

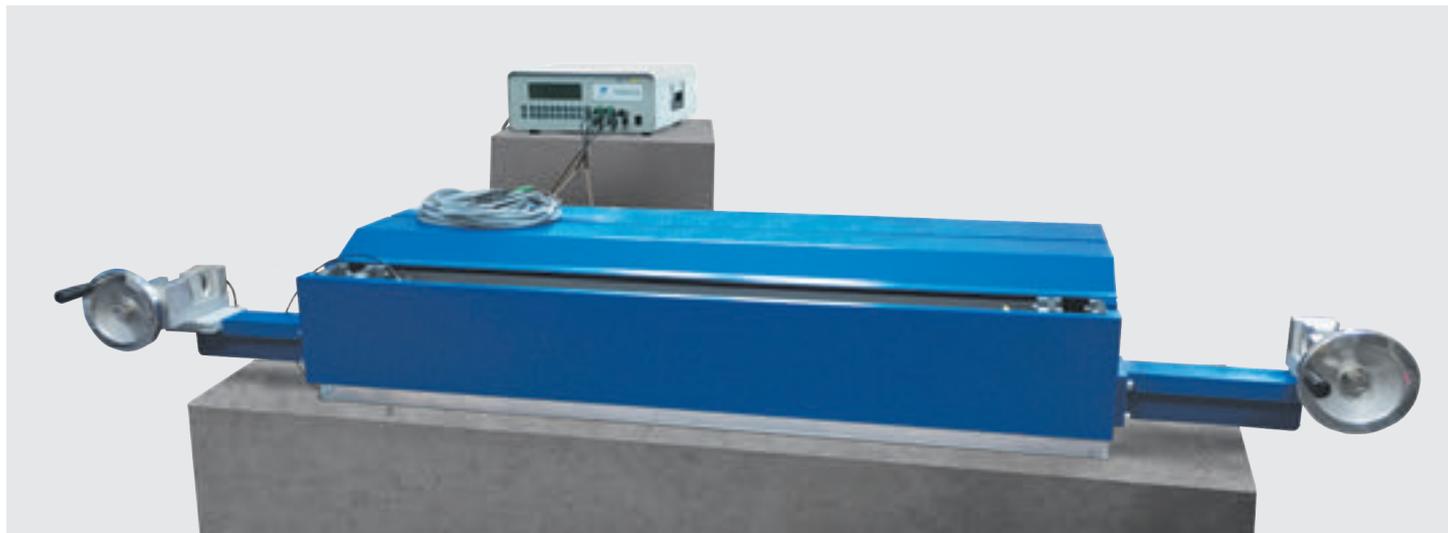
Электротест алюминиевой катанки



Текст: Тимофей Максимов

»

С самого зарождения цивилизации человек учился добывать и использовать металл себе во благо. Первым металлом, доступным для обработки, стала медь, которая в сочетании с оловом превратилась в бронзу. Затем себе на службу человек взял серебро, золото и железо. Технология обработки металлов совершенствовалась и давала толчок для развития сложных инженерных устройств: от мелкой механики и ювелирных изделий до строительных конструкций. Металл активно завоевывал технический мир и в итоге стал его неотъемлемой частью.



1

Вид рабочего места с микроампером и испытательной ванной

И тем не менее, алюминий, столь привычный нам сегодня, «проспал» даже Промышленную революцию и начал массово использоваться только с обретением человечеством технологического уровня, достаточного для его получения в больших количествах. Открытый в 1886 году Чарльзом Холлом и Полем Эру метод растворения глинозема в криолите с использованием электролиза требовал значительных энергозатрат, что затрудняло его применение. И даже сейчас процесс промышленного получения алюминия сложен и ответственен. А спрос на «летучий» металл при этом огромен: аэрокосмическая отрасль, строительство, медицина, машиностроение, электротехника и электроника – только первые строчки в очереди его потребителей!

Очевидно, что для применения в этих отраслях качество каждого сплава алюминия должно жестко контролироваться. На качество влияют множество факторов – это и включение паразитных сопутствующих металлов, таких как титан, медь, железо; это и конечный состав с легирующими металлами от меди до редкоземельного скандия; также необходимо отслеживать в структуре заготовок из металла наличие шлаковых включений и каверн. Как и чем это контролировать? Одна из стратегий контроля представляет собой измерение электрического сопротивления, так как на него существенно влияют и химический состав сплава, и наличие неоднородностей в материале.

