

Провод Эмалированный

Далее идет тип лака.

Провода с изоляцией лаком винифлекс изготавливают круглыми Медными марок ПЭВ-1 и ПЭВ-2 (ГОСТ 7262-64), прямоугольными медными марки ПЭВП и круглыми алюминиевыми марки ПЭВА. Провода с изоляцией лаком металвин изготавливают круглыми медными марок ПЭМ-1 и ПЭМ-2 (ГОСТ 10288-62), а лаком СТЛ-2756-ПЭС-1 и ПЭС-2. Медные эмалированные провода марок ПЭВ, ПЭМ и ПЭС выпускают диаметром 0,06-2,44 мм. Кроме того, по отдельным техническим условиям выпускают эмалированные провода на лаке винифлекс диаметром 0,02-0,05 мм и в опытным порядке диаметром 0,012-0,015 мм. Прямоугольные провода марки ПЭВП, изолированные лаком винифлекс, выпускают сечением до 10 мм<sup>2</sup> и организуется выпуск проводов сечением до 60 мм<sup>2</sup>. Провода марки ПЭВА выпускают диаметром 0,08-2,44 мм.

Провода ПЭВ-1, ПЭМ-1 и ПЭС-1 имеют минимальную толщину изоляции 0,010-0,050 мм, а провода ПЭВ-2, ПЭМ-2 и ПЭС-2 0,012-0,070 мм.

Прямоугольный провод марки ПЭВП изготавливают размером 0,5 - 1,95 мм по малой стороне и 2,1-8,8 мм по большой стороне (сечение до 10 мм<sup>2</sup>).

Минимальная толщина изоляции по малой стороне 0,06-0,10 мм и по большой стороне 0,06-0,08 мм. Провода алюминиевые марки ПЭВА выпускают с толщиной изоляции 0,010-0,055 мм. Среднее число возвратно-поступательных движений иглы диаметром 0,6 мм при испытании проводов ПЭМ, ПЭВ и ПЭС на скребковом приборе должно быть не менее 40, а минимальное 30. Пробивное напряжение изоляции проводов ПЭМ-1 400-1500 в, ПЭМ-2 500-2000 в, ПЭВ-1 350-1400 в, ПЭВ-2 450-2000 в. Число дефектных мест (микропор) при испытании проводов ПЭМ-1 диаметром 0,06-0,38 мм при напряжении 60 в на 15 м не должно превышать 7-10, ПЭМ-2 5-8, ПЭВ-1 и ПЭС-1 7-16, ПЭВ-2 и ПЭС-2 5-10. По электроизоляционным и физико-механическим характеристикам эмалированные провода марок ПЭВ, ПЭМ и ПЭС равноценны, но по стойкости к действию растворителей и воды преимущества имеют провода марки ПЭМ. Эмалированные провода с изоляцией лаками винифлекс и металвин обладают высокой механической прочностью на истирание и высокой стойкостью к тепловому удару. Эти свойства проводов ПЭВ, ПЭМ и ПЭС обеспечивают широкое их применение для электрических машин, в которых раньше применялись провода марки ПЭЛБО. По нагревостойкости эмалированные провода на поливинилацеталевых лаках марок ПЭВ, ПЭМ и ПЭС относят к классу А (105°C). Проведенные исследования алюминиевых эмалированных проводов марки ПЭВА показали возможность отнесения их по нагревостойкости к классу Е (120°C). Типовая зависимость среднего срока службы проводов ПЭВ, ПЭМ и ПЭВА от температуры приведена на рис. 22-1, а изменение сопротивления изоляции провода ПЭВ-2 по сравнению с проводом ПЭЛ в зависимости от продолжительности увлажнения приведено на рис. 22-2.

За рубежом выпускают провода, изолированные поливинилацеталевыми эмальлаками, по составу близкими к лаку металвин, под торговыми марками "Формекс" в США и "Формафар" в Японии. Провода с поливинилформалевой изоляцией в Японии изготавливают трех классов по толщине изоляции: класс 0 - диаметром 0,10- 3,2 мм с минимальной толщиной изоляции (D-d) 0,016-0,049 мм; класс I - диаметром 0,10-3,2 мм с минимальной толщиной изоляции 0,009-0,034 мм и класс II - диаметром 0,025-1,00 мм с минимальной толщиной изоляции 0,003-0,017 мм. Прямоугольные провода изготавливают сечением до 25 мм<sup>2</sup>. Японскими стандартами предусматриваются также и максимальные значения толщины изоляции, равные для проводов класса 0 0,056-0,188 мм, класса I 0,04-0,138 мм и класса II 0,012-0,062 мм.

В Англии провода с поливинилформалевой изоляцией изготавливают диаметром 0,0508-4,064 мм четырех типов по толщине изоляции, причем в стандарте предусматриваются как максимальные, так и минимальные значения толщины изоляции.

Проектом рекомендаций МЭК предусматривается выпуск эмалированных проводов с изоляцией поливинилацеталевыми и поливинилформалевыми лаками четырех типов: первый - диаметром 0,05-5,0 мм с максимальной толщиной изоляции (D-d) 0,012-0,142 мм; второй - диаметром 0,05-5,0 мм с максимальной толщиной изоляции 0,016-0,177 мм; третий - диаметром; 0,08-5,0 мм с максимальной толщиной изоляции 0,036- 0,215 мм и четвертый - диаметром 0,25-5,0 мм с максимальной толщиной изоляции 0,094-0,274 мм. Минимальные толщины не нормируются. По нагревостойкости эти провода относятся к классу А (105° С).

