Винахід відноситься до електротехнічної промисловості, а саме, до виробництва акумуляторів та акумуляторних батарей.

В акумуляторобудуванні процедуру тестування електродних блоків акумуляторів та акумуляторних батарей (далі - пристрої) у процесі їх складання на автоматичних лініях проводять на стадії, що передує установці кришки корпуса та зварюванню контактних виводів. Ця процедура займає важливе місце у технологічному процесі з тієї причини, що під час монтажу пристроїв можуть виникнути дефекти, своєчасна діагностика та усунення яких забезпечить високу якість виробів, що випускаються. Це стосується як сухозаряджених, так і незаряджених (неформованих) акумуляторів та акумуляторних батарей.

До дефектів, що найбільш часто зустрічаються треба віднести такі:

- наскрізний отвір у сепараторі;
- прокол сепаратора крихтою активної маси;
- коротке замикання електродів унаслідок влучення між ними стружки свинцевого сплаву, що утворилася при зачищенні литного облою;
- інверсія електродів через помилку оператора під час монтажу;
- надлишковий або ж недостатній стиск сепараторів між електродними пластинами;
- надлишковий вміст вологи у деталях блоків та у внутрішньому середовищі пристрою;

Перелічені дефекти або відразу роблять пристрої непрацездатними, або виводять їх з ладу під час подальшої експлуатації (через більший чи менший термін), або ж помітно знижують їхні технічні характеристики.

Наскрізний отвір у сепараторі може привести до виходу з ладу пристрою при його застосуванні внаслідок поступового проростання крізь сепаратор перемички між електродами.

Такі дефекти, як прокол сепаратора крихтою активної маси, замикання сусідніх електродів свинцевою стружкою, а також інверсія блоків - є грубим браком і підлягають негайному усуненню.

При надлишковому стиску пластин деформуються ребра поліетиленового сепаратора в результаті чого утруднюється, чи зовсім припиняється на деяких ділянках, циркуляція електроліту і його контакт з активною масою електродів. При недостатньому стиску знижується віброударомідність пристрою, що прискорює процес відслоювання та опливання активної маси позитивних електродів.

Наднормативний вміст вологи в неформованих пластинах сприяє неприпустимому зниженню густини електроліту в акумуляторних батареях, що призводить до розкиду параметрів останніх.

Що стосується сухозаряджених пристроїв, то наднормативний зміст вологи в електродах, сепараторах, чи на поверхнях внутрішнього об'єму неминуче призводить до скорочення терміну їх зарядженості через прискорення процесів сульфатації, пасивації електродів та до саморозряду. На початку строку зберігання з цієї причини збільшується час приведення пристрою у робочий стан, а наприкінці він може виявитися непрацездатним. По вищевикладених причинах Вміст вологи в зібраних пристроях суворо регламентований і по існуючих нормах не повинен перевищувати 0,2%.

Ефективна діагностика під час реалізації щільного контролю акумуляторів та акумуляторних батарей в процесі їх виробництва повинна давати якомога повну і, що найбільш суттєво, максимально диференційовану інформацію про наявність та локалізацію визначених дефектів. Існуючі способи тестування не виконують цієї функції в достатній мірі.

Відомий, розповсюджений на автоматичних лініях складання, спосіб контролю якості акумуляторів та акумуляторних батарей (SOVEMA S.p.a., http/www.sovema.it) , який прийнято за прототип, полягає у тому, що на полюсні містки блока електродів від зовнішнього джерела електричної енергії подають напругу (постійну чи змінну) фіксованого рівня (500 або 1000В), а потім у ланцюзі, що утворився, у якому блоки електродів служать навантаженням, вимірюють величину струму. Якщо струм перевищує встановлену контрольну позначку (так званий, струм відсічення), то це свідчить про наявність дефекту і блок відбраковується.

Для того, щоб стали яснішими недоліки, властиві даному способу, розглянемо більш докладніше увесь технологічний цикл, використовуваний у теперішній час на автоматичних лініях по виробництву акумуляторних батарей для визначення, локалізації і наступного усунення дефектів.

При виявленні будь-якого дефекту тестер фіксує номер дефектного блока акумуляторної батареї, далі спрацьовує пристрій для відбраковування і батарея виштовхується на бракувальний рольганг, де дефектний блок замінюють безсумнівно справним. Відбракований блок переміщують на спеціальне робоче місце, де виконують більш детальне дослідження причини несправності. Основним методом при цьому служить ретельний огляд блока на предмет виявлення металевого литтєвого облою, крихт пасти, проколу сепаратора і таке інше, усього того, що можна знайти візуально. Якщо ж огляд не дав результату, то проводять демонтаж блока, окремі електроди відправляють у хімлабораторію для визначення рівня вологості і т.і.

