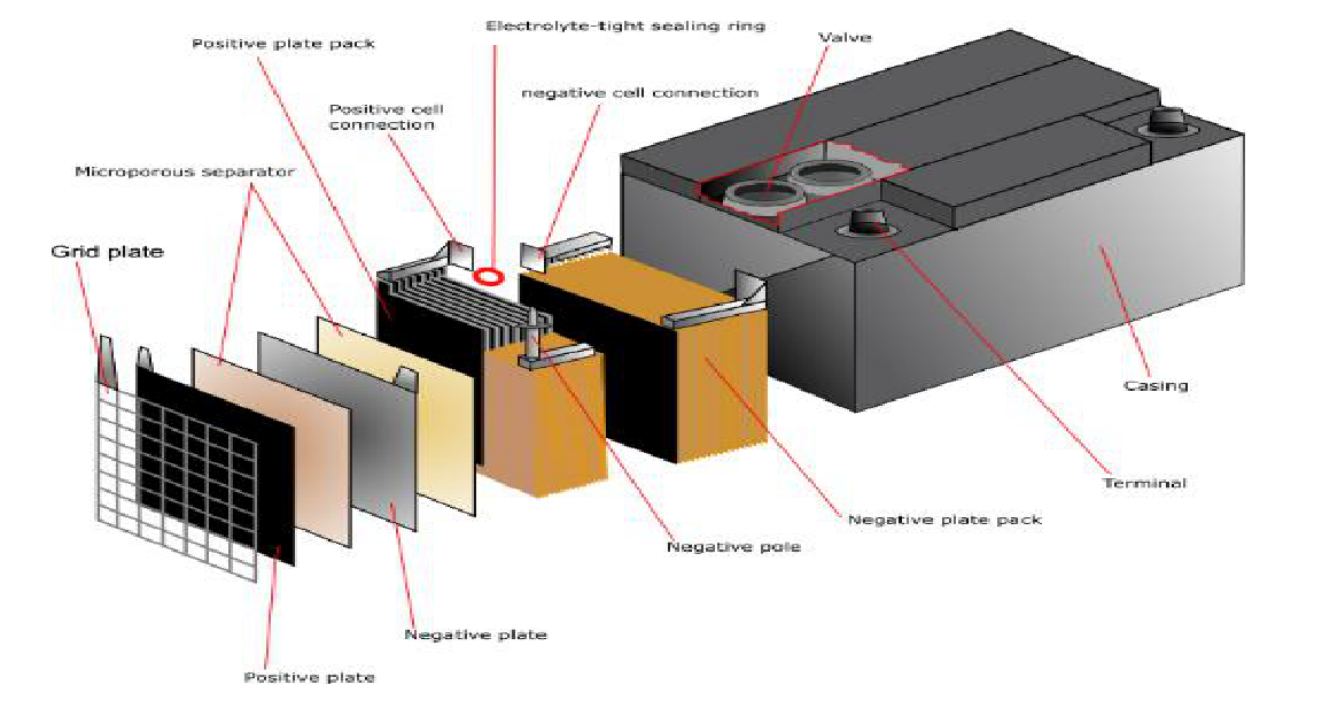
مبانی، اجزا و اصطلاحات باتری سرب‌اسیدی



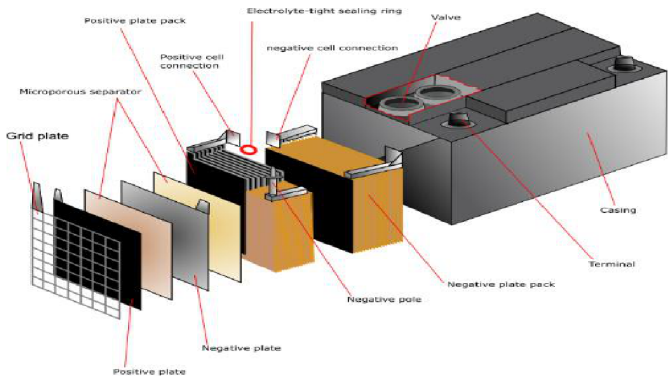
ساختار باتری سرب‌اسیدی، شارژ و دشارژ، آند و کاتد، انواع شارژر، دسته‌بندی شبکه و الکترولیت و معنای اصطلاح‌های رایج بازار باتری.

