



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **87724** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
H01M 10/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2013 12483	(72) Винахідник(и):	Дзензерський Віктор Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки:	24.10.2013	(73) Власник(и):	Дзензерський Віктор Олександрович, вул. Рибінська, 132, м. Дніпропетровськ, 49107 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	10.02.2014	(74) Представник:	Боровик Петро Антонович, реєстр. №166
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	10.02.2014, Бюл.№ 3		

(54) ПОВНИЙ СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА СВИНЦЕВО-КИСЛОТНИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

(57) Реферат:

Повний спосіб виробництва свинцево-кислотних акумуляторних батарей, відповідно до якого безперервним методом відливають, прокочують і профілюють свинцеву стрічку струмовідводів, свинцеву стрічку струмовідводів намазують свинцевою пастою, одержуючи електродні пластини. Електроди піддають дозріванню при певній температурі й вологості повітря, виконують складання блоків електродних пластин із сепараторами між позитивними і негативними електродними пластинами і одержують акумулятори. Акумулятори з'єднують у батареї міжелементними з'єднаннями. Батареї заливають електролітом і електрохімічним методом формують. Для першої групи споживачів у сплав для свинцевої стрічки струмовідводів вводять сумарну кількість олова й кальцію, вводять алюміній, обмежуючи сумарну кількість сурми й миш'яку, сумарну кількість срібла й міді, сумарну кількість домішок заліза, нікелю, кадмію, цинку.

UA 87724 U

Корисна модель належить до галузі електротехніки, а саме - до виробництва свинцево-кислотних акумуляторних батарей.

Сучасне виробництво стартерних свинцево-кислотних акумуляторних батарей являє собою складну керовану систему, яка може реалізувати різні варіанти технологій виготовлення батарей, залежно від конструкцій батарей і їхнього призначення. Перевагу мають ті виробничі комплекси, технологічні можливості яких максимальні, і які охоплюють повний технологічний цикл виробництва. Крім того, кращі виробничі комплекси мають технічну й технологічну новизну. У кращих виробничих комплексах досягається раціональна організація виробництва і рух складових частин виробу по технологічних ділянках.

Як приклад патенту на значну частину технологічного процесу й лінію устаткування з виготовлення свинцево-кислотних акумуляторних батарей див. В.О. Дзензерський та інш., патент України № 40508 "Спосіб виготовлення блоків електродних пластин для свинцево-кислотних акумуляторних батарей і технологічна лінія для його здійснення" (друге місце у всеукраїнському конкурсі "Кращий винахід - 2006").

Як аналог нами взято повний спосіб виробництва свинцево-кислотних акумуляторних батарей за Патентом № 4982482 США [Patent 4,982,482 USA. Method for the manufacture of lead-acid batteries and an associated apparatus and associated lead-acid battery. H01M 4/82. 08.01.1991]. У ньому зазначено повний спосіб виробництва свинцево-кислотних акумуляторних батарей, відповідно до якого спочатку безперервним методом відливають, прокочують і профілюють валками свинцеву стрічку струмовідводів, потім стрічку струмовідводів витримують для дисперсійного твердіння, потім стрічку струмовідводів намазують свинцевою пастою, заміс якої містить 300 фунтів (136,0777 кг) оксиду свинцю (порошку свинцевого), 0,198 фунтів (89,8112 г) сполучного матеріалу, 18,1-18,3 літрів води, 9,1-12,3 літрів сірчаної кислоти і, якщо паста для негативних пластин, то ще 2,9 фунтів (1,3154 кг) розширника, одержуючи стрічку електродних пластин. Потім стрічку електродних пластин піддають дозріванню при певній температурі і вологості повітря, задаючи в такий спосіб співвідношення триосновного і чотириосновного сульфатів свинцю пасти, потім виконують складання блоків електродних пластин із сепараторами між позитивними і негативними електродними пластинами та одержують акумулятори, потім акумулятори з'єднують у батареї міжелементними з'єднаннями. Отримані батареї заливають електролітом і електрохімічним методом формують, у результаті чого свинцева паста електродних пластин перетворюється в активну масу позитивних електродів та активну масу негативних електродів.

Перевагами способу-аналога є повний цикл виробництва батарей, від сировини до готової продукції, і висока продуктивність, яка визначається безперервним методом виливки, прокатки і профілювання свинцевої стрічки струмовідводів (методом "Wirtz").

Недоліком способу-аналога є високий відсоток рекламаций від споживачів: для акумуляторних батарей, які використовуються в умовах знижених вібронавантажень і неглибоких розрядів, до 1,5 % від гарантійного парку (перша група споживачів), а для акумуляторних батарей, які використовуються в умовах підвищених вібронавантажень і глибоких розрядів, до 3 % (друга група споживачів), що обумовлено наступними причинами:

1) спосіб одержання струмовідводів не забезпечує оптимального їхнього застосування ні в першій групі споживачів, ні в другій групі. Позитивні струмовідводи повинні бути корозійно стійкими, забезпечувати гарне зчеплення з позитивною активною масою (діоксидом свинцю), по можливості усувати ймовірність утворення шару, що пасивує, між струмовідводом і позитивною активною масою при розрядах, мінімізувати газовиділення при заряді й експлуатації (для першої групи споживачів); або позитивні струмовідводи повинні мати підвищену віброміцність і забезпечувати високу стійкість батарей до глибоких розрядів (для другої групи споживачів); негативні струмовідводи повинні бути мінімальної маси та по можливості знижувати газовиділення при заряді й експлуатації.

2) склад свинцевої пасти недостатньо враховує розходження в роботі позитивних і негативних електродів. А для споживачів другої групи позитивні електроди повинні мати підвищену віброміцність за рахунок складу пасти та її здатностей надійно втримуватися на струмовідводах;

3) операції складання блоків електродних пластин і з'єднання акумуляторів міжелементними з'єднаннями в батареї допускають високу ймовірність прихованих дефектів, що підвищує рівень рекламаций. Складальні операції повинні перевірятися суцільним контролем батарей;

4) електрохімічний метод формування допускає високу ймовірність прихованих дефектів. Формування, як остання технологічна операція, повинна піддаватися суцільному контролю якості.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення повного способу виробництва свинцево-кислотних акумуляторних батарей, з метою підвищення якості продукції і зниження відсотка рекламаций від споживачів. При цьому повинно бути враховано наявність двох груп споживачів акумуляторних батарей: перша група споживачів батарей, які експлуатують батареї в умовах знижених вібронавантажень і неглибоких розрядів, наприклад, в умовах гарних автодоріг, при помірному й теплому кліматі, при не занадто частих пусках двигуна; друга група споживачів батарей, для яких потрібні батареї з підвищеною віброміцністю й підвищеною стійкістю до глибоких розрядів, що потрібно в умовах поганих дорожніх покриттів, при холодному й помірно-холодному кліматі, при частих пусках двигуна.

Поставлена задача вирішується тим, що в запропонованому повному способі виробництва свинцево-кислотних акумуляторних батарей, відповідно до якого спочатку безперервним методом відливають, прокочують і профілюють свинцеву стрічку струмовідводів, свинцеву стрічку струмовідводів витримують з метою дисперсійного твердіння, потім свинцеву стрічку струмовідводів намазують свинцевою пастою, заміс якої містить порошок свинцевий, сполучний матеріал, воду, сірчану кислоту і, якщо паста для негативних пластин, то ще розширник, одержуючи електродні пластини, потім електродні пластини піддають дозріванню при певній температурі і вологості повітря, задаючи в такий спосіб співвідношення трьохосновного й чотирьохосновного сульфатів свинцю пасти, потім виконують складання блоків електродних пластин із сепараторами між позитивними і негативними електродними пластинами й одержують акумулятори, потім акумулятори з'єднують у батареї міжелементними з'єднаннями, потім батареї заливають електролітом і електрохімічним методом формують, відповідно до корисної моделі:

