

## Обмоточные провода

Провода обмоточные с эмалевой изоляцией обозначаются буквенно-цифровым кодом, в котором указываются: вид изоляции, форма сечения провода, тип изоляции и через дефис - конструктивное исполнение, температурный индекс, материал проволоки. В условное обозначение провода входят марка провода с добавлением (через интервал) номинального диаметра круглой проволоки или размеры сторон прямоугольной проволоки (для прямоугольного провода) и обозначение стандарта или ТУ на провода конкретных марок. Провода обмоточные с эмалевой изоляцией (ПЭ) классифицированы по различным признакам

- эмалевой изоляции: поливинил ацетатная; винифлекс (В); метальвин (М); полиуретановая (У); полиэфирная (Э); полиимидная (И); полиамидная (АН); полиэфириримидная (ЭИ); полиэфирцианураатимидная фреоностойкая (Ф).
- форме сечения: круглые; прямоугольные (П).
- толщине изоляции: типа 1; типа 2.
- конструктивному исполнению изоляции: однослойная; двухслойная (Д); трехслойная (Т); четырехслойная (Ч); с термопластичным покрытием, склеивающимся под воздействием температуры (К).
- температурному индексу (нагревостойкости), °С: 105, 120, 130, 155, 180, 200, 220 и выше.
- материалу проволоки: медная; медная безжелезистая (БЖ); медная никелированная (МБ); алюминиевая мягкая (А); алюминиевая твердая (АТ); биметаллическая: алюмомедная мягкая (АМ), сталемедная (СМ); из сплавов: марганциновая мягкая (ММ), марганциновая твердая (МТ), марганциновая стабилизированная (МС), константановая мягкая (КМ), константановая твердая (ЕСТ), никелькобальтовая (НК); драгоценных металлов; никелевая; нихромовая (НХ).

Провода обмоточные с эмалево-волокнистой, волокнистой, пластмассовой и пленочной изоляцией подразделяются:

- по виду изоляции: волокнистая: хлопчатобумажная (Б), из натурального шелка (Ш), капроновая (К), полиэфирная (лавсановая) (Л), из трилобала (Кп), оксалона (Од), аримида (Ар); бумажная (Б); стекловолокнистая (С); стеклополиэфирная (СЛ); пластмассовая (П); пленочная: фторопластовая (Ф), полиамидофторопластовая (И), фторопластовая с полиимидно-фторопластовой (ФИ); комбинированная.
- по числу обмоток: однослойная (О); двухслойная (Д).
- по виду пропитки: глифталева, полиэфирная и другие основы (130 °С); кремнийорганическая (155 и 180 °С); органосиликатная композиция (свыше 180 °С).
- по типу изоляции: нормальная; утонченная (И); усиленная (У); дополнительная поверхностная лакировка (Л).
- по отличительным особенностям: транспонированный провод (т); подразделенный провод (П); число элементарных проводников (обозначается цифрой); толщина общей бумажной изоляции (знаменатель дроби).
- по температуре эксплуатации: 60, 80, 90, 120, 180, 200 °С; натриевостойкости в пропитанном состоянии на классы: У (90 °С), А (105 °С), Е (120 °С), В (130 °С), Г (155 °С), Н (180 °С), С (более 180 °С).
- материалу проволоки: медная; медная безжелезистая (БЖ); медная никелированная (МН); алюминиевая (А); марганциновая мягкая (ММ); марганциновая твердая (МТ); константановая мягкая (КМ); константановая твердая (КТ); нихромовая (НХ).
- по сплавам: на основе меди (БрМгЦр); покрытые слоем никеля или железа и никеля, нанесенных гальваническим способом и сплавом на основе других материалов.
- по конструктивному исполнению жилы: круглая (однопроволочная, многопроволочная); прямоугольная; полая.