Ці трудомісткі та тривалі процедури далеко не завжди гарантують визначення причини підвищеної провідності. Деякі з застосовуваних методів діагностики призводять навіть до механічного руйнування електродів, що недоцільно з усіх точок зору.

Причина низької ефективності описаного способу криється в тім, що одна єдина величина тестової напруги, і одне значення струму відсічення, виконують роль орієнтира для прийняття рішення. Це не дозволяє розділити ті дефекти, що спричиняють аномальне підвищення провідності блоків. Якщо використовувати напругу меншу як 2000В, то не визначається такий важливий дефект, як наскрізна мікропора в сепараторі. При використанні напруг , які вищі 30В, неможливо визначити конкретну причину стрибку провідності, тому що струм відсічення в цьому діапазоні може дати різні дефекти: коротке замикання від стружки, прокол сепаратора крихтою пасти, отвір в сепараторі. Ступінь стиску сепараторів неможливо визначити ні по значенню струму провідності, тому що він дуже залежить від вологості, а ні по рівню потенціалу, оскільки він від ступеня стиску не залежить. Крім того, відомий спосіб тестування не дає можливості одержати данні про вміст вологи у відсіках сухозаряджених акумуляторів та акумуляторних батарей.

В основу винаходу покладена задача розробки повної диференціальної діагностики дефектів, що можуть утворитися при проведенні монтажу пристроїв на автоматичних лініях при їх виробництві.

Поставлена задача вирішується тим, що в запропонованому способі контролю якості електродних блоків акумуляторів у процесі їх складання на автоматичних лініях тестування блока електродів проводять у кілька послідовних циклів, причому на першому циклі вимірюють та реєструють провідність блока електродів при напрузі 5-30В протягом 0,005-0,3с, на другому циклі - його провідність при напрузі 300-600В протягом 0,005-0,3с, на третьому циклі - провідність при напрузі 1000-1700В протягом 0,005-0,1с і на четвертому циклі - провідність при напрузі 2000-4000В протягом 0,002-0,005с.

Для визначення ступеня зволоженості електродних пластин сухозаряджених акумуляторів попередньо заміряють електрорушійну силу на їх полюсних виводах протягом 0,005-0,3с.

Поясним більш детальніше відміни кожного ступеню тестування. На першому циклі контролю шляхом виміру провідності блока при напрузі 5-30В визначають наявність короткого замикання у блоці, що викликане прямим контактом між пластинами різної полярності (через металеву стружку, крихти пасти і т.і.). Мала напруга, використовувана для індикації, по-перше, цілком достатня для встановлення дефекту вказаного типу, по-друге, вона зручна для побудови вимірювального ланцюга з низьким рівнем розсіювання потужності, що дає зниження собівартості вимірювальної апаратури, а по-третє - у цьому діапазоні напруги малою є ймовірність іскроутворення у зоні дотику контактних щупів приладу з полюсними містками блока електродів акумулятора, а також інших небажаних електричних ефектів.

На другому циклі контролю на контактні виводи блоків подають напругу в діапазоні 300-600В. Це дає можливість знайти дефект, обумовлений недостатнім чи ж зайвим стиском сепараторів між електродними пластинами. Він обчислюється по відношенню між рівнем потенціалу і струмом провідності. Можливість використання меншої напруги пов'язана з необхідністю підвищення чутливості вимірювача до струму провідності, що, у свою чергу, призводить до суттєвого збільшення собівартості, а також до збільшення його чутливості до електричних перешкод та умов експлуатації. Застосування напруг, перевищуючих максимальний показник заявленого діапазону, пов'язане з необхідністю збільшення параметрів додаткового опору вимірювального ланцюга, з метою запобігання впливу рівня вимірювального струму на стан досліджуваного об'єкту (швидкий випар вологи з пор сепаратора - та активного шару електроду, пробій діелектрика у зоні неповного проколу сепаратора крихтою пасти активної маси) і т.і.

На третьому циклі контролю під час подачі імпульсів напруги в діапазоні 1000-1700В підвищення провідності обстежуваного блока свідчить про часткове коротке замикання, викликане проколом сепаратора, чи крихтою, або ж виступами активного шару (без прямого контакту), чи іншими механічними дефектами (такими, як відносний зсув пластин, порушення розміру зазорів між деталями). А також про можливий пробій у зоні, що за якихось причин витончилась. Однак, така напруга недостатня для виявлення наскрізного отвору у сепараторі.