- для першої групи споживачів у сплав для свинцевої стрічки струмовідводів вводять сумарну кількість олова й кальцію 0,25-1,30 мас. %, причому кількість кальцію не менш 0,03 від кількості олова, вводять алюмінію 0,005-0,025 мас. %, обмежуючи сумарну кількість сурми й миш'яку до 0,002 мас. %, сумарну кількість срібла й міді до 0,02 мас. %, кількість вісмуту до 0,03 мас. %, сумарну кількість домішок заліза, нікелю, кадмію, цинку до 0,015 мас. %, витримують свинцеву стрічку струмовідводів з метою дисперсійного твердіння при температурі 15-35 °C протягом не менш 7 діб до досягнення межі міцності на розрив 45-60 Н/мм², потім свинцеву стрічку струмовідводів профілюють методом просікання і намазують свинцевою пастою, одержуючи стрічку електродних пластин, яку розділяють на електродні пластини, у заміс позитивної свинцевої пасти вводять порошку свинцевого 82-84,5 мас. %, в якому оксиду свинцю PbO 69-75 мас. %, розчину сірчаної кислоти 7,5-9,5 мас. %, густиною 1,4 г/см³, води 7,5-8,5 мас. %, волокна поліпропіленового 0,09-0,18 мас. %, в заміс негативної свинцевої пасти вводять порошку свинцевого 84-86 мас. %, в якому оксиду свинцю PbO 69-75 мас. %, розчину сірчаної кислоти 8-9 мас. %, густиною 1,4 г/см³, води 6,5-7,5 мас. %, волокна поліпропіленового 0,09-0,18 мас. %, і як розширник вводять лігносульфонату натрію 0,15-0,19 мас. %, вуглецю технічного 0,15-0,19 мас. %, сульфату барію 0,3-0,5 мас. %, складання блоків електродних пластин з сепараторами між позитивними й негативними електродними пластинами піддають суцільному контролю якості шляхом подачі на кожний блок електродних пластин високої напруги 0,70-2,00 кВ тривалістю 0,1-2,0 с, причому відбраковування блока електродних пластин роблять у випадку, якщо струм витоку перевищує 0,1 А, зазначений контроль якості проводять двічі - до з'єднання акумуляторів у батарею міжелементними з'єднаннями, і після з'єднання, з'єднання акумуляторів в батареї міжелементними з'єднаннями піддають суцільному контролю якості шляхом подачі на кожне міжелементне з'єднання струму 500-1500 А тривалістю 1-10 с, причому відбраковування міжелементного з'єднання роблять у випадку, якщо його електроопір перевищує 10 мкОм, акумуляторні батареї формують у дві стадії, на першій стадії струм формування поступово збільшують від (0,01-0,03)C₂₀ А, де C₂₀ - номінальна ємність батарей при 20-годинному розряді, до (0,3-0,8) C₂₀ А, досягаючи постійного максимального струму формування при подачі зарядної ємності батарей не менш C₂₀ А·год., і підтримуючи постійний максимальний струм формування не менш 1 год., при рості напруги на батареях більш ніж на 30 %, при постійному максимальному струмі формування, переходять на другу стадію, на другій стадії струм формування знижують до (0,1-0,2)C₂₀ А, струм формування відключають при подачі зарядної ємності батарей не менш 3C₂₀ А·год., акумуляторні батареї формують у формувальних ваннах, охолоджуваних потоком води і відгороджених від виробничого приміщення системою примусової вентиляції і технологічних об'ємів над кожною ванною, подачу охолодної води у формувальні ванни здійснюють паралельним самопливом від загальної напірної ємності зі скиданням надлишку теплої води від кожної формувальної ванни шляхом рівневого переливу, здійснюють примусовий відвід з однаковою інтенсивністю з технологічного об'єму над кожною формувальною ванною гарячих газів, які виділилися при формуванні, всі сформовані батареї

піддають суцільному контролю якості шляхом розряду струмом $9C_{20}$ А протягом 5-10 с, причому відбраковування батарей виконують у випадку, якщо напруга на її виводах до початку розряду нижче 12,7 В, а напруга на 6-й секунді розряду нижче 8,5 В;

- для другої групи споживачів у свинцевий сплав для здвоєних позитивних струмовідводів вводять сурми 1,5-2,0 мас. %, олова 0,10-0,30 мас. %, миш'яку 0,10-0,15 мас. %, селену 0,020-0,030 мас. %, обмежуючи кількість міді до 0,05 мас. %, кількість срібла до 0,02 мас. %, кількість вісмуту до 0,03 мас. %, кількість сірки до 0,01 мас. %, сумарну кількість домішок заліза, нікелю, кадмію, цинку до 0,01 мас. %, здвоєні позитивні струмовідводи відливають методом гравітаційного лиття у форми, які задають одержання замкнутої рамки та об'єднання окремих позитивних струмовідводів у здвоєні позитивні струмовідводи, витримують здвоєні позитивні струмовідводи з метою дисперсійного твердіння при температурі 15-35 °С протягом 3-15 діб, потім здвоєні позитивні струмовідводи намазують свинцевою пастою, одержуючи здвоєні позитивні електродні пластини, які після дозрівання розділяють надвоє на окремі позитивні електродні пластини, у заміс позитивної свинцевої пасти вводять порошку свинцевого 82-84,5 мас. %, в якому оксиду свинцю PbO 69-75 мас. %, розчину сірчаної кислоти 7,5-9,5 мас. %, густиною 1,4 г/см³, води 7,5-8,5 мас. %, волокна поліпропіленового 0,09-0,18 мас. %, перборату натрію 0,23-0,29 мас. %, у заміс негативної свинцевої пасти вводять порошку свинцевого 84-86 мас. %, у якому оксиду свинцю PbO 69-75 мас. %, розчину сірчаної кислоти 8-9 мас. %, густиною 1,4 г/см³, води 6,5-7,5 мас. %, волокна поліпропіленового 0,09-0,18 мас. %, і як розширник вводять лігносульфонату натрію 0,15-0,19 мас. %, вуглецю технічного 0,15-0,19 мас. %, сульфату барію 0,3-0,5 мас. %, на складання батарей направляють як позитивні електродні пластини окремі позитивні електродні пластини з пастою з перборатом натрію, як негативні електродні пластини такі ж електродні пластини, як і для батарей для першої групи споживачів, акумуляторні батареї формують у дві стадії також, як і батареї для першої групи споживачів, акумуляторні батареї формують із примусовим керованим прокачуванням електроліту, причому електроліт прокачують через кожний акумулятор зі швидкістю не менш 2 г/с і загальний резервуар за паралельною схемою, прохолоджуючи загальний об'єм електроліту, а газів, які виділяються при формуванні, відкачують разом з вихідним із акумуляторів електролітом, всі сформовані батареї піддають суцільному контролю якості також, як і батареї для першої групи споживачів.

Суть корисної моделі полягає у наступному.

Добавки кальцію й олова у сплав для свинцевої стрічки струмовідводів істотно підвищують міцність сплаву, причому головну роль тут грає кальцій. Це необхідно для подальших технологічних операцій виготовлення акумуляторів, а також для зниження відмов готових виробів через руйнування струмовідводів. Крім того, олово знижує ймовірність утворення шару, що пасивує, між струмовідводами й позитивною активною масою, що підвищує стійкість акумуляторів до глибоких розрядів. Кальцій поліпшує зчеплення активної маси зі струмовідводами. Все разом це збільшує безвідмовність акумуляторів. Сумарного змісту олова й кальцію не повинно бути менш 0,25 мас. %, інакше позитивний ефект їхньої присутності перестане проявлятися. У той час сумарний вміст олова й кальцію не повинен бути більше 1,30 мас. %, інакше різко зросте час витримки з метою дисперсійного твердіння, а також знизиться корозійна стійкість сплаву. Вміст кальцію повинен становити не менш 0,03 від змісту олова у сплаві, інакше сплав буде недостатньо міцним.

Добавка алюмінію у сплав для свинцевої стрічки струмовідводів дозволяє запобігти вигорянню зі сплаву кальцію. Алюмінію повинно бути не менш 0,005 мас. %, інакше зникне позитивний ефект від алюмінію. Недоцільно підвищувати зміст алюмінію у сплаві більше 0,025 мас. %, оскільки це не призводить до посилення позитивного ефекту. Необхідно обмежити у сплаві для свинцевої стрічки струмовідводів сумарну кількість сурми й миш'яку до 0,002 мас. %, щоб запобігти газовиділенню і втрати води при заряді та експлуатації акумуляторів, а також щоб уникнути виділення найменших кількостей токсичних газів. Також необхідно обмежити у сплаві для свинцевої стрічки струмовідводів сумарну кількість срібла і міді до 0,02 мас. %, щоб зменшити газовиділення і втрату води. Кількість вісмуту у сплаві для свинцевої стрічки струмовідводів доцільно обмежити до 0,03 мас. %, а сумарну кількість домішок заліза, нікелю, кадмію, цинку - до 0,015 мас. %, щоб вони не зробили негативного впливу на сплав. Негативний вплив надлишку вісмуту й надлишку зазначених домішок проявляється в зниженні корозійної стійкості сплаву, сильному зростанні газовиділення при заряді та експлуатації.

Легуючі добавки вводять безпосередньо у свинець або використовуючи лігатури (сплави свинцю з високим вмістом легуючих добавок). Обмеження на домішки встановлюють за рахунок контролю вмісту домішок у вихідному свинці й легуючих добавках.

