

# ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ ПОКУПАТЕЛЯМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ КАБЕЛЕЙ



## О МАССОВОМ ПРИМЕНЕНИИ **АЛЮМИНИЕВЫХ** ПРОВОДНИКОВ В КОАКСИАЛЬНЫХ ТВ-КАБЕЛЯХ И В КАБЕЛЯХ "ВИТАЯ ПАРА", ИМПОРТИРУЕМЫХ ИЗ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ



### Введение

Российский потребитель, приходящий в строительные магазины, очень часто сталкивается с предлагаемой ему кабельной продукцией весьма низкого качества, а зачастую и сфальсифицированной.

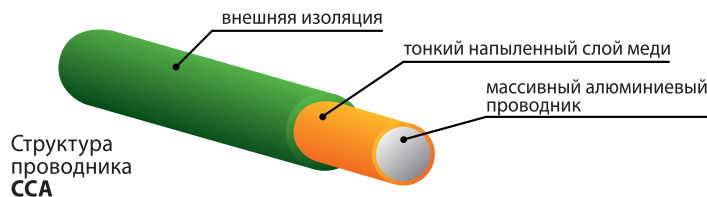
Например, в классических коаксиальных ТВ-кабелях, импортируемых из Юго-Восточной Азии (ЮВА), повальным образом и фактически без какого-либо исключения применяется удешевленная **алюминиевая оплетка**. Также можно, к великому сожалению, констатировать, что в большинстве кабелей "витая пара", предназначенных для передачи данных, массовым образом используются проводники, изготовленные по технологии **ССА**.

В этой статье мы попытаемся простым и понятным языком рассказать о том, что же на самом деле означает применение **алюминиевых** материалов в важнейших компонентах телекоммуникационных кабелей.

### Что такое **ССА** и какие риски это несет потребителю ?

Да, в подавляющем большинстве кабелей «витая пара», импортируемых в РФ из ЮВА, применяются алюминиевые проводники с напыленным слоем меди. Такая структура проводника описывается аббревиатурой **ССА** (Copper Clad Aluminium). Эта «экономия» превращает данную кабельную продукцию в сомнительную и недолговечную поделку, которая зачастую не соответствует никаким стандартам и способна передать сигнал лишь на очень короткие расстояния (десятки метров), и при этом на пониженных скоростях.

Типовой проводник кабеля "витая пара", в котором применена технология **ССА** (тонкий слой меди напыляется на массивный алюминиевый проводник)

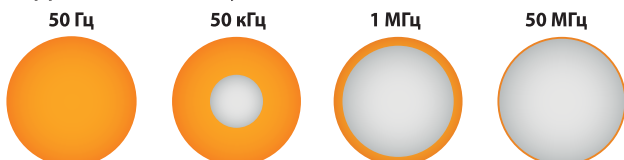


Обычные покупатели игнорируют или же не понимают технических ограничений **ССА**-кабелей, все недостатки которых связаны именно со свойствами **алюминия**, который используют из-за его дешевизны по отношению к меди. Отметим сразу, что использование кабелей с **ССА**-проводниками напрямую запрещено такими органами стандартизации, как IEC и CENELEC. Кроме того, крупнейшая расположенная в Дании независимая лаборатория 3P Third Party Testing Ap5, которая тестирует кабельную продукцию на соответствие отраслевым стандартам, строго рекомендует не использовать **ССА**-проводники в кабелях типа "витая пара". Применение **ССА**-проводников прямо противоречит спецификациям обоих стандартов Cat.5e и Cat.6, которые требуют использовать исключительно медные проводники в "витых парах".

В порядке исключения биметаллические кабели, в которых алюминий легируется иными материалами с применением специальных защитных покрытий, могут применяться в авиапромышленности, где выигрыш в весе до 30% по сравнению с медными кабелями может быть оправдан и даже полезен. В иных же отраслях применение биметаллических **ССА**-кабелей может быть объяснено лишь примитивным желанием поставщика (изготовителя) сэкономить там, где экономить не следует.