Провод ПЭЛ и ПЭТ в в другом лаке.

Но по цвету и по электрическим параметрам одинаковы

Медные эмальпровода с изоляцией на основе масляных лаков марки ПЭЛ выпускаются только круглого сечения с диапазоном размеров от 0 05 до 2 44 мм. Некоторым преимуществом проводов марки ПЭЛ перед проводами с другими типами изоляции является возможность наложения меньшей толщины *эмальленки*, а также лучшие электрические характеристики в исходном состоянии и в условиях повышенной температуры и влажности. Однако низкая механическая прочность и стойкость к растворителям такой изоляции позволяет использовать провода марки ПЭЛ только в некоторых приборах.

Кроме того, в ряде случаев применение алюминия увеличивает нагревостойкость эмалированных обмоточных проводов. Это объясняется тем, что алюминий, в отличие от меди, не оказывает каталического воздействия на *эмальленку* в процессе теплового старения этих проводов.

Лакостойкость ( бензиностойкость) эмалированных проводов марок ПЭЛ и ПЭЛУ проверяется тем же методом после 24-часовой выдержки проводов в бензине определенного сорта. Лаки на бензоле или толуоле для пропитки в этом случае непригодны, так как они оказывают значительное воздействие на *указанные эмальленки*.

Испытание механической прочности высокопрочных эмалей в соответствии со стандартом производится истиранием с помощью описанного выше прибора с иглой. Обычно все высокопрочные эмальпровода этим условиям удовлетворяют, причем очень часто эмаль выдерживает до истирания значительно большее число ходов. Механическая прочность *эмальленок* винифлекс и металвин примерно одинакова. Полиамидно-резольная эмаль обычно выдерживает несколько большее число ходов прибора в сравнении с поливинилацеталевыми эмалями. Если провода подвергать длительной тепловой обработке ( ПЭЛ, ПЭЛУ при 100 - 105 С, ПЭВ-1, ПЭВ-2, ПЭЛР-1 и ПЭЛР-2 при 125 С), то в течение первых 16 - 25 дней механическая прочность эмалей несколько возра: стает, затем начинает сказываться тепловое старение эмалей и механическая прочность их начинает постепенно снижаться.

Эмальлаки винифлекс и металвин. Летучая часть лака состоит из равных частей этилцеллозольва и хлорбензола. Благодаря введению резольной фенолформальдегидной смолы, *образующаяся эмальленка* становится более твердой, стойкой к воздействию растворителей, а также приобретает высокую механическую прочность в сочетании с хорошей гибкостью и эластичностью.

При нагревании выше 250 С медная проволока, как известно, окисляется. В связи с этим целесообразно ее для таких проводов серебрить, никелировать или покрывать каким-либо другим защитным слоем, например, алюминием или нагревостойкими алюминиевыми красками. Серебрение, никелирование или алюминирование

проволоки могут несколько повысить нагревостойкость *эмальпленок*, так как медь каталитически действует на окислительные процессы при старении эмалевых пленок.

Эти исследования показали, что длительное пребывание в воде при нормальной температуре ( 20 С) существенно увеличивает tg б и снижает электрическую и механическую прочность эмалевой изоляции. При этом механическая прочность эмалевой изоляции недеформированных образцов на поливинилацеталевых лаках становится значительно ниже, чем проводов на полиэфирных и полиуретановых лаках. В частности, если у эмалированных проводов на полиэфирном лаке марки ПЭТВ, находившихся в воде ( без предварительного растяжения) в течение 5 суток, пробивное напряжение снизилось на 30 %, а число двойных ходов иглы скребкового прибора при испытании механической прочности эмалевой изоляции на 12 %, то у эмалированных проводов на лаке винифлекс это снижение соответственно составило 48 и 83 %: У образцов, которые перед испытанием в воде растягивались на 10 и 20 %, эта разница была менее заметной. По-видимому, находящиеся в воде *поливинилацеталевые эмальпленки* сильно набухают, что и приводит к изменению их характеристик.

В этом случае весьма удобными являются эмалированные провода, у которых при погружении в расплавленный припой происходит оплавление эмалевой изоляции и этот конец проволоки облуживается без применения специальных флюсов. Такие эмалированные провода получают при применении полиуретановых лаков. Эти лаки имеют высокий процент сухого остатка ( 34 - 38 %) и дают пленки с хорошими электроизоляционными характеристиками ( высокие  $U_{ар}$ ,  $p_v$  и  $p_r$ . В лак могут быть введены красители; в этом случае имеется возможность получить *эмальпленки различных цветов*. Исследования и разработка рецептур таких лаков во ВНИИ КП показали, что, помимо указанных выше свойств, полиуретановые эмали обладают достаточно высокой нагревостойкостью и превосходят в этом отношении поливинилацеталевые и полиамид-но-резольные лаки.

В последнее время эта проволока заменена проволокой марки ПЭВ-1. Высокопрочные эмалированные провода изготавливаются преимущественно с применением поливинилацеталевого лака винифлекс, рецептура которого разработана в ВЭИ под руководством чл. Кроме того, для этой же цели применяется другой поливинилацеталевый лак - металвин, разработанный чл. По природе лак металвин близок к лаку винифлекс. Однако в настоящее время в результате соответствующей доработки и получения оптимальных рецептур эмаль-лаков винифлекс и металвин свойства *эмальпленок* обоих лаков стали достаточно близкими друг к другу и ГОСТ 7262 - 54 не делает различия между ними и присваивает проводам винифлекс и металвин одну марку. Проволока металвин отличается от винифлексовой повышенной лакостойкостью и бензолостойкостью.