Для подальшого підвищення механічної міцності свинцевої стрічки струмовідводів, її витримують при температурі 15-35 °C протягом не менш 7 діб у виробничому приміщенні. Зазначена температура, як правило, забезпечується умовами виробничого цеху й достатня для необхідного підвищення міцності. При температурі нижче 15 °C і часу дисперсійного твердіння менш 7 діб ще не досягається потрібна міцність. Збільшувати температуру в цеху вище 35 °C, як правило, немає особливої необхідності. Потім виробляється контроль механічних властивостей стрічки і, якщо межа її міцності на розрив досягає 45-60 Н/мм², то витримку припиняють, і стрічка надходить на профілювання. Недоцільно тривалою витримкою домагатися підвищення межі міцності вище 60 Н/мм², оскільки при цьому сильно зменшуються пластичні властивості стрічки, що може привести до дефектів струмовідводів. Свинцеву стрічку струмовідводів профілюють відомим методом просікання, що припускає просікання отворів у стрічці й розтягання стрічки по ширині з утворенням сітки струмовідводів. При цьому досягається висока продуктивність виготовлення струмовідводів, а також зниження витрати матеріалу (свинцевого сплаву) на виготовлення одного струмовідводу.

Добавки сурми й миш'яку у свинцевий сплав для окремих позитивних струмовідводів істотно підвищують міцність сплаву, що необхідно для подальших технологічних операцій виготовлення акумуляторів, а також для зниження відмов готових виробів через руйнування струмовідводів. Сурма й миш'як поліпшують ливарні властивості сплаву. Крім того, сурма забезпечує надійне зчеплення струмовідводу з позитивною активною масою, перешкоджає утворенню шару, що пасивує, між струмовідводом і позитивною активною масою при глибоких розрядах, а також поліпшує морфологію часток позитивної активної маси. Миш'як збільшує корозійну стійкість за рахунок впливу, що модифікує, на зернисту структуру сплаву. Все разом це збільшує віброміцність і безвідмовність акумуляторних батарей, оскільки сурма й миш'як діють у сплаві спільно, а невелика добавка миш'яку дозволяє заощаджувати значно більшу кількість сурми. Особливо, зростає безвідмовність акумуляторів, що працюють в умовах глибоких розрядів. Кількість сурми не повинно бути менш 1,5 мас. %, а миш'яку - менш 0,10 мас. %, інакше позитивний ефект їхньої присутності перестане проявлятися. При кількості сурми більше 2,0 мас. % збільшується газовиділення і саморозряд батареї в процесі експлуатації, а також зменшується корозійна стійкість позитивних струмовідводів, а при кількості миш'яку більше 0,15 мас. % проявляється крихкість струмовідводів. Це скорочує безвідмовність батарей. Крім того, при збільшенні кількості сурми й миш'яку виникають екологічні проблеми, наприклад, підвищується виділення токсичних газів при заряді та експлуатації батарей. Добавки олова, селену і деякої кількості сірки у свинцевий сплав для окремих позитивних струмовідводів підвищують корозійну стійкість сплаву за рахунок модифікації його зернистої структури (здрібнювання). Крім того, олово поліпшує ливарні властивості сплаву, знижує ймовірність утворення тріщин у струмовідводах. Все разом це збільшує безвідмовність і віброміцність акумуляторів, оскільки олово, селен і сірка діють спільно. Кількість олова не повинно бути менш 0,10 мас. %, селену - менш 0,020 мас. % (малий зміст сірки при наявності олова й селену істотно не впливає на сплав), інакше зникає позитивний ефект їхньої присутності. Кількість олова недоцільно збільшувати понад 0,30 мас. %, оскільки це не приведе до підвищення позитивного ефекту, але лише збільшить собівартість сплаву. При вмісті селену вище 0,030 мас. %, а сірки - вище 0,01 мас. %, відбувається зменшення корозійної стійкості сплаву й збільшення крихкості струмовідводів. Добавки деяких кількостей срібла й міді у свинцевий сплав для окремих позитивних струмовідводів дозволяють небагато підвищити корозійну стійкість сплаву, діючи спільно. Це дає невеликий внесок у безвідмовність і віброміцність акумуляторів. Але доцільно обмежити їхню кількість: срібла - до 0,02 мас. %, міді - до 0,05 мас. %, інакше збільшиться газовиділення при заряді та експлуатації акумуляторів, і підвищиться втрата води. Кількість вісмуту у свинцевому сплаві для окремих позитивних струмовідводів доцільно обмежити до 0,03 мас. %, а сумарна кількість домішок заліза, нікелю, кадмію, цинку - до 0,01 мас. %, щоб вони не зробили негативного впливу на сплав.

Легуючі добавки вводять безпосередньо у свинець або використовуючи лігатури. Обмеження на домішки встановлюють за рахунок контролю вмісту домішок у вихідному свинці й легуючих добавках.

Із зазначеного сплаву відомим методом гравітаційного лиття у форми відливають позитивні здвоєні струмовідводи, в яких за рахунок форм утворюються замкнуті рамки будь-якої заданої товщини. Виготовлення позитивних струмовідводів у здвоєному вигляді (а не в одиночному), а також наявність замкнутих рамок (як правило, більшої товщини, чим сітка рамки) забезпечує зниження механічних дефектів струмовідводів у процесі виробництва акумуляторів за рахунок помітного підвищення їхньої механічної міцності. Досвід показує, що здвоєні струмовідводи менше деформуються, чим одиночні в процесі виробництва (до моменту поділу перед

складанням). А замкнута механічна рамка істотно зміцнює струмовідвід у порівнянні зі струмовідводами, отриманими безперервними способами зі свинцевої стрічки струмовідводів, які не мають такої рамки. У цьому основна перевага виготовлення позитивних струмовідводів методом гравітаційного лиття. Все разом це підвищує віброміцність і безвідмовність

5 акумуляторних батарей. Для подальшого підвищення механічної міцності позитивних здвоєних струмовідводів, їх витримують при температурі 15-35 °С протягом 3-15 діб у виробничому приміщенні. Зазначена температура, як правило, забезпечується умовами виробничого цеху й достатня для необхідного підвищення міцності протягом 3-15 діб. При температурі нижче 15 °С і часу дисперсійного твердіння менш 3 доби ще не досягається потрібна міцність. Збільшувати

10 температуру у цеху вище 35 °С, як правило, немає особою необхідності. А продовжувати витримку більше 15 діб небажано, інакше підвищується крихкість струмовідводів, що може привести до прихованих дефектів в них.

Розглянемо рецептуру пасти. Основними її компонентами є свинцевий порошок, сірчана кислота і вода. Сірчана кислота при розчиненні у воді виділяє велику кількість тепла, особливо, якщо розчиняють концентровану кислоту. Це тепло може несприятливо вплинути на хімічні процеси в пасті, тому в заявленій корисній моделі використовується сірчана кислота невеликої концентрації – 1,4 г/см³, що найбільш зручна із практичної точки зору. Свинцевий порошок при реакції із сірчаною кислотою також виділяє велику кількість тепла, причому за рахунок внеску реакції з оксидом свинцю. Тому вміст оксиду свинцю обмежено верхньою межею 75 мас. %, щоб перегрів не позначився негативно на хімічних процесах у пасті. У той же час, реакція сірчаної кислоти з оксидом свинцю приводить до утворення необхідних сульфатів свинцю, так що нижньою межею вмісту оксиду свинцю ми встановили 69 мас. % для забезпечення швидкої швидкості зазначеної реакції і достатньої кількості сульфатів свинцю. При розчиненні сірчаної кислоти у воді, кислоти не повинно бути менш 7,5 мас. %, а води не повинне бути більше 8,5 мас. %, інакше розчин кислоти вийде занадто низької концентрації, і не відбудеться утворення

25 потрібної кількості сульфатів свинцю, а також паста придбає неприпустиму м'якість. Кислоти не повинно бути більше 9,5 мас. %, а води не повинно бути менш 6,5 мас. %, інакше розчин кислоти вийде занадто високої концентрації, і почнеться реакція з утворенням небажаного одноосновного сульфату свинцю, а також паста стане неприпустимо твердою. Одноосновний сульфат свинцю $PbO \cdot PbSO_4$ знижує міцність активної маси електродів і приводить до росту

30 рекламацій від споживачів. Неприпустимо м'яка й неприпустимо тверда пасти знижують якість операції намазування пасти на струмовідводи. Крім того, у позитивній пасті кислоти й води повинно бути в ще більш вузьких межах: 7,5-9,5 і 7,5-8,5 мас. %, відповідно; а в негативній пасті кислоти й води: 8-9 і 6,5-7,5 мас. %, відповідно. Кількість свинцевого порошку повинно бути в межах 82-86 мас. %, інакше надлишок порошку або недостача його порушують оптимальне співвідношення порошку й кислоти, і не забезпечать потрібну кількість сульфатів свинцю, і

