

# СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЮМИНИЯ В КАБЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Как известно, основным проводниковым материалом, используемым в кабельном производстве, является медь. По электрической проводимости медь превосходит все другие материалы, за исключением серебра, что позволяет обеспечивать минимальные габаритные размеры кабелей и проводов. Однако рост цен на медь время от времени, в том числе и в настоящее время, приводит к необходимости анализа вопросов, связанных с расширением применения в кабельном производстве **алюминия взамен меди**, являющегося в производстве кабелей и проводов вторым по значению металлом. Содержание алюминия в земной коре составляет 7,5 %, а меди – около 0,01 %, так что казалось бы, что потенциальное применение алюминия взамен меди будет расширяться. Удельное электрическое сопротивление алюминия в 1,62 раза выше, чем меди. Поэтому сечение алюминиевой проволоки с таким же электрическим сопротивлением, как и медной, должно быть в 1,62 раза, а диаметр – 1,27 раза больше, чем медной. Цена алюминия даже в пересчете на условия применения в кабельной продукции ниже меди. Хорошо известны и недостатки алюминия. Это прежде всего повышенное по сравнению с медью электрическое сопротивление. Если сравнивать по весу два отрезка алюминиевой и медной проволоки одной и той же длины и одного и того же электрического сопротивления, то алюминиевый проводник будет иметь больший диаметр или сечение, но будет легче приблизительно в 2 раза.

Другой недостаток алюминия: алюминий активно окисляется и покрывается оксидной пленкой с большим электрическим сопротивлением. С одной стороны, эта пленка предохраняет алюминий от дальнейшей коррозии, но

с другой – создает большое переходное сопротивление в местах контакта алюминиевых проводников и затрудняет сварку и пайку проводников.

Еще один недостаток алюминия – ползучесть, то есть алюминий, длительно нагруженный при обычной температуре даже ниже предела текучести, продолжает с течением времени увеличивать свою деформацию, в результате чего может произойти разрушение. Более того, с увеличением рабочей температуры ползучесть алюминия возрастает. И, тем не менее, во все времена в мировой практике, за исключением, пожалуй, советского периода в истории СССР, объемы применения алюминия взамен меди определялись исключительно экономическими причинами.

Рынок алюминия по объему в настоящее время почти такой же, как рынки всех других цветных металлов, вместе взятые (рис. 1), и по объему почти вдвое превышает размер рынка меди. Темпы роста спроса на алюминий самые высокие среди всех цветных металлов за исключением никеля, рынок которого в объемном выражении с точки зрения спроса является фактически предельным.

Как известно, в последние годы наблюдается резкий рост цен на металлы. Так, цена на медь за четыре предшествующих года повысилась в 4,5 раза. Однако цена на алюминий выросла лишь в 2 раза, и если анализировать цены на другие, кроме меди, металлы (никель, цинк, свинец), то можно констатировать, что среди рассматриваемых металлов алюминий является самым дешевым. Это обстоятельство не может пройти без внимания со стороны производителей кабелей и проводов.

Но не является ли цена на алюминий чисто спекулятивной, рентабельно ли его производство? В материалах Международной федерации производителей кабеля (ICF) отмечается, что средняя себестоимость производства алюминия – около 1600 долларов за тонну. В Китае эта себестоимость составляет 2500 долларов за тонну, и тем не менее производство алюминия в этой стране увеличивается. Более того, потребность в алюминии в Китае составляет порядка 25 % мировой потребности. Поэтому нетрудно заметить, что даже при стоимости алюминия 2500 долларов за тонну производство алюминия является рентабельным. По данным CRU, вплоть до 2011 г. рост мировой потребности в алюминии составит не менее 7,7 %.

На рис. 2 показаны сектора рынков алюминия и меди (данные 2006 г.). Основными секторами рынка алюминия являются строительный и маши-

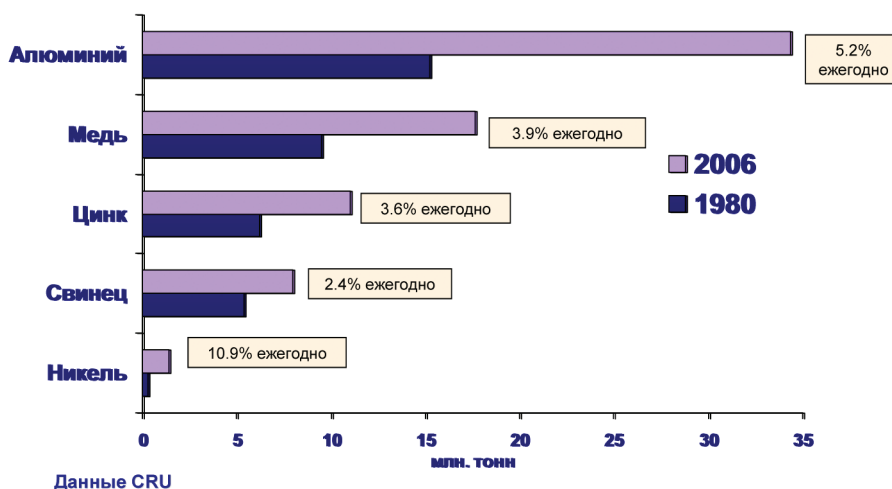


Рис. 1. Объем мирового рынка алюминия в сравнении с рынками других цветных металлов

