

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

Для виготовлення струмовідводів сучасних свинцево-кислотних акумуляторів й акумуляторних батарей застосовують свинцеві сплави з добавками кальцію у свинець. Щоб сплав досягав необхідних механічних властивостей (міцності), уводять певну кількість кальцію, кристалізують сплав у вигляді смуги й провадять прокатку з нього стрічки, витримують сплав якийсь час, щоб відбувся процес його старіння (дисперсійного твердіння). Після чого із цього сплаву (стрічки) виготовляють струмовідводи.

Як прототип нами обрано спосіб підвищення механічних властивостей свинцевого акумуляторного сплаву, відповідно до якого в розплавлений свинець уводять кальцій у розрахунок 0,04-0,30 мас. %, сплав кристалізують у вигляді смуги й провадять прокатку з нього стрічки, провадять старіння твердого сплаву. Після чого із цього сплаву (стрічки) виготовляють струмовідводи [Бессурьянные аккумуляторные сплавы. / В.И. Болотовский, Г.В. Кравченко // Химические источники тока. Сб. научных трудов. Л.: Энергоатомиздат, 1984. - С. 37-40]. Добавка кальцію у свинець істотно зміцнює сплав. Добавку роблять безпосередньо введенням кальцію в розплавлений свинець, або використовують 3-5 % лігатуру по кальцію. Сплав кристалізують і провадять прокатку з нього стрічки. Старіння твердого сплаву (стрічки) провадять у природних умовах (при температурі повітря в приміщенні 15-35°C). Як показує досвід, свинцево-кальцієвий сплав отримує механічні властивості, достатні для виготовлення з нього струмовідводів акумуляторів, тільки після 3-х діб природного старіння, коли межа міцності на розрив (тимчасовий опір деформації) досягає 3-4 кг/мм², а відносне подовження стає 5-15 %. Недоліком способу-прототипу є необхідність тривалого старіння сплаву, що збільшує тривалість технологічного циклу, знижує продуктивність праці. Крім того, властивості отриманого свинцево-кальцієвого сплаву такі, що призводять до швидкої пасивації позитивних електродів свинцево-кислотних акумуляторів, коли між струмовідводами й позитивною активною масою (PbO₂) накопичується діелектричний сульфат свинцю (PbSO₄), що виводить акумулятори з ладу.

Нами вирішувалося завдання вдосконалення способу підвищення механічних властивостей свинцевого сплаву, що дозволяв би скоротити час старіння сплаву й охороняв би позитивні електроди акумуляторів від пасивації.

Поставлене завдання вирішувалося тим, що в способі підвищення механічних властивостей свинцевого акумуляторного сплаву, відповідно до якого в розплавлений свинець уводять кальцій у розрахунок 0,04-0,30 мас. %, сплав кристалізують у вигляді смуги й провадять прокатку з нього стрічки, провадять старіння твердого сплаву, відповідно до винаходу, у розплавлений свинець уводять олово в розрахунок 0,20-2,50 мас. %, сплав кристалізують і прохолоджують до температури 50-80°C, при цій температурі провадять прокатку сплаву в стрічку при ступені деформації 85-95 %, провадять старіння прокатаного сплаву при температурі 60-100°C.

Розкриємо сутність технічного рішення. Добавка кальцію у свинець, як і у випадку прототипу, істотно зміцнює сплав. Добавка олова сприяє прискоренню старіння сплаву. При вмісті олова менш ніж 0,20 мас. % ефект прискорення старіння зникає. При вмісті олова більше ніж 2,50 мас. % старіння вже не прискорюється, але зате зростає собівартість сплаву, тому що олово дорожче свинцю. Наявність олова в сплаві в кількості 0,20-2,50 мас. % забезпечує високі пластичні властивості сплаву, що дозволяє вести прокат з ступенем деформації до 95 %. Що також сприяє, як буде показано нижче, зміцненню сплаву й зниженню його анізотропії. Крім того, олово в зазначених кількостях усуває пасивацію позитивних електродів, утворюючи струмопровідні містки через границю: струмовідвід - позитивна активна маса.