35 знизять швидкість утворення сульфатів свинцю. Крім того, у позитивній пасті свинцевого порошку повинно бути в ще більш вузьких межах: 82-84,5 мас. %; а в негативній пасті свинцевого порошку: 84-86 мас. %. Такі більш строгі вимоги на сполуку паст, які звужують діапазони в них свинцевого порошку й рідких компонентів, обумовлені необхідністю враховувати розходження в роботі позитивних і негативних електродів. Оскільки в негативній пасті в середньому більше свинцевого порошку, чим у позитивній пасті, то вона одержує запас надлишкової густини, що зникає при дії уведених у неї розширників, які збільшують пористість. У результаті густина й пористість позитивних і негативної активних мас після формування та у

45 процесі експлуатації акумуляторів встановлюються відповідними для акумулятора в цілому. І не спостерігається надлишку густини або пористості кожного із двох типів електродів - позитивного або негативного. У сучасні пасти ще додають сполучний матеріал. Ми вводимо поліпропіленове волокно, яке своїми нитками скріплює й зв'язує частки пасти й активної маси, а саме не приймає участі в електрохімічних реакціях і не спотворює їхнього протікання. Кількість волокна поліпропіленового повинне бути 0,09-0,18 мас. %, інакше при меншій кількості губиться його позитивна роль, а при більшій кількості знижується електропровідність пасти й активної маси, що приводить до зниження електричних характеристик акумуляторних батарей.

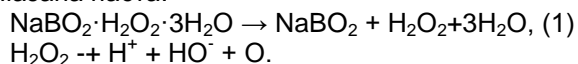
Негативна паста повинна містити розширники, які не дозволяють активній масі знижувати пористість у процесі експлуатації. Найбільш ефективним є сполучення неорганічного та

55 органічного розширників. Як такі ми вводимо суміш лігносульфонату натрію 0,15-0,19 мас. %, вуглецю технічного 0,15-0,19 мас. %, сульфату барію 0,3-0,5 мас. %. Кристали неорганічного розширника сульфату барію $BaSO_4$, працюючи центрами кристалізації сульфату свинцю $PbSO_4$ при розряді негативної активної маси в процесі експлуатації акумуляторної батареї, не дають сульфату свинцю знижувати пористість, і перешкоджають зниженню пористості при заряді

60 негативної активної маси. Вуглець технічний підвищує електропровідність вираженої активної

маси, насиченої кристалами діелектричного сульфату свинцю $PbSO_4$, а також перешкоджає утворенню великих кристалів сульфату свинцю, що не дає знижуватися пористості при заряді негативної активної маси. Лігносульфонат натрію, маючи гідрофільні й диспергуючі властивості, запобігає зниженню пористості активної маси і відпадання маси від струмовідводів при наступних операціях складання і формування батарей. Зазначені розширники проявляють ефективність при вмісті лігносульфонату натрію не менш 0,15 мас. %, вуглецю технічного не менш 0,15 мас. %, сульфату барію не менш 0,3 мас. %. Оскільки сульфат барію є діелектриком з низькою електропровідністю, і вуглець технічний помітно уступає в електропровідності свинцю негативної активної маси, то підвищувати зміст вуглецю технічного більше 0,19 мас. %, сульфату барію більше 0,5 мас. % не треба, інакше помітно знизиться питома енергія акумуляторів. Недоцільно підвищувати вміст лігносульфонату натрію більше 0,19 мас. %, інакше частки негативної активної маси стануть неприпустимо малих розмірів, що знизить безвідмовність негативних електродів. Серед всіх марок лігносульфонату натрію найбільш оптимальною ми вважаємо "VANISPERSE A".

Позитивна паста з підвищеною віброміцністю для другої групи споживачів повинна забезпечувати надійне зчеплення зі струмовідводами. Для цього ми використовуємо добавку пербората натрію 0,23-0,29 мас. %. Перборат натрію в пасті розпадається з виділенням атомарного кисню, відповідно до реакції (1), що окисляє тонку поверхню струмовідводів, на які намазана паста:



Паста міцно закріплюється, завдяки взаємодії з тонким поверхневим окисленням шаром струмовідводів, кристали сульфатів свинцю пасти "врастають" у поверхневий шар струмовідводів. Якщо перборату натрію буде менш 0,23 мас. %, то поверхневий шар вийде занадто тонким, і зчеплення пасти зі струмовідводами ненадійним. Недоцільно збільшувати вміст перборату натрію більше 0,29 мас. %, інакше корозія починає здобувати міжзеренний характер і руйнувати струмовідводи.

Всі зазначені компоненти пасти і добавки в пасту зважують на вагах-дозаторах і перемішують у змішувачах, відповідно до процедури, установлені техпроцесом.

Тепер розглянемо два варіанти застосування - для двох груп споживачів.

Перший - для першої групи споживачів. На складання акумуляторних батарей направляють електроди, струмовідводи яких виготовлені зі свинцевої стрічки струмовідводів, профільованої методом просікання, як це зазначено у формулі корисної моделі.

Другий - для другої групи споживачів. На складання батарей направляють, як негативні електроди, такі ж електроди, як і для батарей для першої групи споживачів, а як позитивні електроди направляють електроди, у яких застосовані окремі позитивні струмовідводи і паста з перборатом натрію. Батареї другого варіанта застосування мають більшу віброміцність і стійкість до глибоких розрядів, чим батареї першого варіанта, але трохи гірші показники з витрати води і газовиділення, оскільки в їхніх позитивних струмовідводах використовується сурма.

Розглянемо суцільний контроль якості складальних операцій. Як показує досвід, максимум дефектів складання, які не вдається візуально виявити робочому персоналу і вчасно усунути, відноситься до дефектів блоків електродних пластин. Серед зазначених дефектів бувають наступні: проколи сепараторів облоєм лиття струмовідводів або задирками на струмовідводах, проколи сепараторів частками затверділої пасти, сильні здавлювання сепараторів пастою, отвори в сепараторах, відсутність сепаратора, загин сепаратора та ін. Для батарей з підвищеною віброміцністю актуальний ще й суцільний контроль з'єднань акумуляторів у батареї міжелементними з'єднаннями, оскільки тут найчастіше відбувається ушкодження при вібраціях, якщо є приховані дефекти. Серед дефектів міжелементних з'єднань зустрічаються наступні: виплеск свинцевого сплаву із зони зварювання на верхній торець електродних пластин, великі раковини в сплаві в області зварювання. Оскільки складання батарей для обох груп споживачів здійснюють на одній і тій же складальній лінії, то раціонально використовувати на обох варіантах застосування батарей суцільний контроль з'єднання акумуляторів у батареї міжелементними з'єднаннями, не перенастроюючи складальну лінію.

При подачі високої напруги на кожний блок електродних пластин, у випадку наявності дефектів, різко підвищується струм витоку. На цьому принципі й заснований суцільний контроль. Контакти з напругою й вимірювальні контакти автоматично встановлюють на позитивний і негативний місток блока електродних пластин. Для практичних цілей найбільш зручна величина високої напруги, що подається на блок електродних пластин, становить 0,70-2,00 кВ. При зниженні напруги менш 0,70 кВ контроль втрачає ефективність, оскільки не

виявляються багато малих отворів у сепараторах, здавлювання сепараторів пастою. При подальшій експлуатації батарей ці дефекти виводять батареї з ладу раніше гарантійного строку. За цією же причиною тривалість подачі високої напруги не повинна бути менш 0,1 с. Не слід підвищувати напругу понад 2,00 кВ і подавати її більше 2,0 с, інакше можливі пробої блоків електродних пластин, паста яких зволожена в межах припустимого техпроцесом. Через подібні пробої або високі струми витоків буде відбуватися бракування спочатку якісних виробів. Емпірично підбрано величину струму витoku 0,1 А, перевищення якої означає наявність дефектів блоку електродних пластин. Якщо ж струм витoku менш 0,1 А, то він пов'язаний із припустимою вологістю сепараторів і пасту, але не з наявністю дефектів. У випадку перевищення струму витoku величини 0,1 А, відповідний блок електродних пластин автоматично бракують, і персонал складального цеху або усуває дефект або замінює дефектний блок на якісний. Оскільки операцію з'єднання акумуляторів у батарею звичайно роблять зварюванням, що може ушкодити вже перевірені блоки електродних пластин, то зазначений суцільний контроль якості блоків електродних пластин проводять двічі - до зварювання і після зварювання. Суцільний контроль якості міжелементних з'єднань здійснюють розрядом струмом величиною 500-1500 А протягом 1-10 с. Сховані раковини у місці зварювання визначають за наявністю підвищеного електроопору відповідного міжелементного з'єднання. (Тоді як виплеск свинцевого сплаву відбраковують візуально або суцільним контролем якості блоків електродних пластин, адже виплеск приведе до різкого підвищення струму витoku.) Якщо в процесі розряду електроопір якого-небудь міжелементного з'єднання стане більш, ніж 10 мкОм, то батарею бракують, замінюючи зварені суміжні блоки й повторюючи зварювання в зазначеному місці. Розрядний струм і вимірювальні електроди підводять до полюсних містків суміжних акумуляторів, що прилягають до відповідного міжелементного з'єднання. При розряді струмом менш 500 А і тривалості розряду менш 1 с не встигають виявитися багато схованих раковин, оскільки зварене місце не встигає розігрітися й помітно підвищити свій електроопір. А при розряді струмом більше 1500 А і тривалості розряду більше 10 с можливий перегрів звареного місця навіть при відсутності дефектів, що, проте, буде помилково діагностовано як дефект через підвищення електроопору. Контрольний параметр 10 мкОм підбрано емпірично за результатами перевірок безлічі батарей.

