Лекция 2. Проводниковые материалы. Медь, алюминий и их сплавы

2.1. Общие свойства проводников

Проводниковые материалы предназначены для передачи электрической энергии и сигналов. К ним относятся чистые металлы (медь, алюминий) и их сплавы, а также металлические композиции. Основные требования к проводникам: высокая проводимость, механическая прочность, коррозионная стойкость, технологичность (легко обрабатываются, паяются, свариваются).

2.2. Медь

Медь — основной проводниковый материал в электротехнике. Обладает наивысшей среди технических металлов электрической проводимостью (уступает только серебру). Удельное сопротивление меди: 0,01724 мкОм·м (при 20 °C).

Основные свойства меди:

- Высокая электрическая проводимость — ~97% от проводимости серебра.
- Высокая теплопроводность — эффективно отводит тепло.
- Механическая прочность достаточна для проводов и шин.
- Хорошая коррозионная стойкость в атмосферных условиях.
- Технологичность — легко паяется, сваривается, прокатывается в тонкую фольгу.
- Температурный коэффициент сопротивления: 0,004 1/°C.

В электротехнике применяется медь марок М0 (99,95% Cu), М1 (99,9% Cu), М2, М3 — для обмоточных проводов, кабелей, шин, контактов. Примеси (железо, фосфор, мышьяк) резко снижают проводимость меди.

2.3. Алюминий

Алюминий — второй по значению проводниковый материал. Удельное сопротивление: 0,0282 мкОм·м — примерно в 1,6 раза выше, чем у меди. Плотность алюминия (2700 кг/м³) в 3,3 раза меньше плотности меди (8900 кг/м³).

Достоинства алюминия:

- Малая масса — при равной проводимости алюминиевый провод легче медного примерно в 2 раза.
- Низкая стоимость — значительно дешевле меди.
- Достаточная коррозионная стойкость (на воздухе покрывается защитной оксидной плёнкой).
- Неограниченные запасы сырья.

Недостатки алюминия:

- Меньшая проводимость — для равной токовой нагрузки сечение алюминиевого провода должно быть больше примерно на 60%.
- Низкая механическая прочность — легко деформируется, возможны обрывы.
- Оксидная плёнка затрудняет пайку и сварку.
- Контактные соединения склонны к ослаблению и нагреву — требуют регулярной ревизии.
- ТКС: 0,004 1/°C — такой же, как у меди.

Алюминий применяется для воздушных линий электропередачи (провода А, АС — сталеалюминиевые), силовых кабелей, шин распределительных устройств, обмоток некоторых типов трансформаторов и электродвигателей.

2.4. Сплавы меди и алюминия

Латунь — сплав меди с цинком (до 40% Zn). Применяется для контактов, зажимов, токоведущих деталей, где требуется повышенная механическая прочность. Проводимость латуни ниже, чем у чистой меди.

Бронза — сплав меди с оловом, алюминием, кремнием и др. Обладает высокой упругостью и прочностью. Применяется для пружинящих контактов, щёткодержателей.

Алюминиевые сплавы (алдрей, альмел) — упрочнённые сплавы алюминия с магнием, кремнием. Сочетают лёгкость алюминия с прочностью, приближающейся к меди. Применяются для воздушных линий.

2.5. Сравнение меди и алюминия для практики электромонтёра

При замене повреждённого участка провода необходимо соблюдать правило: алюминиевый провод нельзя напрямую соединять с медным — образуется гальваническая пара, контакт окисляется, нагревается и может привести к пожару. Для соединения меди и алюминия применяют клеммные колодки с разделением, зажимы типа WAGO с антиоксидантной пастой или опрессовку с биметаллическими гильзами.