0,23 |
| Платина | 3,9 | Нихром | 0,25 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 16

Таблица П34

**Электрохимический эквивалент *k***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вещество | Валентность | k *мг/кл* | Вещество | Валентность | k *мг/кл* |
| Алюминий | 3 | 0,0932 | Никель | 3 | 0,2027 |
| Бром | 1 | 0,8282 | Олово | 2 | 0,6150 |
| Водород | 1 | 0,01045 | ОН – группа | 1 | 0,1763 |
|  |  |  | Продолжение табл. П34 | | |
| Вещество | Валентность | k *мг/кл* | Вещество | Валентность | k *мг/кл* |
| Железо | 3 | 0,1929 | Платина | 4 | 0,5058 |
| Золото | 3 | 0,6812 | Ртуть | 1 | 2,0789 |
| Кислород | 2 | 0,0829 | Свинец | 2 | 1,0736 |
| Медь | 1 | 0,6588 | Сера | 2 | 0,1661 |
| Медь | 2 | 0,3294 | Серебро | 1 | 1,1179 |
| Натрий | 1 | 0,2383 | Хлор | 1 | 0,3674 |
| Никель | 2 | 0,3041 | Цинк | 2 | 0,3388 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 17

Таблица П35

#### Магнитная проницаемость μ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вещество |  | μ |
| Пермаллой | Ферромагнетик | До 50000 |
| Алмазная сталь | « | До 15000 |
| Супермаллой | « | До 10000 |
| Полосовое железо | « | 5000 |
| Чугунное литьё | « | 600 |
| Никель | « | 300 |
| Твердая сталь | « | 200 |
| Платина | Парамагнетик | 1,00026 |
| Алюминий | « | 1,000021 |
| Эбонит | « | 1,000014 |
| Воздух | Диамагнетик | 1,0000004 |
| Медь | « | 0,9999904 |
| Стекло | « | 0,999987 |
| Висмут | « | 0,999843 |