Акумуляторні батареї для першої групи споживачів формують у формувальних ваннах, охолоджуваних потоком води, і відгороджених від виробничого приміщення системою примусової вентиляції, яка припускає наявність технологічного об'єму над кожною ванною. Це реалізують установкою об'ємних закритих чохлів над кожною ванною, причому чохла мають дверцята для навантаження-вивантаження батарей у ванни. На батареї подають струм формування за спеціальною програмою, заданою через керуючі комп'ютери.

Поступове зростання струму формування на першій стадії процесу від $(0,01-0,03)C_{20}$ А, де C_{20} - номінальна ємність батарей при 20-годинному розряді, дозволяє уникнути перегріву електроліту і зниження ефективності реакції перетворення свинцевої пасту в активну масу, а також уникнути перевищення оптимальної напруги на батареях, що викликає інтенсивний електроліз води з виділенням безлічі пухирців водню й кисню, а також руйнування активної маси пухирцями газів. На самому початку першої стадії формування, коли у свинцевій пасті ще мало сформованої активної маси, електроопір пасту підвищено. Поступово, до кінця першої стадії формування, у міру збільшення кількості сформованої активної маси, електроопір пасту знижується. Цим і задано поступове збільшення струму формування до $(0,3-0,8) C_{20}$ А. Темп росту струму формування до максимального значення визначається кількістю зарядної ємності, доданої батареям. При подачі зарядної ємності не менш C_{20} А год. повинно бути досягнуто максимальний струм формування. Якщо струм формування збільшити занадто швидко, не встигши додати зарядну ємність C_{20} А год., то процес формування не встигне пройти по всій глибині пасту і активної маси електродів. Верхня межа зарядної ємності визначається конкретною програмою струму формування. Максимальний постійний струм формування $(0,3-0,8) C_{20}$ А підтримують не менш 1 год. до моменту, коли почне відбуватися швидкий ріст напруги на батареях. Досвід показує, що тривалості витримки постійного максимального струму протягом однієї години досить, щоб уловити зазначений ріст напруги на батареях. При зростанні напруги більш ніж на 30 %, переходять на другу стадію формування. На другій стадії, коли основна частина активної маси сформована, і коли основні сульфати свинцевої пасту вичерпалися, іде процес доформування за рахунок перетворення нейтрального сульфату свинцю $PbSO_4$ зі свинцевої пасту. Із цим і зв'язаний швидкий ріст напруги на батареях, заданий сильним ростом електродної поляризації, оскільки нейтральний сульфат свинцю перетворюється в активну масу з більшим утрудненням. Щоб уникнути інтенсивного електролізу води з виділенням безлічі пухирців, струм формування доцільно знизити до $(0,1-0,2)C_{20}$ А. Інакше

почнеться перегрів електроліту й руйнування активної маси пухирцями газів, причому зазначене руйнування часто має схований характер (тріщини в активній масі, розушцілення) і належить до прихованих дефектів. Все це знижує якість і безвідмовність акумуляторних батарей. Максимальні величини струму формування на першій (ріст від $0,3 C_{20}$ до $0,8 C_{20}$) і другий (зниження до $0,2 C_{20}$) стадіях процесу підібрані емпірично, з метою обмежити виділення газів і запобігти руйнуванню активної маси електродів. Мінімальні величини струму формування на першій (ріст від $0,01 C_{20}$ до $0,3 C_{20}$) і другий (зниження до $0,1 C_{20}$) стадіях процесу підібрані, виходячи з вимоги забезпечити невелику тривалість процесу. Адже, чим менше струм формування, тим більший час потрібно для утворення активної маси на електродах, тому струм не можна занадто зменшувати. Струм формування відключають при подачі зарядної ємності батарей не менш $3C_{20}$ А год., оскільки, якщо батареї додати зарядної ємності менш $3C_{20}$ А год., то вона буде недоформована. Максимальна кількість зарядної ємності визначається конкретною програмою струму формування. Струм формування можна подавати як постійний по напрямку, так і імпульсний знакозмінний або імпульсний з паузами. Але при цьому тривалість розрядних імпульсів або пауз не повинна перевищувати 10 % від тривалості зарядних імпульсів, і амплітуда розрядних імпульсів не повинна набагато перевершувати амплітуду зарядних імпульсів, щоб не сильно подовжувати процес формування.

Подачу охолоджуючої води у формувальні ванни паралельним самопливом від загальної напірної ємності зі скиданням надлишку теплої води від кожної формувальної ванни шляхом рівневого переливу виконують для забезпечення уніфікації теплових умов для всієї партії батарей. Із цією же метою здійснюють примусовий відвід з однаковою інтенсивністю з технологічного об'єму над кожною формувальною ванною гарячих газів, які виділилися при формуванні. Щоб підсилити тепловідвід, теплу воду після формувальних ванн пропускають через теплообмінник, після чого знову використовують для подачі у формувальні ванни. Як теплообмінник використовують градирні. Уніфікуючи теплові й хімічні умови формування у всіх батареях партії (у всіх формувальних ваннах), вдається знизити розкид технічних параметрів батарей всієї партії. Це характеризує підвищення якості виробів у цілому, оскільки усувається можливість влучення в партію деяких батарей з мінімальними електричними характеристиками, що тягне можливість їхньої передчасної відмови у споживачів.

Батареї для другої групи споживачів формують із примусовим керованим прокачуванням електроліту, причому електроліт прокочують через кожний акумулятор зі швидкістю не менш 2 г/с і загальний резервуар за паралельною схемою, прохолоджуючи загальний об'єм електроліту. Паралельна схема прокачування дозволяє максимально уніфікувати теплові й хімічні умови в кожному акумуляторі батареї в процесі формування, оскільки немінучі відмінності у кількості й сполучі свинцевої пасти й густини електроліту в акумуляторах батареї вирівнюються. Цієї ж меті служить висока, понад 2 г/с швидкість прокачування. При меншій швидкості прокачування електроліт із акумуляторів не встигає усереднити свою сполуку, яка постійно змінюється в процесі формування. Максимальна швидкість прокачування електроліту визначається можливостями конкретної установки по формуванню. За рахунок уніфікації умов процесу формування у кожному акумуляторі батареї вдається домогтися зниження розкиду технічних характеристик акумуляторів усередині однієї батареї, а це означає підвищення безвідмовності батареї в цілому. Батарея, у якій відсутні "слабкі" акумулятори, має більше високу стійкість до глибоких розрядів, оскільки саме "слабкий" акумулятор обмежує можливості всієї батареї. Газы, які виділяються при формуванні, відкачують разом з вихідним із акумуляторів електролітом, після чого вони виділяються в систему вентиляції. Установка для формування включає систему трубок, по яких подають електроліт у кожний акумулятор батареї, і систему трубок, по яких відкачують електроліт з газами з кожного акумулятора батареї. Струм формування подають за такою же програмою, як і для батарей для першої групи споживачів.

Всі сформовані батареї піддають суцільному контролю якості. Для цього батареї спочатку контролюють на величину напруги на виводах до початку розряду, яка не повинна бути нижче 12,7 В. Якщо напруга на виводах виявиться нижче 12,7 В, це означає, що або батарея недоформована і вимагає доформування або в батареї є дефекти. Потім батарею, якщо вона успішно пройшла контроль величини напруги на виводах до початку розряду, піддають короточасному потужному розряду струмом $9C_{20}$ А протягом 5-10 с. Зазначена величина струму розряду підібрана, виходячи з досвіду ГОСТ 959, який регламентував перевірку струмоведучих деталей батарей таким же потужним струмом. Розряд не слід продовжувати більше 10 с, інакше може відбутися неприпустимо глибокий розряд з жолобленням електродів і ушкодженням батареї. Найбільш надійний час установлення напруги на виводах батареї в процесі розряду, це 6-а секунда розряду, коли розряд ще не занадто глибокий, але вже сталий, і розрядна крива вже має стійкий вигляд. Якщо напруга на виводах батареї в цей момент виявиться нижче 8,5 В,

це означає, що або батарея недоформована і вимагає доформування, або в батареї є дефекти. Відбраковані батареї додатково перевіряють і, залежно від їхнього стану, або деформують або остаточно бракують.