ностроительный, а также транспортный. Объемы применения алюминия в электротехнике сравнительно невелики и составляют от 10 до 11 % всего потребления алюминия. В то же время, наоборот, медь в основном используется для производства медной катанки и последующего применения в кабельной промышленности (59 %). Всего мировое потребление медной катанки составляет около 13,3 млн т, алюминиевой катанки примерно 3,5 млн т.

В 2007 г. на мировом рынке алюминиевой катанки наблюдался дефицит, хотя определенный излишек мощностей имелся (приблизительно 450 тыс. т). Конечно, наблюдались некоторые перебои с поставкой сырья, однако, основная причина создания этого дефицита иная. Дело в том, что кабельные заводы, выпускающие алюминиевую катанку, не продают эту катанку другим заводам, которые в ней нуждаются, а используют ее только для своего потребления. В Западной Европе дефицит алюминиевой катанки частично покрывается за счет импорта из Южной Америки. В результате рынок этого региона с точки зрения использования алюминиевой катанки является потенциально неустойчивым.

Начиная с 2005 г. прибыль при производстве алюминиевой катанки в Европе начала расти. Это было прежде всего связано с закрытием ряда производств в Европе из-за невыгодного уровня цен. Однако главная причина в другом. Длительные нарушения электроснабжения в Европе и Северной Америке, в том числе связанные с резким ростом нагрузки на электрические цепи, привели к давно ожидаемой модернизации энергосистем, а, следовательно, и увеличению потребности в алюминиевой катанке, широко используемой в производстве силовых кабелей и проводов для воздушных линий электропередачи. Кроме того, началось строительство энергосистем в развивающихся странах.

Следует проанализировать ситуацию, сложившуюся с применением алюминия, в отечественной кабельной промышленности. На рис. 3 приведены объемы переработки алюминия по Ассоциации «Электрокабель» в 1990–2007 гг. Максимальный объем переработки алюминия в 1990 г. составил 235 тыс. т. Затем – кризис на постсоветском простран-

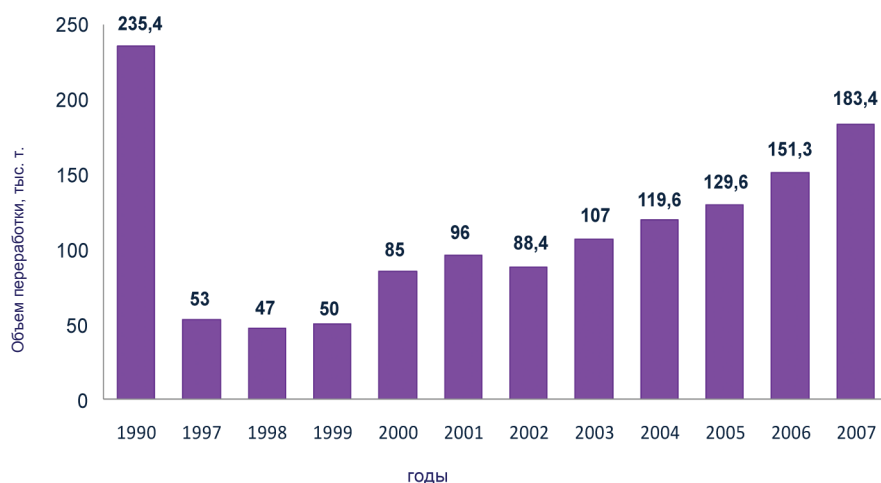
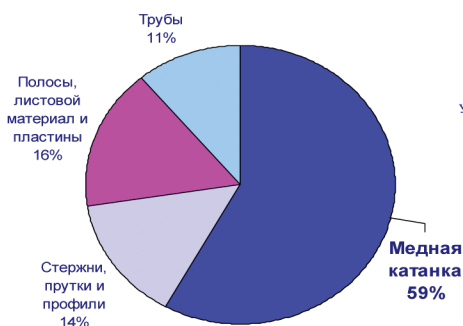


Рис. 3. Объемы переработки алюминия на предприятиях Ассоциации «Электрокабель» в 1990–2007 гг.