Электротехническая и энергетическая промышленности используют около 30 % произведенного алюминия. Для этого полученный алюминиевый сплав преобразуют в цилиндрическую катанку определенного сечения. Самым удачным решением для контроля такой продукции является измерение электрического сопротивления метрового образца. Для отслеживания малейших химических и физических отклонений измерение должно быть максимально точным. Прецизионные микроамперы не позволяют в полной мере достичь требуемых показателей точности. Чтобы повысить точность измерений эталонного образца

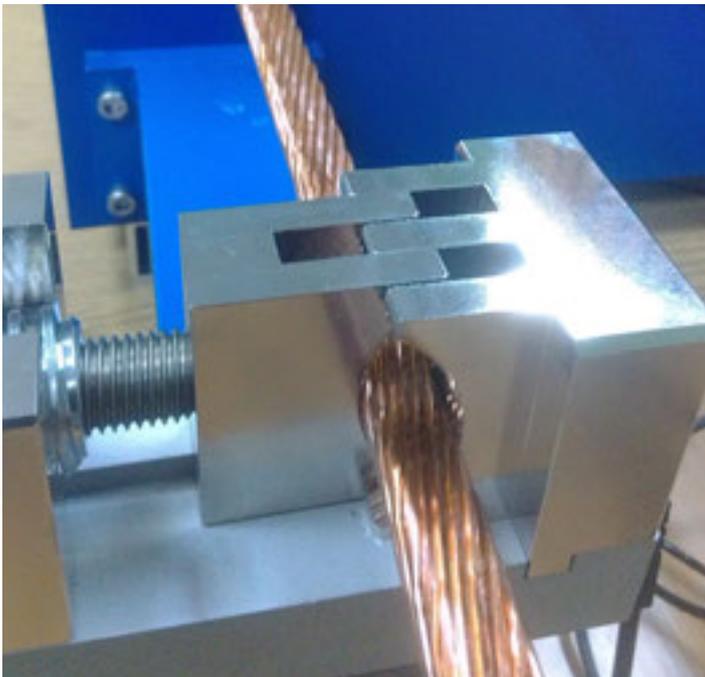


2

Зажим алюминиевой катанки в испытательной ванне



3
Микроомметр MGR10



4
Медная кабельная жила в испытательной ванне

катанки необходимо дополнительно использовать водяную испытательную ванну для термостатирования образца.

Для решения этой задачи мы используем комплект оборудования, состоящий из микроомметра MGR10 и специальной испытательной ванны МК-4 французской фирмы Sefelec (рис 1).

Методика испытаний следующая. Образец катанки длиной около 2 метров фиксируется в испытательной ванне с помощью специальных краевых зажимов и натягивается (рис 2). Подключение к образцу осуществляется по 4-проводной схеме (методу Кельвина), где токовые выводы коммутируются с зажимами изделия, а потенциальные соединяются с механизмом, отмеряющим 1 метр изделия. Таким образом, компенсируется влияние измерительных проводов на значение сопротивления образца.

Ванна состоит из двух отсеков: накопительного и испытательного. После фиксации образца включается встроенный в ванну насос и перекачивает воду из накопительного отсека в испытательный. Таким образом, уровень воды

доходит до образца. В течение минуты образец достигает температуры окружающей среды, даже если он прибыл на испытания сразу после термической обработки. В этот момент измеряется сопротивление образца, затем насос выключается, и вода перетекает обратно в накопительный отсек. Остается только извлечь изделие из зажимов.

Измерения сопротивления осуществляются высокоточным микроомметром MGR10 (рис 3), достигающим точности не менее 0,03 % + 0,02 % минимальной шкалы 3 мОм. Специальным пробником считывается температура жидкости в ванне с точностью до десятой доли градуса и производится пересчет измеренного значения на 20 °С или другую выбранную пользователем температуру. Компенсация вычисляется по формуле

$$R_c = \frac{R_x}{(1 + \alpha(t - 20^\circ\text{C}))},$$

где R_x – измеренное сопротивление, а R_c – пересчитанное.

Температурный коэффициент α выбирается пользователем, исходя из материала образца, например, для алюминия $\alpha \approx 4100$ единиц/млн/°С.

Широкий функционал прибора позволяет выбирать различные режимы измерений. Например, для нестабильных образцов можно использовать режим, позволяющий произвести до 32 замеров с вычислением среднего значения, а также проводить измерения сопротивления со сменой полярности. Этим достигается наилучшее качество измерения.

Это решение хорошо зарекомендовало себя не только на предприятиях алюминиевой, но и кабельной промышленности, где используются как цельные, так и многопроволочные свитые жилы из алюминиевой или медной проволоки (рис 4). Существенной разницы в методике испытания нет – алюминиевая катанка это или свитая медная жила. Необходимо лишь правильно установить настройки на микроомметре, например, температурный коэффициент сопротивления материала. 

Алюминий – непростой в изготовлении металл. И для контроля качества ответственных изделий из него требуется надежная, достоверная и в то же время простая в использовании техника. Микроомметр MGR10 и испытательная ванна МК-4 позволяют гарантированно находить малейшие отклонения сопротивления образцов, на которое влияют химический состав сплава и дефекты структуры. Отслеживая качество и надежность своей продукции и вовремя устраняя дефекты, производитель выходит на новый конкурентный уровень.