Заявлена корисна модель має єдиний технічний задум, який виражений у сукупності однакових або відповідних істотних ознак. Усі ознаки способу за корисною моделлю може бути реалізовано на одному виробничому підприємстві, що збільшує технологічні можливості підприємства й розширює асортименти продукції, яка випускається. Крім того, реалізація заявленої корисної моделі на одному підприємстві сполучається з раціональною організацією виробництва і руху складових частин виробу по технологічних ділянках.

Пропоновані технічні рішення можуть бути використані на заводах з виробництва свинцево-кислотних акумуляторних батарей, у тому числі герметизованих клапанно-регульованих VRLA-батарей. Зокрема, дані технічні рішення використані на акумуляторному заводі Публічне Акціонерне Товариство "ВЕСТА-Дніпро" (м. Дніпропетровськ). За технічним завданням фахівців ПАТ Міжнародної науково-промислової корпорації "ВЕСТА" і ПАТ "ВЕСТА-Дніпро" на кращих закордонних підприємствах, які роблять устаткування для акумуляторних заводів, були виготовлені автоматичні пристрої для реалізації заявленого повного способу виробництва акумуляторних батарей.

На фіг. 1 представлено блок-схема технологічного процесу виробництва акумуляторних батарей. На фіг. 2 (а, б) представлено схему суцільного контролю складальних операцій. На фіг. 3 представлено схему формування акумуляторних батарей у формувальних ваннах. На фіг. 4 представлено схему формування батарей із прокачуванням електроліту. Звернемося до фіг. 1. У виробничому комплексі 1 безперервним методом виготовляють (для батарей для першої групи споживачів) позитивні й негативні струмовідводи, позитивну й негативну пасту, а також (для батарей для другої групи споживачів) позитивні струмовідводи методом гравітаційного лиття і позитивну пасту з перборатом натрію для них. Потім (для батарей для першої групи споживачів) одержують позитивні електродні пластини шляхом намазування позитивної пасти на стрічку позитивних струмовідводів, і одержують негативні електродні пластини шляхом намазування негативної пасти на стрічку негативних струмовідводів. А також (для батарей для другої групи споживачів) одержують позитивні електродні пластини шляхом намазки позитивної пасти з перборатом натрію на позитивні струмовідводи, виготовлені методом гравітаційного лиття. Зазначені позитивні електродні пластини надходять у комплекс 2 на складання батарей, призначених для роботи в умовах високих вібравантажень або глибоких розрядів (для другої групи споживачів). У якості негативних електродних пластин у цих батареях використовують на складанні негативні електродні пластини такі ж, як і для батарей для першої групи споживачів. Для батарей для першої групи споживачів на складанні використовують позитивні й негативні електродні пластини, виготовлені зі стрічки. Відразу наприкінці складання батареї проходять суцільний контроль якості на комплексі 2 на складальних лініях. Батареї загального призначення формують на комплексі 3, а спеціальні батареї формують на комплексі 3 за окремою технологією шляхом формування із прокачуванням електроліту. По закінченні формування всі батареї піддають суцільному контролю якості. Звернемося до фіг. 2, а. Наприкінці складання батареї піддають суцільному контролю блоків електродних пластин шляхом подачі високої напруги U на полюсні містки одного (кожного) блоку. На фіг. 2, б зображено, як подають струм і на суміжні полюсні містки при перевірці міжелементних з'єднань. На фіг. 3 схематично зображено процес формування батарей для першої групи споживачів. До батарей 1 підводять холодну воду в місці 2 формувальні ванни 3 і відводять переливом у місці 4. Напір води забезпечують напірною ємністю 5. Використана тепла вода надходить у накопичувальну ємність 6, після чого її насосом 7 качають у теплообмінник 8 (градирню). Після градирні охолоджена вода знову направляється в напірну ємність 5. Система витяжної вентиляції, яка складає з парасольок 9 і трубопроводу 10, технологічних об'ємів 11 над формувальними ваннами, забезпечує відкачку газів, які виділяються при формуванні. Технологічні об'єми відмежовані від виробничого приміщення і постачені дверцятами 12 для навантаження-вивантаження батарей. Газу, що відкачаний, фільтрують від аерозолів сірчаної кислоти у фільтрувальному пристрої 13. Фіг. 4 схематично показує процес формування батарей для другої групи споживачів. У кожний акумулятор 1 батареї 2 опущені по двох трубках: через одну підводять електроліт, через іншу електроліт виходить разом з газами, які виділяються при формуванні. Виведений електроліт з газами попадає в загальну ємність 3. Підведення електроліту здійснюють насосом 4. Через штуцер 5 приділяються газу з електроліту в загальній ємності, а за рахунок теплообмінника 6 зазначений електроліт прохолоджують. Потім його знову прокачують насосом 4 до акумуляторів.

Спосіб, який заявляється, здійснюється таким чином.

Комплекс 1 по виробництву електродних пластин.

На ділянці виробництва свинцево-кальцієвої стрічки виготовляють стрічку на спеціальному високотехнологічному комплекті встаткування, спроектованому і виготовленому фахівцями провідної, у даній галузі, фірмою "Sovema" (Італія). Технологія виробництва стрічки полягає в металургійному процесі готування свинцевого сплаву з додаванням легуючих компонентів, з наступним виливком смуги методом безперервного лиття й виготовленням стрічки методом холодної прокатки на семикліттьовому модулі прокатних станів. Процес виробництва стрічки складається з наступних основних технологічних операцій:

- готування свинцево-кальцієвого сплаву необхідного хімічного складу (сплав наготовлюють у плавильному казані, у якому розплавляють свинцеві злитки, після чого додають легуючі компоненти для додавання сплаву необхідних технологічних характеристик; зі сплаву видаляють всі забруднюючі компоненти (шлаки) і перекачують у другий плавильний казан-міксер для усереднення свинцевого сплаву, і створення робочого запасу необхідного для безперервного виробництва стрічки);

- виливок свинцевої заготовки (смуги) для наступного виготовлення стрічки (готовий для лиття сплав перекачується у машину безперервного лиття з метою одержання заготівлі для майбутньої стрічки; при цьому витримуються всі технологічні вимоги, пропоновані до заготівлі);

- прокатка свинцево-кальцієвої заготовки (смуги) та одержання стрічки з необхідними геометричними параметрами (прокатка заготівлі здійснюється на прокатному стані, який складається із семи прокатних клітей; кліті призначені для формування свинцево-кальцієвої стрічки необхідної товщини);

- миття, чищення й сушіння стрічки після прокатного стану, для видалення залишків змащення та ін. речовин;

- обрізка крайок свинцево-кальцієвої стрічки й одержання її необхідних геометричних параметрів (дана операція виробляється вузлом для обрізки бічних крайок у складі установки виробництва стрічки й додавання готовій стрічці необхідної ширини);

- намотування стрічки в рулон необхідної довжини, укладання рулонів на піддони, відправлення на проміжний склад (готова стрічка на автоматичній установці намотується в рулони й укладається на піддони. Після чого транспортується на склад старіння).

На ділянці гравітаційного лиття на ливарних установках фірми "Wirtz" (США) відливають здвоєні позитивні струмовідводи. Ливарна установка включає:

- автомат виливки струмовідводів;
- піч плавильну;
- установку охолодження ливарних форм;
- конвеєр передачі струмовідводів у штамп обрубувальний;
- штамп обрубувальний (для обрізки);
- систему подачі розплаву в ливарні форми;
- накопичувач струмовідводів;
- конвеєр повернення обрізаного свинцю в піч плавильну;
- вентиляційне вкриття;
- ливарні форми, що задають форму струмовідводів і одержання в них замкнутої рамки.

Виливок позитивних здвоєних струмовідводів здійснюють за відомою технологією гравітаційного лиття шляхом заливання ливарних форм свинцевим розплавом і витягом з ливарних форм готових струмовідводів. У процесі виливка оператор постійно візуально контролює якість виливка, а також разом з ВТК здійснює періодичний контроль кожні 10-20 хв геометрії та маси струмовідводів. Відлиті струмовідводи відправляють на склад старіння.

