

Горобец Анатолий Владимирович,
магистрант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: impuls_angarsk@mail.ru
Филиппова Тамара Матвеевна,
к.х.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: ripr@angtu.ru

АЛЮМИНИЙ КАК МАТЕРИАЛ ДЛЯ МОНТАЖА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ

Gorobets A.V., Filippova T.M.

ALUMINUM AS MATERIAL FOR INSTALLING AN ELECTRICAL CABLE

Аннотация. Рассмотрены характеристики «Катанки из алюминиевых сплавов марок 8176 и 8030», изготовленная способом непрерывного литья и прокатки, или совмещенным способом непрерывного литья и прокатки-прессования, предназначенная для изготовления проволоки электротехнического назначения.

Ключевые слова: электрический проводник, алюминиевый сплав, кабель медный, проволока из алюминия.

Annotation. «Rolled wire from aluminum alloys of grades 8176 and 8030», manufactured by continuous casting and rolling, or by the combined method of continuous casting and rolling-pressing, designed for the manufacture of wire for electrical purposes, was developed and adopted for use.

Keywords: electric conductor, aluminum alloy, copper cable, aluminum wire.

Долгое время алюминий является стандартным материалом для электрических проводников при передаче электрической энергии от всех электростанций и буквально до входа в дом или квартиру. Он применяется, таким образом, более ста лет. Высоковольтные провода на опорах – это всегда алюминиевые проводники электрического тока за счет их малого удельного веса. Алюминий дает возможность применять в два раза меньше опор, чем медь. Кроме того, от подстанций до распределительных трансформаторов алюминиевые кабели также являются стандартными проводниками, как для воздушных, так и для подземных сетей. В многоквартирных домах все не так однозначно. Для монтажа электрической проводки по квартирам длительное время применяли алюминиевый кабель типа АДОЕ и 1350 [3]. Эти марки перестали использовать в качестве стандартной внутренней проводки зданий в 60-70 г.г. прошлого века из-за проблем, которые увеличивали риск возгорания, что в итоге приводило к плачевным последствиям (рис. 1).



Рисунок 1 - Возможные проблемы алюминиевой электропроводки

В соответствии с нормативным документом «Правила устройства электроустановок» в 7-ой редакции от 2002 г. (ПУЭ-7) алюминиевый кабель в РФ был запрещен как вид электропроводки в жилищном строительстве. И для внутренней проводки зданий и помещений главным материалом стали применять медь [1].

В настоящее время Ассоциацией «Объединение производителей, поставщиков и потребителей алюминия» (Алюминиевая ассоциация), Обществом с ограниченной ответственностью «Объединенная компания РУСАЛ Инженерно-технологический центр» (ООО «РУСАЛ ИТЦ») разработан и принят к использованию Техническим комитетом по стандартизации ТК 099 «Алюминий» ГОСТ Р 58019-2017 «Катанка из алюминиевых сплавов марок 8176 и 8030» [2]. Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».

Настоящий стандарт распространяется на катанку из алюминиевых сплавов марок 8176 и 8030, изготовленную способом непрерывного литья и прокатки, или совмещенным способом непрерывного литья и прокатки-прессования, предназначенную для изготовления проволоки электротехнического назначения [3].

Новые сплавы, по заявлению производителей, имеют другую кристаллическую решетку и позволяют производить алюминиевую проводку шестого класса гибкости (как у меди). Химический состав алюминиевых сплавов приведен в табл. 1, 2.

Таблица 1

Химический состав материала АД0Е (другое обозначение 1011Е)
ГОСТ 4784-97(%)

Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	B	Zn	Примесей	-
до 0.4	до 0.1	до 0.01	до 0.01	до 0.05	min 99.5	до 0.05	до 0.05	до 0.05	прочие, каждая 0.03; всего 0.1	V+Ti < 0.02

Таблица 2

Химический состав материала 1350 (другое обозначение АД 35)
ГОСТ 4784-97(%)

Fe	Si	Mn	Cr	Ti	Al	Mg	Cu	Zn
до 0.5	До 0.7-1,3	до 0.4-1	До 0.25	До 0.1	остаток	До 0.6-1.2	До 0.1	до 0.2

Химический состав алюминиевых сплавов 8176 и 8030 по ГОСТ Р 58019 - 2017 [2] приведен в табл. 3.

Таблица 3

Химический состав алюминиевых сплавов 8176 и 8030 (%)

Марка ка-танки	Массовая доля, %, не более										
	Al	Основных компонентов		Примесей						Прочих компонентов, не более	
		Fe	Cu	Si	Mg	Cu	Zn	Ga	Сумма: Ti, V, Cr, Mn	каждого	все го
8176	ос-нова	00,40-0,50	--	00,07	00,02	00,01	00,04	00,01	00,015	00,03	00,15
8030	ос-нова	00,35-0,45	00,15-0,19	00,07	00,02	--	00,04	00,01	00,015	00,03	00,10

Характеристика марок 8176 и 8030 в сравнении с марками АДОЕ и 1350:

– Ползучесть выше.