Само создание биметаллического **ССА**-проводника для "витой пары" было основано на использовании классического скин-эффекта: на частотах в десятки МГц происходит вытеснение электрического тока на поверхность проводника. Вот эту самую поверхность выполняют из тончайшего слоя меди (единицы микрон), а основная центральная часть проводника в целях экономии изготавливается из алюминия, т.е. **ССА - это по сути алюминий с напыленным на него слоем меди** или т.н. "омедненка".

**Скин-эффект** : зависимость глубины скин-слоя от частоты



На иллюстрации представлено сечение условного проводника диаметром 0,51 мм. Оранжевым цветом показаны зоны протекания электрических токов в проводнике на соответствующих частотах передачи сигнала.

**Суть скин-эффекта** : для высокочастотных токов работает лишь тонкий наружный слой проводника, а для низкочастотных токов работает наибольшая часть сечения проводника.

Обязательные к применению в **ССА**-структурах толщины наружного медного слоя следующие:

67 мкм @ 1 МГц	1 мкм =
21 мкм @ 10 МГц	0,001 мм
6 мкм @ 100 МГц	
2 мкм @ 1000 МГц	

Как мы видим, на частотах порядка 1000 МГц, используемых в современных высокоскоростных сетях доступа, разрешенная толщина медного слоя в проводнике составляет всего лишь **2 мкм**, что исключительно мало. Такой чрезвычайно тонкий медный слой неизбежно разрушается при заделке проводников в разъем. Рассчитывать на то, что производитель из ЮВА будет многократно утолщать слой меди, тем самым резко увеличивая свои затраты, простому потребителю не приходится.

Процитируем здесь близко к тексту одну из статей, опубликованных в журнале Информ-Курьер-Связь №3-4/2017 профессором МТУСИ Андреем Семеновым, активным исследователем проблем сетей КСКС (LAN). Он пишет, что строительство в РФ магистральных линий связи на основе волоконной оптики в основном завершено, а вот создание той части сетей доступа, которая предоставляет услуги широкому кругу частных пользователей, все еще находится в активной фазе своего развития. Основным типом технологии, обслуживающей "последний метр последней мили", на данном этапе развития становится Fast-Ethernet 100 Мбит/сек, поскольку высокая пропускная способность оптических кабелей на подходах к абоненту в большинстве случаев оказывается невостребованной. Среднестатистический пользователь не в состоянии воспринимать всю ту информацию, которая поступает к нему со скоростью свыше 50 Мбит/сек, и тем более он не в состоянии наполнить обратный канал столь же скоростным потоком. Здесь же профессор МТУСИ констатирует, что кабели с **ССА**-проводниками могут ускорить только функцию пропускать лишь на скорости не более 100 Мбит/сек и при протяженности тракта не свыше 70 метров, т.е. на понятном каждому языке это звучит так: **ССА-кабели имеют серьезные технические ограничения и могут обслуживать лишь простые задачи на примитивно-бытовом уровне**. Применение **ССА**-кабелей в профессиональных сетях невозможно по ряду причин, о которых подробнее рассказывается ниже.

*Другой важный вывод из процитированной статьи таков, что роль кабелей "витая пара" в целом для современного этапа развития сетей доступа в интернете возрастает, и при этом от качества применяемых кабелей будут зависеть напрямую параметры создаваемых сетей.*

Поэтому, если Вам повезло, и из океана импортируемых в РФ из ЮВА **ССА**-кабелей типа "витая пара" все же удалось выудить продукт с чисто медными проводниками, то помните, что Вам необходимо внимательно проконтролировать даже такие параметры этой "ЮВА-продукции", как **диаметры** проводников в "витых парах", т.к. от этих диаметров напрямую зависит дальность передачи сигнала.