У цеху паціонамазування паці свинцю марок С0 і С1 подають електронавантажувачем на ділянку виготовлення свинцевого порошку, яку обладнано трьома мірошницькими установками для одержання свинцевого порошку фірми "Sovema" (Італія).

Кожна мірошницька установка включає:

- завантажувальний конвеєр для подачі злитків у плавильний казан;
- казан плавильний газовий з помпою та автоматичним пристроєм підтримки рівня розплавленого свинцю;

- ливарну машину карусельного типу для виливка свинцевих циліндриків діаметром 20 мм і висотою 18 мм;

- ківшовий елеватор подачі циліндриків у бункер-накопичувач;

- бункер-накопичувач свинцевих циліндриків;

- млин барабанного типу для стирання і окислювання свинцю;

- фільтр для відбору оксиду свинцю і очищення повітря із двоступінчастим фільтром (рукавним і касетним);

- елеватор подачі порошку в бункери-накопичувачі;
- бункер-накопичувачі для зберігання отриманого порошку;
- шафи керування мірошницьким устаткуванням.

Подані свинцеві чушки встановлюються машиністом млина (оператором установки) на завантажувальний конвеєр, для чого використовується встановлене на кран-балці спеціальне захоплення. При зниженні рівня розплаву в казані конвеєр автоматично включається, казан довантажуються до заданого рівня і конвеєр автоматично зупиняється. Розігрів казану виконується за рахунок спалювання природного газу. Задана температура (у діапазоні від 450 °C до 500 °C) підтримується в ньому автоматично. Далі розплавлений свинець за допомогою відцентрової помпи подається по спеціальному трубопроводі в ливарний автомат барабанного типу, в якому виробляється виліт свинцевих циліндрів та їхнє охолодження. Ливарний автомат проохолоджується водою. Для поліпшення якості вилітка на формотворну поверхню ливарного автомата машиніст млина наносить за допомогою фарбопульту суспензію на основі коркового борошна. Відлитий циліндр повинен мати у верхній частині негативний меніск. Наявність облою не допускається. Відлиті циліндрики, за допомогою вертикального котлового елеватора, завантажуються в бункер-накопичувач мірошницької установки. Млин конструктивно виконано у вигляді горизонтального сталевго барабана, встановленого в розташовані по його центральній осі підшипникові опори. Опори млина оснащені чотирма тензометричними датчиками, що дозволяють визначати поточне значення ваги свинцю, що знаходиться в барабані. Через барабан млина витяжним вентилятором простягається заданий об'єм повітря для окислювання свинцевого порошку й подачі його з потоком повітря у фільтр-продукт рукавного типу. При обертанні барабану млина свинцеві циліндрики (задану вагу яких підтримується автоматично), які знаходяться усередині, труться об стінки та один про одного, у результаті чого відбувається утворення свинцевого порошку, який містить $(72 \pm 2)\%$ оксиду свинцю PbO. Зайве тепло, яке утвориться в результаті окисної реакції, відбирається повітрям, що проходить через барабан млина, і знесолоною водою, яка подається усередину барабана безпосередньо на свинцеві циліндрики. Температурний режим мірошницької установки підтримується автоматично. Задані параметри свинцевого порошку досягаються за рахунок регулювання:

- ваги свинцю усередині барабана;
- об'єму повітря, що проходить через барабан;
- температури, підтримуваної усередині барабана.

Аналіз параметрів свинцевого порошку на дотримання їхніх заданих значень виробляється машиністом млина кожні три години. Дані аналізів заносяться у відповідний журнал.

При проходженні повітря зі свинцевим порошком через фільтрувальну установку відбувається поділ порошку і повітря. Порошок по гвинтових шнеках і далі з використанням ківшового елеватора надходить у бункер-накопичувач, а повітря після доочищення викидається в атмосферу. Рекомендований строк зберігання свинцевого порошку не більше двадцяти доби. У випадку перевищення строку зберігання виконують його повторний аналіз і за результатами технологічного відділу і ВТК ухвалюють рішення щодо можливому використанні його у виробництві.

Для виготовлення свинцевої пасти цех обладнано трьома змішувачами (один - фірми "Eirich", Німеччина; дві - фірми "Sovema", Італія). До складу установки по готуванню свинцевої пасти входить:

- транспортна система (елеватор і шнеки) для подачі свинцевого порошку з бункера-накопичувача мірошницької ділянки на ваги-дозатори;
- ваги-дозатори для зважування сухих і рідких компонентів пасти;
- змішувач для перемішування компонентів пасти;
- роздавальник для порціонної видачі готової пасти на пастонамазувальну машину.

Відповідно до заданої рецептури на ваги-дозатори подаються сухі й рідкі компоненти пасти. Готування паст починається за командою оператора-приготовлювача активних мас відповідно до алгоритму роботи міксера. Виробляється послідовне перемішування компонентів позитивних і негативних паст. По закінченні циклу готування замісу оператор робить визначення заданих параметрів приготовленої пасти (густини, температури та ін.) і, у випадку позитивного результату, заносить їх у журнал. За сигналом пастонамазувальної машини оператор видає заміс із міксера в роздавальник. У випадку відхилень параметрів пасти, оператор доводить заміс до заданих технологічних параметрів.

Свинцеву стрічку перфорує на спеціальному перформері. Для цього застосовується наступне устаткування:

- горизонтальний пристрій, що розмотує, фірми "Sovema" і пристрій фірми "Sovema" для нагромадження стрічки;
 - перформер фірми "Sovema";
 - пастонамазувальна машина фірми "Sovema" (дві шт.);
 5 - тунельна сушильна установка "Sovema";
 - машина фірми "Sovema" для поділу стрічки на пластини і укладальник пластин у стопки фірми "Sovema".

Свинцеву стрічку встановлюють на горизонтальний пристрій, що розмотує, і після розмотування подають на перформер. Після перфорації стрічки утвориться стрічка струмовідводів, яку відразу подають на пастонамазувальну машину барабанного типу. У зоні виходу стрічки з перформера періодично оператор контролює геометричні параметри стрічки струмовідводів. Після пастонамазування стрічку електродних пластин відразу ж подають на тунельну сушильну установку, після виходу з якої стрічку розділяють на пластини. Електродні пластини майстер періодично перевіряє на вологість пасти й, при необхідності, коректує роботу встаткування. Оператор періодично перевіряє масу пластин і геометрію вушка. Потім пластини 15 за допомогою укладальника складають у стопки. Далі транспортний робітник відвозить контейнери із пластинами у спеціальні кліматичні камери (камери дозрівання).

Для здійснення технологічної операції намазки позитивних здвоєних струмовідводів до складу комплексу входить пастонамазувальна лінія, яка включає наступне встаткування:

20 - сушило горизонтальне "Sovema" для підсушування свіжонамазаних пластин;
 - машина пастонамазувальна "Sovema" із пристроєм для завантаження свинцевих струмовідводів і намазувальною голівкою;
 - приймальний пристрій для збору пластин перед укладанням у тару для дозрівання.

Намазка пластин виробляється на пастонамазувальній машині стрічкового типу. У процесі 25 роботи пастонамазувальної машини намазчик свинцевих пластин періодично (один раз в 5-7 хв.) робить зважування пластин з метою контролю стабільності параметрів намазаних пластин. Майстер зміни один-два рази на зміну перевіряє дотримання залишкової вологості у приготівленій пасти і свіжонамазаних пластинах. У випадку відхилення від заданих технологією параметрів він коректує режим роботи установки. Після проходження сушильного тунелю свинцеві пластини подають на прийомний стіл і встановлюють в спеціальну технологічну тару (контейнер). Далі транспортний робітник відвозить контейнери із пластинами у спеціальні камери дозрівання.

Процес дозрівання складається в остаточному доокисленні свинцю, який перебуває у свинцевій пасти, і одночасної адгезії свинцевої пасти і свинцевого струмовідводу. Надалі йде процес сушіння електродних пластин. Камери дозрівання, які обладнані автоматичною системою підтримки заданих кліматичних режимів (за температурою й вологістю повітря), дозволяють послідовно здійснити обидві технологічні операції.

По закінченні дозрівання й сушіння відбирають проби на залишкову вологість і, якщо вона становить не більше контрольного параметра, ВТК приймає рішення на видачу пластин, що 40 дозріли і висушені, на наступні технологічні операції.

Позитивні здвоєні електродні пластини після дозрівання і сушіння розділяють шляхом розрізання надвоє на окремі позитивні електродні пластини.

Комплекс 2 по складанню батарей.

Для якісного виконання всіх складальних операцій передбачена автоматична складальна 45 лінія австрійського виробника фірми "BM".