### Основные характеристики обмоточных проводов

| Марка провода | Характеристика изоляции   | Диаметр проволоки, мм | Максимальная рабочая температура, °С |
|---------------|---|-----------------------|--------------------------------------|
| ПЭВ-1         | Один слой высокопрочной эмали ВЛ-931  | 0,02... 2,5           | 105                                  |
| ПЭВ-2         | Два слоя высокопрочной эмали ВЛ-931   | 0,06...2,5            | 105                                  |
| ПЭТ-155       | ЛакПЭ-955 на полиэфиримидной основе   | 0,02...2,5            | 155                                  |
| ПЭТВ          | Высокопрочный натриево стойкий лак ПЭ-939 или ПЭ-943 на основе полиэфиров           | 0,02...2,5            | 130                                  |
| ПЭВД          | Высокопрочная эмаль с дополнительным термопластичным слоем лака                     | 0,1,0,5               | 105                                  |
| ПЭВЛ          | Высокопрочная эмаль и обмотка из лавсановой нити                                    | 0,02... 1,56          | 120                                  |
| ПЭВТЛ-1       | Один слой высокопрочной полиуретановой эмали  | 0,05...1,56           | 130                                  |
| ПЭВТЛ-2       | Два слоя высокопрочной полиуретановой эмали   | 0,05...1,56           | 130                                  |
| ПЭВТЛЕ        | Высокопрочная эмаль на основе полиуретана и полиамидной смолы                       | 0,06...0,35           | 130                                  |
| ПЭЛ           | Лак на масляной основе  | 0,02...2,5            | 105                                  |
| ПЭЛО          | Лак на масляной основе и обмотка из полиэфирной нити                                | 0,05...1,56           | 105                                  |
| ПЭЛЛО         | Лак на масляной основе и обмотка из лавсановой нити                                 | 0,06... 1,56          | 105                                  |
| ПЭЛР          | Высокопрочная эмаль на основе полиамида и резольной смолы                           | 0,06...2,5            | 120                                  |
| ПЭЛШКО        | Лак на масляной основе и обмотка из капронового волокна                             | 0Л...2Л               | 105                                  |
| ПЭМ-1         | Один слой высокопрочной эмали ВЛ-941  | 0,02...2,5            | 105                                  |
| ПЭМ-2         | Два слоя высокопрочной эмали ВЛ-941   | 0,02...2,5            | 105                                  |
| ПЭС-1         | Один слой высокопрочного лака на основе поливинилформальда                          | 0,06...2,5            | 105                                  |
| ПЭС-2         | Два слоя высокопрочного лака на основе поливинилформальда                           | 0,06...2,5            | 105                                  |
| ПЭТЛО         | Высокопрочный натриевостойкий лак на основе полиэфиров и обмотка из лавсановой нити | 0,06...0,52           | 120                                  |
| ПСД           | Два слоя обмотки из стекловолокна с пропиткой натриевостойким лаком                 | 0Д...5,2              | 155                                  |
| ПСДК          | Два слоя обмотки из стекловолокна с пропиткой кремний органическим лаком            | 0Д...5,2              | 180                                  |
| ПНЭТ          | Высокопрочная натриевостойкая эмаль на основе полиамидов                            | 0,06...2,5            | 220                                  |
| ПЭШО          | Лак на масляной основе и один слой шелковых нитей                                   | 0,05...1,56           | 105                                  |
| ПЭБО          | Лак на масляной основе и один слой хлопчатобумажной пряжи                           | 0,38...2,12           | 105                                  |