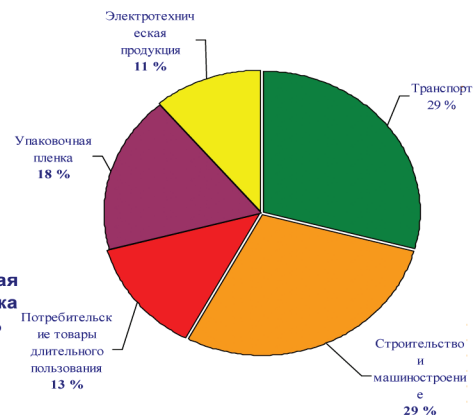
ПОТРЕБЛЕНИЕ МЕДИ



Всего - 22.5 млн т

Данные CRU

ПОТРЕБЛЕНИЕ АЛЮМИНИЯ



Всего - 46.9 млн т

Кабельные изделия - 10 %

Рис. 2. Секторы мировых рынков алюминия и меди в 2006 г.

стве, связанный с распадом СССР, и объемы переработки алюминия в кабельном производстве снизились в 4,5 раза. Лишь после печально известного дефолта 1998 г. начался рост объемов кабельного производства, и, следовательно, и объемов переработки алюминия. В 2007 г. объем переработки алюминия составил 73,4 % от уровня переработки в 1990.

На рис. 4 показано соотношение объемов переработки меди и алюминия по Ассоциации «Электрокабель» за период 1990–2007 гг. Максимального значения 2,46:1 это соотношение достигло в 1999 году. Затем оно оставалось относительно стабильным с небольшим ростом, что вполне понятно: при соотношении цен меди и алюминия в 2000–2004 гг. потребитель предпочитал, естественно, кабельную продукцию с медными токопроводящими жилами. Однако уже в 2005 г. в связи с резким ростом цен на медь (с учетом инерционности рынка) соотношение объемов переработки меди и алюминия начало снижаться и в 2007 г. достигло величины 1,81:1.

Представляется целесообразным рассмотреть перспективы возможной замены меди алюминием в некоторых типах кабельных изделий, так как уровень цен на медь по сравнению с алюминием продолжает оставаться высоким.

В производстве силовых кабелей в отечественной практике используется наибольшее количество алюминия, потребляемого как в кабельной, так и в электротехнической промышленности в целом. Еще в 60-е годы в СССР около 85 % всех силовых кабелей выпускались с алюминиевыми токопроводящими жилами. После дефолта 1998 г. в рамках общего экономического роста в России и других государствах СНГ потребители, в первую очередь энергетики, начали стремиться к более широкому применению силовых кабелей с медной токопроводящей жилой, более дорогих, но в то же время более удобных при монтаже кабельных линий, а также более надежных в эксплуатации, особенно если при монтаже линий были допущены какие-либо ошибки. В целом увеличение производства и потребления силовых кабелей с медной токопро-



водящей жилой снизило долю силовых кабелей с алюминиевой жилой примерно до 75 %. Однако резкое увеличение цены меди вызвало обратный процесс, и в настоящее время по объемам применения алюминия в производстве силовых кабелей промышленность практически вернулась на уровень 60-х годов.

В свое время в СССР алюминий нашел широкое применение в производстве установочных проводов всех типов с пластмассовой и резиновой изоляцией. В основе этого в рамках централизованной системы лежало ложное убеждение плановых структур в том, что так как меди в земной коре не очень много, а алюминия – много, то поэтому применение алюминия необходимо расширять практически во всех типах кабелей, даже в контрольных кабелях и гибких шланговых кабелях. Поэтому кабельным заводам выделение меди и алюминия производилось с учетом вышеприведенного принципа. Однако алюминиевые установочные провода имеют целый ряд недостатков по сравнению с медными, что и выявилось достаточно быстро при эксплуатации установочных проводов. Эти недостатки алюминия, на некоторые из которых указывалось в начале статьи, хорошо известны: невысокая коррозионная стойкость даже в слабо агрессивных средах; невысокие контактные свойства при соединении проводников; крайняя нежелательность соединения алюминия с медью, так как в условиях повышенной влажности образуется гальваническая пара. В ряде стран алюминиевые установочные провода вообще не применяются несмотря на то, что формально соответствуют нормам строительного кодекса и не противоречат инструкциям по прокладке. Даже на тех рынках, где спрос на алюминиевые установочные провода ранее был достаточно высок (например, в Индии), предпочтение отдается медным проводам. Однако из-за высокой цены меди некоторое увеличение объемов выпуска алюминиевых установочных проводов возможно.

Тем не менее, не следует забывать негативный опыт применения алюминиевых установочных проводов в 60–70-е годы. В Северной Америке низкое качество соединений алюминиевой электропроводки послужило причиной пожаров в жилых домах. Алюминий также плохо совместим с шурупами, используемыми при монтаже. Так что, несмотря на преимущества в цене трудно в этой области вернуть популярность алюминию, хотя некоторые кабельные заводы как в мире, так и в рамках Ассоциации «Электрокабель» продолжают попытки продвигать производство алюминиевых установочных проводов, если это производство обеспечивает прибыль.