تماس با درب اتوماتیک جوهری

اجزای اصلی باتری

باتری سرب‌اسیدی از بدنه، درپوش، پایانه‌ها، شبکه‌ها، مواد فعال، الکترولیت، جداکننده و رابط‌ها تشکیل می‌شود. مسیر الکترون در مدار خارجی و مسیر یون در الکترولیت، دو بخش مکمل کار باتری هستند.

جزء	وظیفه
۱؛ بدنه	محفظه نگهداری اجزای باتری
۲؛ درپوش	پوشش بالایی بدنه و محل عبور پایانه‌ها
۳؛ پایانه‌ها	خروجی مثبت و منفی؛ Terminal
۴؛ جمع‌کننده جریان	شبکه‌های سربی یا آلیاژ سرب که الکترون را میان ماده فعال و مدار خارجی منتقل می‌کنند؛ Current collector
۵؛ ماده فعال	خمیر مثبت و منفی روی شبکه‌ها که در واکنش الکتروشیمیایی شرکت می‌کنند.
۶؛ الکترولیت	محلول اسید سولفوریک در آب؛ مسیر هدایت یونی بین مواد فعال مثبت و منفی
۷؛ جداکننده	مانع تماس مستقیم صفحات مثبت و منفی؛ Separator
۸؛ اتصال‌ها	رابط‌های سربی یا آلیاژ سرب بین شبکه‌ها و پایانه‌ها



نمای بازشده اجزای باتری

عنوان شکل	معنی
Positive plate pack	دسته صفحات مثبت
Negative plate pack	دسته صفحات منفی

اجزای اصلی باتری

عنوان شکل	معنی
Positive / Negative plate	صفحه مثبت / منفی
Grid plate	شبکه صفحه
Microporous separator	جداکننده میکرومتخلخل
Positive / Negative cell connection	رابط مثبت / منفی سلول
Electrolyte-tight sealing ring	حلقه آب‌بندی الکترولیت
Valve	سوپاپ
Casing	بدنه
Terminal / Negative pole	پایانه / قطب منفی

خمیر، شبکه و صفحه

خمیر مخلوطی از پودر اکسید سرب، سرب و افزودنی‌هاست که با کمک اسید سولفوریک به حالت خمیری درمی‌آید. پس از فرایند تشکیل و شارژ، ماده فعال صفحه منفی عمدتا سرب و ماده فعال صفحه مثبت دی‌اکسید سرب است.

واژه شبکه در متن‌های کارگاهی برای سه وضعیت به کار می‌رود: شبکه ریخته‌گری‌شده و بدون خمیر؛ شبکه خمیرمالی‌شده و شارژنشده که گاه خام نامیده می‌شود؛ و شبکه خمیرمالی و شارژشده. برای تشخیص وضعیت صفحه، باید معلوم باشد کدام معنی منظور است.

شارژ و دشارژ

شارژ Charge با اعمال جریان از یک منبع خارجی انجام می‌شود. در صفحه منفی، ترکیب‌های سرب با گرفتن الکترون به سرب فلزی تبدیل می‌شوند. در صفحه مثبت، ترکیب‌ها با از دست دادن الکترون به دی‌اکسید سرب تبدیل می‌شوند. در شارژ اولیه، ماده آغازین می‌تواند اکسید سرب و در باتری تخلیه‌شده سولفات سرب باشد.