Ползучесть – процесс медленного и непрерывного нарастания остаточной деформации при постоянной температуре и постоянном напряжении, меньшем предела текучести. Алюминий марки АДОЕ (1350) под постоянной нагрузкой в контактом соединении проявляет ползучесть, что приводит к ослаблению электрического контакта.

Этот недостаток был устранён в сплавах 8030 и 8017, имеющих более высокую стойкость, которая близка к ползучести, обладаемой медными жилами. Достигается, в основном, за счет повышенного содержания железа (до 0,8 %).

– Пластичность ниже.

Проволоку из алюминия 1350 применяли в алюминиевой проводке в полностью нагартованном состоянии Н19. В этом состоянии предел прочности лишь незначительно превышает предел текучести, а относительное удлинение составляет всего 1,5 - 2 %. С этим связана «хрупкость» этой алюминиевой проволоки и ее чувствительность к надразам и вмятинам (рис. 2).

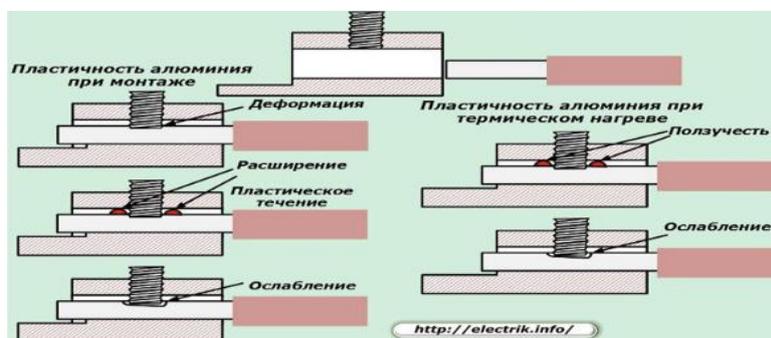


Рисунок 2- Пластические свойства Al проводов

Алюминиевые жилы из сплавов 8030 и 8176 имеют более прочное состояние (благодаря применению промежуточного отжига), что дает относительное удлинение не менее 10 % (рис. 3).

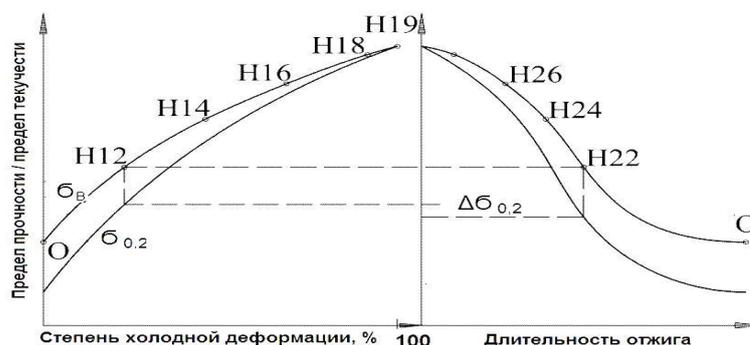


Рисунок 3- Изменение пределов прочности и пластичности при отжиге алюминия [4]

При монтаже алюминиевой проводки возникал ряд проблем:

- Температурное расширение увеличивается.

Алюминий при нагреве расширяется в большей степени, чем другие материалы, которые находятся вместе с ним в контактном соединении, например, латунь или сталь. Это вызывает температурные напряжения и часто пластические деформации, что приводит к уменьшению площади контакта и к еще большему его нагреву [5]. Коэффициент температурного расширения алюминия практически не зависит от легирующих элементов или технологии.

Для компенсации повышенного температурного расширения алюминиевой проводки научились применять специальные контактные устройства из материалов, близких по температурному расширению [4].

Для алюминиевой проводки не применимы «вставные контакты», когда провод вставляется в контактное устройство. Вместо этого можно использовать соединение «методом сжима». Он может быть нескольких видов – болтовой, винтовой (первые два используются только при помощи специальной насадки) или же при помощи прижимной пружины, используемой в клеммах фирмы Wago (рис. 4).

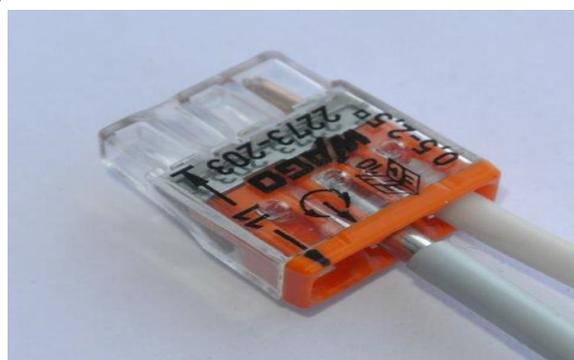


Рисунок - 4. Прижимная пружина Wago

- Окисление поверхности контакта:

Свежая поверхность алюминиевого провода очень быстро покрывается пленкой оксида алюминия, который является электрическим изолятором. Толщина этой пленки зависит от температуры и влажности окружающей среды. Для того чтобы получить максимально хорошее соединение, лучше удалить оксидный слой с поверхности алюминиевого проводника и нанести на него токопроводящую пасту.