### Основные параметры обмоточных проводов круглого сечения

| Номинальный диаметр провода<br>По Меди, N№1 | Сечение провода по меди, мм <sup>2</sup> | Диаметр провода с изоляцией, мм |       |       |       |       |       | Сопротивление 1 м провода при 20°C, Ом | Допустимый ток при плотности 2А/мм <sup>2</sup> , А |
|---|--|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|---|
|   |  | ПЭВ-1                           | ПЭВ-2 | ПЭЛ   | ПЭТВ  | ПНЭТ  | ПЭЛШО |  |   |
| 0.02  | 0.00031                                  | 0.027                           | -     | 0.035 | -     | -     | -     | 61.5                                   | 0.0006  |
| 0.025                                       | 0.00051                                  | 0.034                           | -     | 0.04  | -     | -     | -     | 37.16                                  | 0.001   |
| 0.03  | 0.00071                                  | 0.041                           | -     | 0.045 | -     | -     | -     | 24.7                                   | 0.0014  |
| 0.032                                       | 0.0008                                   | 0.043                           | -     | 0.046 | -     | -     | -     | 22.4                                   | 0.0016  |
| 0.04  | 0.0013                                   | 0.055                           | -     | 0.055 | -     | -     | -     | 13.9                                   | 0.0026  |
| 0.05  | 0.00196                                  | 0.062                           | 0.08  | 0.07  | -     | -     | 0.14  | 9.169                                  | 0.004   |
| 0.06  | 0.00283                                  | 0.075                           | 0.09  | 0.085 | 0.09  | -     | 0.15  | 6.367                                  | 0.0057  |
| 0.063                                       | 0.0031                                   | 0.078                           | 0.09  | 0.085 | 0.09  | -     | 0.16  | 4.677                                  | 0.0063  |
| 0.07  | 0.00385                                  | 0.084                           | 0.092 | 0.092 | 0.1   | -     | 0.16  | 4.677                                  | 0.0071  |
| 0.071                                       | 0.00396                                  | 0.088                           | 0.095 | 0.095 | 0.1   | -     | 0.16  | 4.71                                   | 0.0078  |
| 0.08  | 0.00503                                  | 0.095                           | 0.105 | 0.105 | 0.11  | -     | 0.16  | 6.63                                   | 0.0101  |
| 0.09  | 0.00636                                  | 0.105                           | 0.12  | 0.115 | 0.12  | -     | 0.18  | 2.86                                   | 0.0127  |
| 0.1   | 0.00785                                  | 0.122                           | 0.13  | 0.125 | 0.13  | 0.125 | 0.19  | 2.291                                  | 0.0157  |
| 0.112                                       | 0.0099                                   | 0.134                           | 0.14  | 0.125 | 0.14  | 0.135 | 0.2   | 1.895                                  | 0.021   |
| 0.12  | 0.0113                                   | 0.144                           | 0.15  | 0.145 | 0.15  | 0.145 | 0.21  | 1.591                                  | 0.0226  |
| 0.125                                       | 0.0122                                   | 0.149                           | 0.155 | 0.15  | 0.155 | 0.15  | 0.215 | 1.4                                    | 0.0248  |
| 0.13  | 0.0133                                   | 0.155                           | 0.16  | 0.155 | 0.16  | 0.16  | 0.22  | 1.32                                   | 0.0266  |
| 0.14  | 0.0154                                   | 0.165                           | 0.17  | 0.165 | 0.17  | 0.165 | 0.23  | 1.14                                   | 0.0308  |
| 0.15  | 0.01767                                  | 0.176                           | 0.19  | 0.18  | 0.19  | 0.18  | 0.24  | 0.99                                   | 0.0354  |
| 0.16  | 0.02011                                  | 0.187                           | 0.2   | 0.19  | 0.2   | 0.19  | 0.25  | 0.873                                  | 0.0402  |
| 0.17  | 0.0227                                   | 0.197                           | 0.21  | 0.2   | 0.21  | 0.2   | 0.26  | 0.773                                  | 0.0454  |
| 0.18  | 0.02545                                  | 0.21                            | 0.22  | 0.21  | 0.22  | 0.21  | 0.27  | 0.688                                  | 0.051   |
| 0.19  | 0.02835                                  | 0.22                            | 0.23  | 0.22  | 0.23  | 0.22  | 0.28  | 0.618                                  | 0.0568  |
| 0.2   | 0.03142                                  | 0.23                            | 0.24  | 0.23  | 0.24  | 0.23  | 0.3   | 0.558                                  | 0.0628  |
| 0.21  | 0.03464                                  | 0.24                            | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.25  | 0.31  | 0.507                                  | 0.0692  |
| 0.224                                       | 0.0394                                   | 0.256                           | 0.27  | 0.26  | 0.27  | 0.26  | 0.32  | 0.445                                  | 0.079   |
| 0.236                                       | 0.0437                                   | 0.26                            | 0.285 | 0.27  | 0.28  | 0.27  | 0.33  | 0.402                                  | 0.0875  |
| 0.25  | 0.04909                                  | 0.284                           | 0.3   | 0.275 | 0.3   | 0.29  | 0.35  | 0.357                                  | 0.0982  |