در نتیجه شارژ، انرژی به شکل شیمیایی ذخیره و باتری آماده تأمین مصرف‌کننده می‌شود. در دشارژ Discharge ، باتری جریان مدارهایی مانند روشنایی، استارت یا بار دستگاه را تأمین می‌کند. سرب صفحه منفی با از دست دادن الکترون و دی‌اکسید سرب صفحه مثبت با گرفتن الکترون، به سولفات سرب تبدیل می‌شوند.

شارژر و شیوه‌های شارژ

شارژر یک منبع تغذیه است که در نمونه متصل به شبکه، برق متناوب AC را به جریان مستقیم DC تبدیل و شرایط شارژ باتری را فراهم می‌کند. شارژرها را می‌توان بر اساس محدوده جریان یا ولتاژ و نیز روش کنترل شارژ دسته‌بندی کرد.

روش	شرح
ولتاژ ثابت	ولتاژ خروجی در سطح تعیین‌شده نگه داشته می‌شود. این روش از شکل‌های ساده و متداول شارژ است.
جریان ثابت	جریان مستقیم ثابت تا رسیدن باتری به ولتاژ مشخص متناسب با نوع باتری اعمال می‌شود.
توان ثابت	باتری با توان الکتریکی ثابت شارژ می‌شود؛ در متن آموزشی، کاربرد پژوهشی آن برجسته شده است.
جریان پالسی	جریان مستقیم به‌تناوب وصل و قطع می‌شود. بازه‌های پالس و توقف می‌توانند از چند میلی‌ثانیه تا چند ثانیه باشند و چرخه تا پایان برنامه شارژ تکرار می‌شود.

روش شارژ و ولتاژ نهایی باید با نوع باتری متناسب باشند؛ یک برنامه شارژ برای همه ساختارها یکسان نیست.

الکترود، آند، کاتد و انتقال الکترون

الکترود، صفحه خمیرمالی‌شده‌ای است که در انتقال الکترون و واکنش الکتروشیمیایی شرکت می‌کند. آند محل اکسایش و کاتد محل کاهش است. نام آند و کاتد به نوع واکنش مربوط است و در شارژ و دشارژ جایگاه یکسانی روی قطب مثبت و منفی ندارد.

فرایند	آند؛ اکسایش	کاتد؛ کاهش
شارژ	الکترود مثبت	الکترود منفی
دشارژ	الکترود منفی	الکترود مثبت

اکسایش Oxidation یعنی از دست دادن الکترون. تبدیل ترکیب سرب روی صفحه مثبت به دی‌اکسید سرب هنگام شارژ، و تبدیل سرب فلزی صفحه منفی به سولفات سرب هنگام دشارژ، نمونه‌های آن هستند.

کاهش یا احیا Reduction یعنی گرفتن الکترون. در شارژ، ترکیب‌های سرب صفحه منفی به سرب فلزی کاهش می‌یابند؛ در دشارژ، دی‌اکسید سرب صفحه مثبت با گرفتن الکترون به سولفات سرب تبدیل می‌شود.

الکترولیت و چگالی

الکترولیت محلول رسانای یونی بین دو الکترود است. در باتری سرب‌اسیدی، این نقش را محلول اسید سولفوریک در آب انجام می‌دهد. بازه چگالی ذکرشده در این مبحث 1.24-1.30 g/cm³ و مقدار رایج معرفی‌شده 1.28 g/cm³ است.

این اعداد، توصیف الکترولیت در دسته‌بندی آموزشی‌اند. غلظت و شرایط سرویس هر باتری باید از مشخصات همان محصول خوانده شود.

دسته‌بندی بر پایه آلیاژ شبکه

شبکه می‌تواند از سرب یا آلیاژهای سرب ساخته شود. نوع و مقدار افزودنی‌ها روی استحکام، رفتار خوردگی و کاهش آب اثر دارند. فرمولاسیون آلیاژها متنوع است و با طراحی محصول تغییر می‌کند.