Чем больше диаметр по отношению к стандартной величине 0,51 мм (например, 0,57 мм или, что еще лучше, 0,64 мм), тем больше рабочая дальность при передаче цифровых потоков. ЮВА-изготовители примитивным образом экономят на использовании дорогостоящей меди. Например, многие поставщики применяют медные проводники диаметром 0,40-0,45 мм, что приводит к рассогласованию линии по волновому сопротивлению, стандартное значение которого должно быть 100 Ом при диаметре медных проводников 0,51 мм. Несовпадение волнового сопротивления величине 100 Ом ведет к значительным потерям сигнала в сетях передачи данных, а снижение диаметра проводника до **0,40 мм** существенно ограничивает дальность передачи сигнала и создает непреодолимые трудности в осуществлении дистанционного питания PoE (Power over Ethernet), особенно на повышенных мощностях.

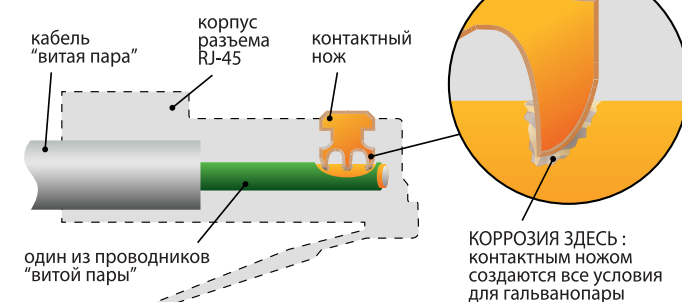
### Какие серьезные проблемы существуют у **ССА**-кабелей ?

#### Риск возникновения коррозии из-за разрушения тонкого слоя меди при заделке "витой пары" в разъем

Важно понимать, что при установке стандартных разъемов типа RJ-45 на вот такие "алюминиевые" **ССА**-проводники в контактных группах в условиях влажной среды, например, при подключении наружной IP-камеры, Wi-Fi-роутера в чердачном помещении и т.д., в разьеме будет развиваться коррозия, которая рано или поздно приведет к потере сигнала.

Действительно, при заделке витых пар **ССА** в разъем RJ-45 происходит повреждение внешнего медного слоя контактными ножами и установление гальванического контакта с алюминиевой сердцевиной проводника.

#### Как возникает коррозия в биметаллических проводниках **ССА**



**Алюминиевые** проводники очень быстро окисляются и в месте данного гальванического контакта образуется дополнительный резистивный участок, который ухудшает общее электрическое сопротивление **ССА**-проводника по постоянному току, которое и так слишком высоко по отношению к чисто медным проводникам. Все это очень усложняет (и даже делает невозможным) передачу по **ССА**-проводникам как сигнала в целом, так и дистанционного питания PoE.

Что касается чисто медных кабелей, то даже если какой-то участок медного проводника окислился по той или иной причине, он все равно останется электропроводящим в отличие от аналогичной ситуации в **ССА**-проводниках.

Еще раз повторим, что развивающаяся в разьеме гальваническая коррозия является серьезной потенциальной проблемой, если применяются **ССА**-проводники. Риск развития коррозии особенно высок в условиях влажных сред.

## Проблемы передачи дистанционного питания PoE через "витую пару", у которой структура проводников CCA

Следует помнить о том, что развитие дистанционного питания в сетях СКС идет непрерывно, и в этой области уже просматривается несколько этапов (поколений) оборудования и соответствующих ему стандартов:

Максимальная мощность, подводимая непосредственно к активным устройствам сети при различных типах питания PoE

PoE (тип 1) 13 Вт

PoE+ (тип 2) 25 Вт

PoE++ (тип 3) 51 Вт

PoE++ (тип 4) 71 Вт

В последние годы мощности дистанционно запитываемых активных устройств непрерывно нарастают, и само применение PoE становится все более глобальным, и поэтому структура проводников витой пары является важнейшим фактором для понимания возможно ли дистанционное питание в принципе или нет.