|       |         |       |       |       |      |      |      |        |        |
|-------|---------|-------|-------|-------|------|------|------|--------|--------|
| 0.25  | 0.04909 | 0.284 | 0.3   | 0.275 | 0.3  | 0.29 | 0.35 | 0.357  | 0.0982 |
| 0.265 | 0.0552  | 0.305 | 0.315 | 0.305 | 0.31 | 0.3  | 0.36 | 0.318  | 0.111  |
| 0.28  | 0.0615  | 0.315 | 0.33  | 0.315 | 0.33 | 0.31 | 0.39 | 0.285  | 0.124  |
| 0.3   | 0.0708  | 0.34  | 0.35  | 0.34  | 0.34 | 0.33 | 0.41 | 0.248  | 0.143  |
| 0.315 | 0.078   | 0.35  | 0.365 | 0.352 | 0.36 | 0.35 | 0.43 | 0.225  | 0.158  |
| 0.335 | 0.0885  | 0.375 | 0.385 | 0.375 | 0.38 | 0.37 | 0.45 | 0.198  | 0.179  |
| 0.355 | 0.099   | 0.395 | 0.414 | 0.395 | 0.41 | 0.39 | 0.47 | 0.177  | 0.2    |
| 0.38  | 0.1134  | 0.42  | 0.44  | 0.42  | 0.44 | 0.42 | 0.5  | 0.155  | 0.226  |
| 0.4   | 0.126   | 0.44  | 0.46  | 0.442 | 0.46 | 0.44 | 0.52 | 0.14   | 0.251  |
| 0.425 | 0.142   | 0.465 | 0.485 | 0.47  | 0.47 | 0.46 | 0.53 | 0.124  | 0.283  |
| 0.45  | 0.16    | 0.49  | 0.51  | 0.495 | 0.5  | 0.5  | 0.57 | 0.11   | 0.319  |
| 0.475 | 0.177   | 0.525 | 0.545 | 0.495 | 0.53 | 0.51 | 0.6  | 0.099  | 0.353  |
| 0.5   | 0.196   | 0.55  | 0.57  | 0.55  | 0.55 | 0.53 | 0.62 | 0.09   | 0.392  |
| 0.53  | 0.2206  | 0.58  | 0.6   | 0.578 | 0.6  | 0.58 | 0.66 | 0.0795 | 0.441  |
| 0.56  | 0.247   | 0.61  | 0.63  | 0.61  | 0.62 | 0.6  | 0.68 | 0.071  | 0.494  |
| 0.6   | 0.283   | 0.65  | 0.67  | 0.65  | 0.66 | 0.64 | 0.72 | 0.062  | 0.566  |
| 0.63  | 0.313   | 0.68  | 0.7   | 0.68  | 0.69 | 0.67 | 0.75 | 0.056  | 0.626  |
| 0.67  | 0.352   | 0.72  | 0.75  | 0.72  | 0.75 | 0.72 | 0.8  | 0.05   | 0.704  |
| 0.71  | 0.398   | 0.76  | 0.79  | 0.77  | 0.78 | 0.75 | 0.82 | 0.044  | 0.797  |
| 0.75  | 0.441   | 0.81  | 0.84  | 0.81  | 0.83 | 0.8  | 0.87 | 0.039  | 0.884  |
| 0.8   | 0.503   | 0.86  | 0.89  | 0.86  | 0.89 | 0.86 | 0.95 | 0.035  | 1.0    |
| 0.85  | 0.567   | 0.91  | 0.94  | 0.91  | 0.94 | 0.91 | 1.0  | 0.031  | 1.13   |
| 0.9   | 0.636   | 0.96  | 0.99  | 0.96  | 0.99 | 0.96 | 1.05 | 0.0275 | 1.27   |
| 0.93  | 0.6793  | 0.99  | 1.02  | 0.99  | 1.02 | 0.99 | 1.08 | 0.0253 | 1.33   |
| 0.95  | 0.712   | 1.01  | 1.04  | 1.02  | 1.04 | 1.01 | 1.1  | 0.0248 | 1.42   |
| 1.0   | 0.7854  | 1.07  | 1.1   | 1.07  | 1.11 | 1.06 | 1.16 | 0.0224 | 1.57   |
| 1.06  | 0.884   | 1.13  | 1.16  | 1.14  | 1.16 | 1.13 | 1.21 | 0.0199 | 1.765  |
| 1.08  | 0.9161  | 1.16  | 1.19  | 1.16  | 1.19 | 1.16 | 1.24 | 0.0188 | 1.83   |
| 1.12  | 0.9852  | 1.19  | 1.22  | 1.2   | 1.23 | 1.2  | 1.28 | 0.0178 | 1.97   |
| 1.18  | 1.092   | 1.26  | 1.28  | 1.26  | 1.26 | 1.25 | 1.34 | 0.0161 | 2.185  |
| 1.25  | 1.2272  | 1.33  | 1.35  | 1.33  | 1.36 | 1.33 | 1.41 | 0.0143 | 2.45   |
| 1.32  | 1.362   | 1.4   | 1.42  | 1.4   | 1.42 | 1.39 | 1.47 | 0.0129 | 2.72   |
| 1.4   | 1.5394  | 1.48  | 1.51  | 1.48  | 1.51 | -    | 1.56 | 0.0113 | 3.078  |