- Гальваническая коррозия в контакте с латунью и сталью:

Материалами, которые применяются в контактном соединении с алюминием, могут оказаться другие металлы, например, сталь или латунь. При наличии влаги это может приводить к образованию гальванической пары и вызывать электрохимическую коррозию алюминия, соответственно – перегрев контактного соединения. Данная проблема решена с помощью применения специальных контактных устройств из материалов, не вызывающих гальванической коррозии алюминия, а также использования специальной контактной смазки.

- Подключение алюминия к автоматам:

У выключателей, контакторов, пускателей, реле напряжений, УЗО, тех же клеммных колодок контакты изначально идут если не из меди, то, по крайней мере, из латуни. Если напрямую соединить такой контакт: медь-алюминий: латунь-алюминий, то получается гальваническая пара с образованием оксидов и дальнейшим нагревом в месте соединения. Для устранения этой проблемы применяют переходные медно-алюминиевые гильзы (ГАМ), с сечением не менее 16 мм². Однако такие гильзы не предусмотрены на сечения: 2,5 мм²; 4 мм²; 6 мм², которые являются самыми ходовыми при монтаже. Проблема снята простым техническим решением, позволяющим соединять провода зажимами типа «орех» (рис. 6 а, б). В конструкции зажима используется латунная разделительная пластина.



Рисунок 6 а - Соединение проводов зажимами типа «орех»



Рисунок 6 б - Соединение проводов зажимами типа «орех»

После внесения соответствующих изменений в состав сплава алюминиевый кабель стал годным для использования (приказ от 19 сентября 2018 года № 588/пр. об утверждении Изменения №2 к СП 256.1325800.2016 «Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа») и активно применяется в РФ с 20 марта 2019 г.[6].

Данное новшество позволяет использовать провода из алюминиевых сплавов марок 8030 и 8176 в электропроводке при строительстве жилых зданий и строений общего пользования при условии, что сечение токопроводящих медных жил и жил из алюминиевых сплавов марок 8030 и 8176 по ГОСТ Р 58019 не менее указанных в табл. 4.

Таблица 4

Наименьшие сечения токопроводящих медных жил и жил из алюминиевых сплавов марок 8030 и 8176 по ГОСТ Р 58019 [6]

Наименование линии	Наименьшее сечение токопроводящих жил кабелей и проводов, мм ²
Линии групповых сетей	2,5
Линии от этажных щитков до квартирных и к расчетному счетчику	4,0
Линии распределительной сети (стояки) для питания квартир	6,0

Известны материалы [6] о соединении медных жил и жил из алюминиевых сплавов марок 8030 и 8176 по ГОСТ Р 58019 с контактами электроустановочных изделий, аппаратов защиты, управления, сигнализации и счетчиков. Они должны соответствовать требованиям ГОСТ 10434, ГОСТ 17441 и стандартов на конкретные установочные изделия и коммутационные устройства.

При выполнении электрических сетей кабелями и проводами с жилами из алюминиевых сплавов марок 8030 и 8176 по ГОСТ Р 58019 электроустановочные изделия (розетки, выключатели, зажимы контактные, зажимы винтовые с прижимной планкой от автоматических выключателей) должны иметь маркировку, указывающую на возможность присоединения кабельных изделий как с

медными жилами, так и с жилами из алюминиевых сплавов марок 8030 и 8176 по ГОСТ Р 58019.

Для обеспечения надежности контактных соединений в распределительных коробках следует осуществлять соединение токопроводящих жил из сплавов алюминия марок 8030 и 8176 по ГОСТ Р 58019 при помощи винтов или алюминиевых гильз, методом опрессовки или использовать сварку.

При монтаже ответвляемых кабелей с жилами из алюминиевых сплавов марок 8030 и 8176 по ГОСТ Р 58019 должны применяться сжимы с оцинкованными контактами.

При выполнении соединений в электропроводах с токопроводящими жилами из сплавов алюминия марок 8030 и 8176 по ГОСТ Р 58019, если тип электроустановочных изделий содержит медные или латунные контакты, для обеспечения стабильности контактного соединения следует применять электропроводящие смазки.

Таким образом, алюминиевые провода являются конкурентно способными в сравнении с медными. Да, они сложнее в использовании и требуют проведения технического обслуживания не реже, чем 1 раз в 2 года, но себестоимость строительства зданий с его использованием значительно снижается, что является огромным плюсом в пользу кабеля из алюминиевых сплавов марок 8030 и 8176.

ЛИТЕРАТУРА

1. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7.
2. ГОСТ Р 58019-2017. Катанка из алюминиевых сплавов марок 8176 и 8030.
3. Кабели силовые с токопроводящими жилами из сплавов алюминия для электропроводок в жилых зданиях / Каменский М.К., Недайхлиб Т.А., Фрик А.А. – Кабели и провода – № 3, 2018.
4. Design of Aluminium structures: Selection of Structural Alloys Structural Design according to Eurocode 9 /R. Gitter – EUROCODES: Background and Applications, 2008.
5. Evaluation of Aluminum Cable / Breck Booker, Southwire – 2011.
6. Изменение № 2 к СП 256.1325800.201677