Некоторый интерес представляет применение алюминия для аккумуляторных кабелей для автомашин. В насто-

ящее время такие кабели имеют медную токопроводящую жилу, хотя сейчас некоторые кабельные компании начали производство алюминиевых аккумуляторных кабелей. Это вызвано желанием производителей автомобилей добиться снижения веса автомашины. Особенно это заманчиво для автомобилей высокого класса, в которых для оптимального распределения веса аккумулятор располагается в задней части машины, а, следовательно, длина необходимого аккумуляторного провода увеличивается. Снижение веса электропроводки в автомобилях важно, однако следует учитывать, что электропроводка автомашины должна иметь минимальные габариты.

В 2007–2008 гг. на многих рынках наблюдалось особое внимание к биметаллическим проводникам из алюминия, плакированного медью. Более того, в КНР на нескольких заводах введено в эксплуатацию оборудование по производству биметаллической проволоки такого типа. По объему медь в биметаллической проволоке алюминий–медь занимает 10 %, по плотности – 5 %. Электропроводность биметаллического проводника алюминий–медь в целом составляет 65 % от электропроводности медного проводника такого же сечения. Биметаллические проводники алюминий–медь пока не получили широкого распространения как материал, альтернативный меди. Все решает экономика, а цена биметаллических проводников достаточно высока, так как процесс плакирования алюминия медью более сложен и дорог по сравнению с производством сплошного медного или алюминиевого проводника. Одно из основных применений биметаллического проводника алюминий–медь – высокочастотные кабельные изделия. За счет поверхностного эффекта высокочастотный сигнал передается по медной оболочке проводника, а повышенное электроотталкивание алюминиевой жилы уже принципиального значения не имеет.

Рассматриваются варианты применения биметалла алюминий–медь в коаксиальных кабелях, для некоторых типов специальных обмоточных проводов, например, для обмоток электромагнитов; в LAN-кабелях. Очевидно, что биметаллические проводники не смогут обеспечить все технические требования, предъявляемые к LAN-кабелям, однако они могут найти применение для использования в домашних компьютерных сетях с учетом более низкой цены кабелей, особенно для потребителей, ограниченных в средствах.

Таким образом, несмотря на все еще высокий и постоянно меняющийся уровень цен медь продолжает оставаться доминирующим металлом в кабельной промышленности, однако алюминий сохраняет потенциальные возможности для расширения применения. В настоящее время объем потребления алюминия в мировой кабельной промышленности в целом составляет около 3,5 млн т, объем потребления меди – порядка 13 млн т. Очевидно, что необходимо проанализировать, выгодно ли для кабельной промышленности в той или иной стране, в том числе в России и странах СНГ в целом, использовать в производстве увеличенное количество алюминия. Во многом это будет определяться потребителями кабельной продукции.

ЛИТЕРАТУРА



1. M. Zaleski. Euro Alloys. Aluminium – Present and Future. Доклад на ICF Congress, Rome. 2–6 октября 2007.  
2. Raw Materials. Price, Trends and Impact on Cable Markets. ICF News, № 60, январь 2008, pp. 3–9.

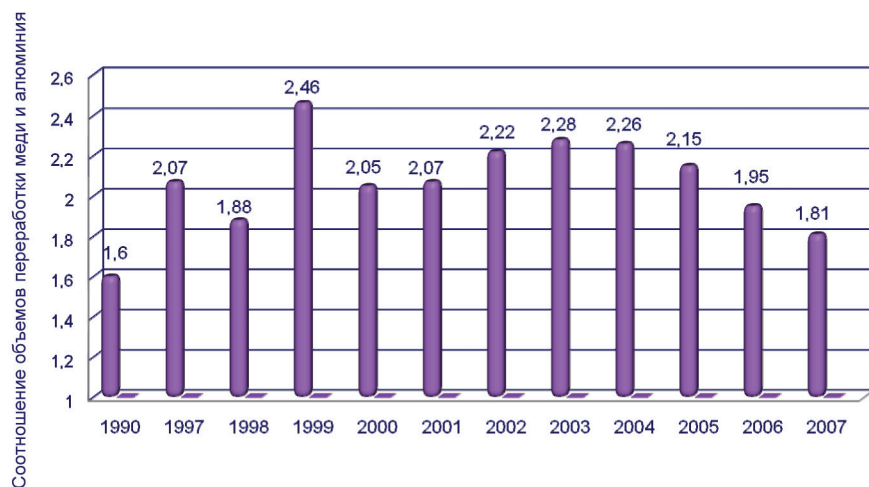


Рис. 4. Соотношение объемов переработки меди и алюминия на предприятиях Ассоциации «Электрокабель» в 1990–2007 гг.