|      |         |      |      |      |      |   |      |         |       |
|------|---------|------|------|------|------|---|------|---------|-------|
| 1.4  | 1.5394  | 1.48 | 1.51 | 1.48 | 1.51 | - | 1.56 | 0.0113  | 3.078 |
| 1.45 | 1.6513  | 1.53 | 1.56 | 1.53 | 1.56 | - | 1.61 | 0.0106  | 3.306 |
| 1.5  | 1.7672  | 1.58 | 1.61 | 1.58 | 1.61 | - | 1.68 | 0.0093  | 3.534 |
| 1.56 | 1.9113  | 1.63 | 1.67 | 1.64 | 1.67 | - | 1.74 | 0.00917 | 3.876 |
| 1.6  | 2.01    | 1.68 | 1.71 | 1.68 | 1.71 | - | -    | 0.0086  | 4.03  |
| 1.7  | 2.2697  | 1.78 | 1.81 | 1.78 | 1.81 | - | -    | 0.0078  | -     |
| 1.74 | 2.378   | 1.82 | 1.85 | 1.82 | 1.85 | - | -    | 0.00737 | ----- |
| 1.8  | 2.54468 | 1.89 | 1.92 | 1.89 | 1.92 | - | -    | 0.00692 | -     |
| 1.9  | 2.8105  | 1.99 | 2.02 | 1.99 | 2.02 | - | -    | 0.00612 | ---   |
| 2.0  | 3.1415  | 2.1  | 2.12 | 2.1  | 2.12 | - | -    | 0.00556 | -     |
| 2.12 | 3.5298  | 2.21 | 2.24 | 2.22 | 2.24 | - | -    | 0.00495 | -     |
| 2.24 | 4.0112  | 2.34 | 2.46 | 2.34 | 2.46 | - | -    | 0.00445 | -     |
| 2.36 | 4.3743  | 2.46 | 2.48 | 2.36 | 2.48 | - | -    | 0.00477 | -     |
| 2.5  | 4.9212  | 2.6  | 2.63 | 2.6  | 2.62 | - | -    | 0.00399 | -     |