**ВНИМАНИЕ! CCA-проводники не позволяют надежно осуществлять дистанционное питание PoE ни в каком его виде.**

CCA => ~~PoE~~

Для осуществления дистанционного питания в соответствии с новейшими требованиями (стандартами) PoE требуется максимально низкое сопротивление по постоянному току. В случае биметаллической структуры CCA достаточно большой постоянный ток будет протекать по всему сечению и, главным образом, по центральной алюминиевой жиле, которая имеет гораздо большее сопротивление, чем аналогичной по диаметру полностью медный проводник. Это приводит к большим потерям мощности в алюминиевых проводниках и к сильному нагреву CCA-кабелей, особенно в случае использования кабельных жгутов. Как следствие, из-за применения повышенных мощностей PoE++ возможно расплавление изоляции проводников витой пары и полный выход из строя как кабеля, так и подключенного активного устройства (!).

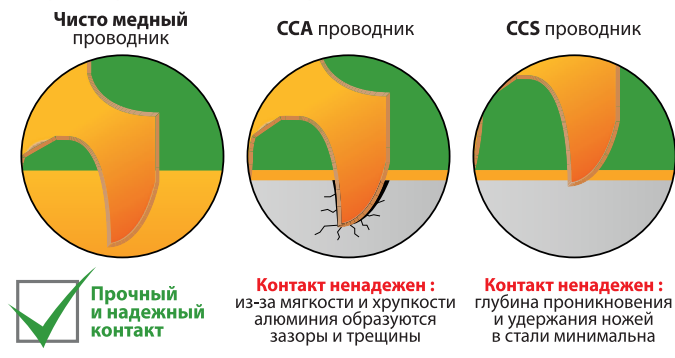
Уважаемые потребители, обратите внимание на то, что Вам предлагают во многих розничных торговых точках в качестве так называемого "акустического кабеля". С виду это медный провод соответствующего сечения, но взгляните на терминальный (концевой) срез этого очередного "ЮВА-продукта", и Вы увидите, как там внутри поблескивает алюминий, т.е. Вам под видом медного акустического кабеля, продают все тот же дешевый CCA-сандвич. Не попадайтесь на эту уловку. Акустические кабели, изготовленные по технологии CCA, будучи подключенными к Вашей аудио-аппаратуре, создадут реальные технические сложности для выходных каскадов усилителей, и звучать Ваша дорогостоящая техника будет более чем скромно.

### Хрупкость витых пар на основе CCA-проводников

Алюминиевые проводники, имеющие структуру CCA, не выдерживают многократных изгибов и ломаются при небольших радиусах изгиба.

При заделке в стандартный RJ-45 разъем CCA-проводник обжимается плохо и не может обеспечить надежного контакта, т.е. у потребителя сразу возникает риск появления "плавающего" (исчезающего) контакта уже в ближайшем будущем.

О качестве электрического контакта в разъемах RJ-45 в зависимости от материала проводников "витой пары"



Чисто медный проводник

CCA проводник

CCS проводник

Прочный и надежный контакт

Контакт ненадежен: из-за мягкости и хрупкости алюминия образуются зазоры и трещины

Контакт ненадежен: глубина проникновения и удержания ножей в стали минимальна

Следует помнить, что медный проводник существенно прочнее, чем CCA, т.е. чисто медные кабели просто по определению надежнее. Медь также обладает большим коэффициентом удлинения и выдерживает в среднем в 6 раз больше перегибов, чем алюминий, а это всегда важно в практическом монтаже. Те, кто хоть раз обжимал (фиксировал) алюминиевые и медные провода в электротехнических устройствах, например, в электрощитке, отлично помнят ту великую разницу, которую обеспечивают чисто медные проводники по отношению к алюминиевым: медный провод можно многократно и без потери качества соединения зажимать-обжимать в электроразъемах, в то время как алюминию можно довериться, как правило, лишь один раз.