گروه	ویژگی در دسته‌بندی آموزشی
سرب با آنتیموان بالا	در این دسته‌بندی، بیش از ۳٪ آنتیموان؛ با کاهش آب بیشتر همراه دانسته شده است.
سرب با آنتیموان پایین	در این دسته‌بندی، کمتر از ۲٪؛ کاهش آب نسبت به گروه آنتیموان بالا کمتر است.
سرب-کلسیم	آلیاژ مورد استفاده در بسیاری از طرح‌های کم‌مصرف از نظر آب و باتری‌های آب‌بندی‌شده
هیبرید	استفاده از آلیاژهای متفاوت در شبکه مثبت و منفی؛ در نمونه هیبرید مرجع GS Yuasa، مثبت آنتیموانی و منفی کلسیمی است.

واژه هیبرید در اینجا به ترکیب فناوری شبکه‌ها اشاره دارد. جنس مثبت و منفی هر مدل باید از داده سازنده همان باتری خوانده شود.

دسته‌بندی بر پایه آب‌بندی

نوع	ساختار و نگهداری
معمولی یا منفذدار؛ Vented / Normal	درپوش سرویس و نشان حد پایین و بالای الکترولیت دارد. در مثال این متن، شبکه دارای آنتیموان حدود ۳٫۶ تا ۳٫۸٪ معرفی شده است. به علت کاهش آب، در نوع قابل سرویس آب مقطر طبق دستور سازنده افزوده می‌شود.
آب‌بندی‌شده؛ Sealed / MF	برای بی‌نیازی از افزودن آب در مصرف عادی طراحی می‌شود و معمولاً نشان سطح و دریچه سرویس نوع معمولی را ندارد. شبکه می‌تواند سرب با آنتیموان پایین یا سرب-کلسیم باشد.
تنظیم‌شده با سوپاپ؛ VRLA	سوپاپ در شرایط عادی بسته است و با افزایش فشار داخلی، گاز را تخلیه می‌کند. ساختار AGM یا الکترولیت ژلی در این گروه برای مهار الکترولیت به کار می‌رود.

دسته‌بندی بر پایه آب‌بندی

وجود پوشش پلاستیکی روی درپوش، به‌تنهایی بدون‌نیازبودن از آب را اثبات نمی‌کند. در متن آموزشی از محصولاتی انتقاد شده که دریچه‌های سرویس را زیر پوشش پنهان کرده‌اند ولی کاهش آب آنها همچنان زیاد است. برچسب و مشخصات سازنده معیار تشخیص‌اند.

بی‌نیازی از افزودن آب به معنی حذف بررسی وضعیت باتری، اتصالات و شارژ نیست. دریچه ایمنی باتری VRLA، دریچه افزودن آب نیست.

جداکننده و شکل نگهداری الکترولیت

نوع	شرح
PVC	در باتری‌های معمولی منفذدار با شبکه سرب-آنتیموان به کار رفته است. در مقایسه متن، عملکرد یونی ضعیف‌تری برای آن توصیف شده است.
سلولز و الیاف شیشه	تخلخل و هدایت یونی مناسب؛ در باتری‌های معمولی سرب-آنتیموان استفاده می‌شود.
پلی‌اتیلن	می‌تواند به صورت پاکت دور صفحه مثبت قرار بگیرد. کیفیت ساخت در مقاومت مکانیکی و عبور یون اثر دارد؛ در باتری‌های معمولی و آب‌بندی‌شده قابل استفاده است.
AGM	الیاف شیشه جاذب، الکترولیت را نگه می‌دارند و مسیر بازترکیب گازها را فراهم می‌کنند؛ کاهش آب از مزیت‌های این ساختار است.
ژلی؛ Gel	الکترولیت به صورت ژل بین صفحات نگه داشته می‌شود؛ از نظر مهار الکترولیت، با ساختار جذب‌شده AGM مقایسه می‌شود.