На четвертому циклі контролю подача імпульсу напруги у межах 2000-4000В дає інформацію про наявність чи відсутність наскрізних отворів у сепараторах. Рівень цього показника неважко полічити, виходячи з того, що пробивна напруга повітряного зазору сягає 20кВ/см (тобто - 2кВ/мм) при нормальних умовах. Оскільки товщина зазору між сусідніми електродними пластинами в стартерних акумуляторних батареях має розмір 1,0~1,7мм, то випробувальний імпульс має бути якраз таким, як зазначено у формулі винаходу. Беручи до уваги те, що під час проведення процедури тестування виникає небезпека пошкодження нормального сепаратора самим вимірювальним імпульсом, слід обмежити енергію імпульсу за рахунок зниження струму пробою. Це робиться шляхом введення в ланцюг додаткового опору, а також за рахунок обмеження часу дії струму пробою (для чого достатньо скорочення тривалості вимірювального імпульсу).

Експериментально встановлено, що рівень потенціалу на полюсних містках блоку електродів сухозаряджених пристроїв має чітку залежність від вологості електродів та сепараторів. Причому ця залежність по порядку величин входить у достатній для практичного використання діапазон і пропорційна рівню зволоженості. При цьому потенціал не залежить від стиску електродів, що дає можливість використовувати цей показник для індикації єдиного дефекту - рівня зволоженості внутрішнього середовища пристроїв. Діагностування цього ж дефекту шляхом прямого виміру струму відсічення неможливо, оскільки рівень останнього залежить ще й від стиску електродів і причини, що дали б коректний орієнтир для їхнього розділу, не мають особливостей. Внаслідок цього на додатковому (попередньому) циклі контролю шляхом виміру потенціалу на полюсних містках сухозаряджених пристроїв чітко визначається тільки один дефект - перезволоженість деталей блоку і комплектуючих.

Таким чином, запропонований диференціальний спосіб контролю якості електродних блоків акумуляторів та акумуляторних батарей у процесі їх збирання на автоматичних лініях дає можливість точного визначення типу дефекту ще на стадії тестування. Це позбавляє від необхідності проведення додаткових трудомістких досліджень, скорочує час монтажу акумуляторів та акумуляторних батарей, а також дає можливість збільшити кількість відновлених блоків і пластин, тобто, зменшити відсоток браку.

Запропоноване технічне рішення може бути використане на підприємствах по виробництву акумуляторів та акумуляторних батарей з пастованими електродами, зокрема - свинцево-кислотних типів.

Промислова придатність підтверджується актуальністю способу і його практичною прив'язкою до реальних виробничих технологій.

Запропонований у винаході спосіб здійснюється таким шляхом. Для проведення процедури контролю підбирають регульоване джерело струму (імпульсного чи змінного), діапазон напруги якого перекриває всі діапазони тестування (від 12 до 4000В), і обов'язково маючи високе значення внутрішнього опору. Робоче місце оснащують також автоматичним реєструючим пристроєм, а також - потенціометром. Джерело струму попередньо калібрують, визначаючи на безумовно справному блоці нормативний показник по струму на кожнім циклі тестування (5-30В, 300-600В, 1000-1700В та 2000-4000В). Потім, відповідно до заявленого способу, на полюсні містки досліджуваного блока електродів від джерела подають у чіткій послідовності, зазначений у формулі винаходу, дискретний ряд імпульсів напруги, що відповідають усім циклам виміру. На кожнім циклі роблять вимір струму в ланцюзі. Якщо струм перевищує нормативний показник для даного циклу, значить в акумуляторі міється саме той дефект, що визначається на цьому рівні впливу. Фіксуючий пристрій

автоматично індукує номер дефектного блоку в акумуляторній батареї. По фіксованим записам результатів проводять аналіз технічного стану електродів дефектного блока.

Для сухозаряджених акумуляторів та акумуляторних батарей здійснюють додаткове визначення надлишкової вологості блоків електродів і комплектуючих. Його проводять до початку тестування по струму шляхом виміру потенціалу на полюсних виводах блоків.

Перевірка диференціального способу в заводських умовах підтвердила його високу ефективність. Введення запропонованого способу тестування дала можливість у 90% випадків уникнути необхідності демонтажу блоків з метою визначення типу дефекту.