CCA-проводник имеет существенно меньшую прочность на разрыв, чем медный, и поэтому во время протягивания в CCA-кабеле могут быть повреждены не только отдельные проводники, но и весь кабель в целом. Следует также помнить, что CCA-проводники в витых парах имеют существенно худшие допуски по радиусу изгиба, чем медные проводники.

### Проблемы, которые несет применение алюминия в экранирующей оплетке коаксиальных ТВ-кабелей

Многочисленные жуликоватые трейдеры пытаются всеми доступными способами подsunуть доверчивому потребителю красиво-оформленные импортные ЮВА кабели с алюминиевой оплеткой, притягивая внимание покупателя сниженной ценой.

Ни один из производителей алюминиевых кабелей никогда не афиширует тот факт, что низкая цена достигнута ими в том числе вследствие **примитивной замены материала 2-го экрана (оплетки) на алюминий** (вместо луженой меди, как например у профессиональных кабелей европейского / итальянского происхождения).

Внешняя алюминиевая оплетка (она же и внешний проводник) обязана находиться в постоянном гальваническом контакте со стандартным телевизионным F-коннектором, типовой материал которого - никелированная латунь, т.е. медь-содержащая субстанция (!!!).

В условиях перманентного присутствия влажности (как внутри, так и во вне помещений) протекающие по алюминиевой оплетке токи создают классический "эффект гальванопары", и электро-контакт с разъемом постепенно разрушается. Через определенное время монтажник, посланный устранить неисправность, скручивает F-разъем и не находит под ним ничего, кроме трухи и белого порошка продуктов окисления.

Еще раз повторим, что **продукты окисления меди**, которая сама по себе весьма стойка к воздействию влаги, остаются с течением лет **проводящими**, в то время как **гальваническое окисление алюминия создает непроводящие (резистивные) участки**, которые разогрываются протекающими токами, тем самым ускоряя развитие коррозии и дополнительно усугубляя появившиеся проблемы в электро-контакте.

Даже в научных работах инженеров американского кабельного гиганта COMMSCOPE, чье производство ныне перенесено в Китай, **проблема гальванического окисления алюминиевой оплетки воспринимается очень серьезно, и предлагаются дорогостоящие методы коррозионной защиты этой оплетки.**

Таким образом, электрическая проводимость контактных соединений, в которых участвует **алюминиевая оплетка**, постепенно падает, и особенно негативным образом это отражается на низких частотах передачи, до 50 МГц, например, на upstream-частотах обратного канала в таких технологиях передачи, как DOCSIS, поскольку относительно низкочастотным токам труднее преодолеть вышеупомянутые резистивно-емкостные участки.

По этой причине **применение кабелей с алюминиевой оплеткой, а также CCA-кабелей, категорически противопоказано** в аудио-видео системах, в сетях передачи данных (технологии DOCSIS и пр.), во всех наружных антенно-кабельных сетях, где по кабельному проводнику одновременно передается и электропитание, а также в системах видео-наблюдения CCTV, где искажение импульсов строчной синхронизации является типовой проблемой алюминиевых кабелей, в которых относительно низкочастотные композитные видеосигналы значительно затухают из-за низкой проводимости алюминия.

**Алюминий** обеспечивает лишь 61% проводимости по сравнению с медью, при этом его стоимость составляет приблизительно 30% от стоимости меди. Вот такая экономия на материалах со стороны большинства производителей сомнительного ширпотреба.

Внешний проводник (экранирующая оплетка) полностью участвует в передаче ВЧ-токов, и при этом, когда расстояние передачи значительны, то **худшая** (по отношению к меди) **проводимость алюминия** играет весьма отрицательную роль. А именно, невозможно избежать такого негативного эффекта, как **общее снижение экранирующей способности кабеля в целом**, что особенно критично в эпоху полной цифровизации всех сигналов связи. Если требуется достичь такого же экранирования, как у чисто медных кабелей, то компенсировать разницу придется увеличением оптической плотности алюминиевой оплетки и т.д.