جداکننده باید مانع اتصال مستقیم صفحات مثبت و منفی شود و عبور یون را ممکن کند؛ «هدایت» در این کاربرد، هدایت یونی الکترولیت در منافذ است، نه ایجاد اتصال الکتریکی بین دو صفحه.

نام‌های خشک و اتمیک

خشک در بازار دو کاربرد متفاوت دارد: باتری آب‌بندی‌شده‌ای که به افزودن آب نیاز ندارد، و باتری معمولی‌ای که پیش از فعال‌سازی هنوز با الکترولیت پر نشده است. باتری سرب‌اسیدی فعال و آماده کار، حتی در نوع AGM یا ژلی، الکترولیت دارد؛ بی‌نیازی از افزودن آب به معنی نبود اسید نیست.

برای رفع ابهام، نام‌های منفذدار یا معمولی و آب‌بندی‌شده یا MF دقیق‌ترند. واژه اتمیک نیز یک رده‌بندی علمی مستقل برای باتری سرب‌اسیدی نیست و در بازار یا نام تجاری محصولات به کار رفته است.

درباره نسبت‌دادن این نام به موتورسیکلت‌رانان حدود سال ۱۹۳۰، خود متن آموزشی نبود مدرک مستند را یادآور می‌شود. نسبت‌دادن نام اتمیک به بازترکیب اکسیژن در VRLA نیز دلیل کافی برای نام‌گذاری یک گروه علمی نیست؛ فرایندهای شیمیایی همه باتری‌ها در مقیاس اتمی رخ می‌دهند. برای معرفی نوع محصول، ساختار باتری را ذکر کنید.

واژه‌های کارگاهی و بازار

اصطلاح	معنی
شیرین‌شدن یا شیرین‌کردن	نام کارگاهی دشارژشدن و کاهش غلظت اسید در الکترولیت است. این نام‌گذاری روشی برای سنجش از راه مزه‌کردن نیست.
صفحه خام	شبکه خمیرمالی‌شده‌ای که هنوز تشکیل و شارژ نشده است؛ در کاربرد کارگاهی گاه به صفحه تخلیه‌شده هم گفته می‌شود.
قطبین	پایانه‌های مثبت و منفی روی درپوش باتری
آب-اسید	الکترولیت، یعنی محلول اسید سولفوریک در آب
آب-اسید ۱۲۸۰ یا ۱٫۲۸	الکترولیت با چگالی 1.28 g/cm³ ؛ در متن، نمونه‌های 1.25 و 1.30 g/cm³ نیز برای محصولات مختلف آمده‌اند.
آب باتری	در کاربرد دقیق این متن، آب مقطر سرویس باتری منفذدار؛ باید از نام آب-اسید برای الکترولیت تفکیک شود.
اسیدی یا اسیدخور	نام بازاری باتری معمولی قابل سرویس؛ در نوع خشک فعال‌نشده، الکترولیت پیش از مصرف افزوده می‌شود.
MF / FM	عنوان بی‌نیازی از افزودن آب؛ صورت رایج و درست مخفف Maintenance Free ، حروف MF است.
کلسیمی	به آلیاژ سرب-کلسیم شبکه اشاره دارد و به‌تنهایی همه ویژگی‌های آب‌بندی و سرویس محصول را مشخص نمی‌کند.

در مثال متن برای نوع معمولی فعال‌نشده، افزودن الکترولیت و حدود یک ساعت استراحت پیش از نصب روی خودرو ذکر شده است. این شرح، دستور افزودن اسید یا بازکردن باتری آب‌بندی‌شده نیست؛ راه‌اندازی باید مطابق دستور همان سازنده انجام شود.

الکترولیت خورنده است

الکترولیت باتری را نچشید و از تماس آن با پوست جلوگیری کنید. تعبیر کارگاهی «شیرین‌شدن» به معنی بی‌خطرشدن اسید نیست.