Прокатку сплаву (смуги.) здійснюють при температурі 50-80°C зі ступенем деформації $\varepsilon=85-95\%$, де $\varepsilon=(H-h)/H \cdot 100\%$, де H - товщина смуги до прокатки, h - товщина стрічки після прокатки. Зазначений ступінь деформації разом з температурними умовами підвищують такі механічні властивості сплаву, як межа міцності на розрив (тимчасовий опір деформації), твердість, межа текучості, створюють передумови прискореного зміцнення (підвищення механічних властивостей) при старінні сплаву. Ефект прискореного зміцнення сплаву, імовірно, пов'язаний з утворенням дрібнозернистої структури сплаву, зсувом його шарів з насиченням енергією у вигляді зон напруги. Крім того, дрібнозерниста структура підвищує корозійну стійкість сплаву. При ступені деформації 85-95 % і при температурах 50-80°C у ході процесу прокатки має місце зсув шарів металу (витяжка) убік прокату, однак нагрівання сплаву ще недостатньо для зняття внутрішніх напружень. Внутрішні напруження можуть накопичуватися в прокатаному металі, утворюючи неоднорідний напружено-деформований стан у сплаві, що стає більш однорідним при його старінні - відбувається перерозподіл зон залишкових напруг зі зниженням анізотропії властивостей сплаву. Як показали експерименти, при ступені деформації менш ніж 85 % нерівномірність напружено-деформованого стану сплаву (анізотропія властивостей) внаслідок недостатнього обтіснення всіх шарів стрічки по товщині така, що для її зниження потрібно тривале (більше 7 діб) здійснення процесу старіння. При ступені деформації більше ніж 95 % виникає безліч внутрішніх дефектів (мікротріщин), що знижують механічну міцність і корозійну стійкість сплаву. При температурах менш ніж 50°C всі корисні процеси сповільнюються, і прокатка відбувається з підвищенням кількості дефектів, що знижує механічну міцність і корозійну стійкість сплаву. При температурах більше ніж 80°C швидко знімаються внутрішні напруження в сплаві й зменшується ефект зміцнення сплаву в процесі подальшого старіння.

Штучне старіння прокатаного сплаву здійснюють при температурі 60-100°C, що істотно прискорює процес старіння з відповідним зниженням анізотропії властивостей у сплаві й підвищенням механічної міцності (збільшенням межі міцності на розрив, твердості, межі текучості). При температурах нижче 60°C ефект прискорення старіння сплаву (зниження анізотропії й підвищення міцності) незначний і може бути порівняним із природним старінням сплаву у звичайних умовах. При температурах вище 100°C швидко знімаються внутрішні напруження в сплаві (анізотропія властивостей зменшується), однак різко зменшується ефект зміцнення сплаву (підвищення межі міцності на розрив, межі текучості) зі зниженням пластичних властивостей сплаву, що робить недоцільним подальше підвищення температури штучного старіння.

За наявними в авторів відомостями запропоновані істотні ознаки, що характеризують суть винаходу, не відомі в даному розділі техніки.

Запропоноване технічне рішення може бути використане на підприємствах з виробництва свинцево-кислотних акумуляторів й акумуляторних батарей, зокрема - у виробництві герметизованих клапано-регульованих VRLA-батарей (Valve Regulated Lead Acid) зі струмовідводами зі свинцево-кальцієво-оловяного сплаву.

Спосіб, що заявляється, здійснюють таким чином. У розплавлений свинець уводять кальцій й олово в розрахунку 0,04-0,30 мас. % кальцію й 0,20-2,50 мас. % олова. Додаток роблять безпосередньо введенням кальцію й олова в розплавлений свинець, або використовують лігатуру по кальцію й по олову. Отриманий розплав кристалізують у вигляді смуги й охолоджують до температури 50-80°C, при цій температурі провадять прокатку твердого сплаву при ступені деформації 85-95 % у прокатних клітках. Після цього провадять штучне старіння прокатаного сплаву при температурі 60-100°C. Досвід показує, що після 6 годин штучного старіння свинцево-кальцієво-олов'яний сплав отримує механічні властивості, достатні для виготовлення з нього струмовідводів акумуляторів.

Приклад. На виробничій машині безперервного виготовлення свинцевих стрічок для струмовідводів відлили смугу зі свинцевого сплаву, що містить 0,09 мас. % кальцію й 0,28 мас. % олова, прокатали стрічку при температурі 70°C при ступені деформації 93,75 %, зробили штучне старіння при температурі 80°C. У результаті протягом 6 годин витримки при зазначеній температурі сплав досяг достатніх механічних характеристик: межа міцності на розрив (тимчасовий опір деформації) досягло 4,5 кг/мм², а відносне подовження стало 17 %.

Таким чином, у виробничих умовах підтверджене досягнення необхідного технічного результату.