Такой параметр, как коэффициент экранирования кабеля, является важнейшим в нынешние времена, когда интенсивность электромагнитной "загрязненности" эфира постоянно увеличивается, когда число всевозможных сотовых станций и зон их покрытия непрерывно нарастают. Запуск новых сотовых мощностей в диапазоне LTE уже сделал ситуацию еще более драматичной, а на подходе уже новые передатчики 5G с увеличенными мощностями.

### Дополнительное предостережение: также существуют коаксиальные ТВ-кабели и "витая пара" с применением технологии CCS

Приобретая в розничной сети коаксиальные кабели для передачи телевизионного сигнала, либо кабели "витая пара" для передачи данных и доступа в интернет, потребитель может столкнуться с применением в этих импортных ЮВА кабелей также и технологии CCS (Copper Clad Steel), т.е. когда совсем уж дешевые стальные проводники покрываются тончайшим слоем меди и при этом задействован все тот же физический "скин-эффект". Технология CCS часто применяется в ТВ-кабелях для изготовления центрального проводника, но ее можно встретить и в кабелях "витая пара". Подобных "приобретений" следует по возможности избежать полностью.

Негативные факторы применения такой CCS-подмены примерно те же, что и в случае CCA-кабелей:

- коррозия в контактных соединениях при установке разъемов
- чрезмерная жесткость стального проводника
- ненадежный ("плавающий") контакт в разъеме
- передача сигнала на меньшее расстояние, чем даже в случае CCA
- полная невозможность передачи дистанционного питания PoE

### Как практически образом определить, что перед вами:

- кабели с использованием технологии CCA
- кабели с использованием технологии CCS
- или все-таки чисто медные кабели ?

Идентифицировать CCA- и CCS-кабели, импортные из ЮВА, достаточно просто.

Рекомендуем использовать обычный нож, но полным набором инструментов было бы наличие лупы, магнита и острого ножа.

Проводники CCA (алюминий, покрытый медью) мягче чисто медных, они легко перерезаются ножом или переламываются после нескольких перегибов, на изломе серебристо-белые. Нож снимает с боковой поверхности стружку, обнажающую белый алюминий, который тоже срезается. Магнитом не притягиваются.

Проводники CCS (омедненная сталь) жесткие, ножом перерезаются с усилием, обладают некоторой упругостью. На срезе или изломе светло-серый металл. Нож снимает с боковой поверхности только тонкий слой меди, не срезая стальной сердечник. Притягиваются магнитом.

Чисто медный проводник достаточно мягкий, но все же он более жесткий, чем алюминиевый. Выдерживает десяток и больше перегибов туда-сюда, прежде чем сломается. Нож снимает стружку, легко перерезает, на срезе - равномерный медно-розовый цвет. Магнитом не притягивается.

### Закключение

Потребителю следует помнить, что для него, потребителя, **при использовании CCA-проводников вместо чисто медных никакой значительной экономии не возникает**, зато возникает немалое количество скрытых проблем, которые себя проявят уже в ближайшем будущем после установки "витых пар" на основе CCA-проводников. Реальная экономия, и не маленькая, случается только у тех, кто импортирует эти "витые пары" CCA в страну в контейнерных количествах.

**Полностью медные** телевизионные коаксиальные кабели, а также **полностью медные** кабели типа "витая пара", следует рассматривать как действительно профессиональные, т.е. готовые к работе в любых условиях, в т.ч. во влажной среде и вне помещений.

Кабели же с **алюминиевой** оплеткой и с проводниками, в которых применена технология CCA (а иногда даже CCS), следует рассматривать как **временные и не предназначенные для профессионального применения.**

Такие кабели, где используется **алюминиевая** оплетка и технологии CCA / CCS, необходимо ограничивать в применении лишь для весьма простых (временных) задач, для абсолютно сухих внутренних помещений, на достаточно коротких дистанциях и низких скоростях передачи, помня при этом о том, что организовать по этим CCA / CCS кабелям питание на активные устройства не удастся.