Складання батарей складається з наступних технологічних операцій:

- пробивання отворів у моноблоках (пробивання отворів в осередках моноблоку для створення електричного зв'язку між окремими елементами акумуляторної батареї виконуються контактним електричним зварюванням; строга відповідність координат пробитих отворів, відсутність задирків і пластмасових ниток на їхніх краях сприяють якісному зварюванню межелектродних з'єднань);

- конвертовка й набір блоків електродних пластин (конвертовка забезпечує електричну ізоляцію позитивних і негативних пластин між собою в процесі всього терміну служби батареї);

55 - пайка блоків електродів з одночасним виливом полюсних містків і вивідних борнів (операція пайки електродних пластин у блоки забезпечує складання окремих акумуляторів, установлюваних в осередки моноблоку. Зв'язок між однополярними пластинами забезпечується взаємною спайкою їхніх вушок вивідними елементами (полюсними містками). Вушка спаюються методом занурення у відкриту ливарну форму зі свинцевим розплавом);

- установка блоків електродних пластин у моноблок (після перевірки на відсутність дефектів робот-маніпулятор установлює блоки електродних пластин в осередки моноблока з дотриманням полярності й відмітних знаків на містках, не допускаючи перекосу містків);

5 - контроль якості складання блоків електродів (контроль здійснюється на тестуючій установці, принцип роботи якої заснований на подачі між електродними пластинами кожного блоку через рухливі контакти високої напруги; зв'язок батареї, що перевіряється, з тестуючим блоком здійснюється за допомогою переміщення у вертикальній площині голівки з голчастими підтискними контактами; якщо батарея не проходить контроль, то автоматичний маніпулятор переміщає її на бракувальний столик);

10 - зварювання міжелементних сполук (операція контактного точкового зварювання міжелементних з'єднань (МЕЗ) через отвори в осередках моноблока забезпечують міцний і надійний електричний зв'язок елементів (акумуляторів) у зібраній акумуляторній батареї);

15 - контроль якості зварювання МЕЗ (контроль здійснюється на тестуючій установці, принцип роботи якої засновано на подачі до двох суміжних містків кожного МЕЗ через рухливі контакти струму великої величини; якщо батарея не проходить контроль, то автоматичний маніпулятор переміщає її на бракувальний столик);

- зварювання кришки з моноблоком (зварювання кришки виробляється на термозварювальній установці приварки кришки. Розігрів поверхонь стику моноблоку й кришки здійснюється електричними нагрівальними плитами, які кріпляться до рухливої платформи);

20 - пайка полюсних висновків, що здійснюється спеціальним автоматичним агрегатом;

- маркування акумуляторних батарей роблять на бічній стінці;

- перед упакуванням батарей на їхніх бічних стінках наклеюють етикетки.

Комплекс 3 по формуванню.

25 Для формування батарей для першої групи споживачів використовуються наступні установки:

- перетворювачі струму німецької фірми Digatron (для подачі струму формування), приєднані до керуючих комп'ютерів;

- машина заливання електроліту в батареї (фірма O.M.I., Італія);

- машина доливання електроліту в батареї (фірма O.M.I., Італія);

30 - конвеєр (для автоматичного завантаження батарей на технологічні піддони і пересування);

- візок (для автоматичного завантаження батарей у ванни для формування);

- ванни для формування (з можливістю подачі охолодної води і її зливу);

- машина для миття й сушіння батарей (фірма OM Impianti S.A.S., Італія);

- машина для нанесення маркування на батареї;

35 - кран-маніпулятор італійської фірми OM Impianti S.A.S. (для захоплення й установки батарей);

- машина для впакування батарей;

- установка контролю батарей розрядом (німецька фірма Digatron);

- система витяжної вентиляції, що складає з парасольок, трубопроводу й технологічних

40 об'ємів над формувальними ваннами.

На машині заливання електроліту в батареї в кожену батарею заливають електроліт густиною $1,24 \text{ г/см}^3$, після чого батареї подають конвеєром і далі краном-маніпулятором батареї встановлюють на технологічні піддони. Тут оператор комутує батареї в групи гнучкими струмопровідними перемичками і установлює в батареї технологічні пробки, що обмежують викиди аерозолів сірчаної кислоти. За допомогою візка виконують автоматичне завантаження технологічних піддонів з батареями у ванни для формування через дверцята для навантаження-вивантаження батарей. А потім підключають всі батареї до перетворювачів струму. Подають струм формування на батареї й охолодну воду у ванни для формування. По закінченні формування оператор відключає всі батареї від перетворювачів струму, і робить автоматичне вивантаження технологічних піддонів з ванн для формування (через дверцята для навантаження-вивантаження батарей). Оператор знімає технологічні пробки з батарей і розбирає схему комутації груп батарей. Батареї конвеєром подають на машину доливання електроліту, де в батареї доливають до потрібного рівня електроліт густиною $1,28 \text{ г/см}^3$. Потім у батареї встановлюють пробки й мийуть і сушать корпуси батарей у машині для миття і сушіння, 55 наносять маркування. По закінченні перевіряють якість батарей на установці контролю батарей розрядом, і встановлюють ручки, планки, наклеюють етикетки. Перевірені батареї впаковують у поліетиленову плівку на машині для впакування, установлюють на піддони, і відправляють на склад готової продукції.

60 Для формування батарей із прокачуванням електроліту (для другої групи споживачів) використовується наступне встаткування:

- перетворювачі струму німецької фірми Digatron (для подачі струму формування), приєднані до керуючих комп'ютерів;
- градирня італійської фірми OM Impianti S.A.S. (для теплообміну й охолодження води);
- стіл формувальний італійської фірми OM Impianti S.A.S. (для установки батарей);
- 5 - конвеєр привідної італійської фірми OM Impianti S.A.S. (для подачі батарей на формування);
- ємності поліпропіленові (для електроліту);
- насоси італійської фірми C.D.R. Pompe S.p.a (для прокачування електроліту);
- кран-маніпулятор (для захоплення й установки батарей);
- 10 - фільтро-вентильний пристрій італійської фірми OM Impianti S.A.S. (для відводу газів і фільтрації аерозолів кислоти);
- мийно-сушильна машина італійської фірми OM Impianti S.A.S. (для відмивання батарей від електроліту та осушки);
- гумові шланги для електроліту, перемички гнучкі для електричного з'єднання батарей та
- 15 ін.;
- установка контролю батарей розрядом (німецька фірма Digatron). Спосіб, який заявляється, пройшов випробування в заводських умовах на виробництві ПАТ "ВЕСТА-Дніпро".

Приклад 1. Експлуатація батарей для першої групи споживачів, виготовлених відповідно до корисної моделі, показує відсоток рекламаций по гарантійному парку не більше 1,1 %. Розрахунок цього відсотка проводиться розподілом числа батарей, що відмовили (у даному місяці) у межах гарантійного строку, на число батарей, що перебувають на експлуатації (у даному місяці) у межах гарантійного строку.

Приклад 2. За результатами експлуатації батарей для другої групи споживачів, тобто акумуляторних батарей, які використовуються в умовах підвищених вібравантажень і глибоких розрядів (на КАМАЗах, КраЗах, вантажних ГАЗах і ПАЗах, БелАЗах, тракторах, комбайнах "НИВА" та ін. сільгосптехніки) виявлено наступне. Відсоток рекламаций по гарантійному парку становить не більше 1,3 %.

Таким чином, отримані дані свідчать про те, що при використанні повного способу виготовлення акумуляторних батарей, запропонованого відповідно до корисної моделі, підвищується якість продукції, зменшуються рекламации від споживачів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Повний спосіб виробництва свинцево-кислотних акумуляторних батарей, відповідно до якого спочатку безперервним методом відливають, прокочують і профілюють свинцеву стрічку струмовідводів, свинцеву стрічку струмовідводів витримують для дисперсійного твердіння, потім свинцеву стрічку струмовідводів намазують свинцевою пастою, заміс якої містить порошок свинцевий, сполучний матеріал, воду, сірчану кислоту і, якщо пасту для негативних пластин, то ще розширник, одержуючи електродні пластини, потім електродні пластини піддають дозріванню при певній температурі й вологості повітря, задаючи у такий спосіб співвідношення триосновного і чотириосновного сульфатів свинцю пасти, потім виконують складання блоків електродних пластин із сепараторами між позитивними і негативними електродними пластинами і одержують акумулятори, потім акумулятори з'єднують у батареї міжелементними з'єднаннями, потім батареї заливають електролітом і електрохімічним методом формують, який

45 **відрізняється** тим, що для першої групи споживачів у сплав для свинцевої стрічки струмовідводів вводять сумарну кількість олова й кальцію 0,25-1,30 мас. %, причому кількість кальцію не менш 0,03 від кількості олова, вводять алюмінію 0,005-0,025 мас. %, обмежуючи сумарну кількість сурми й миш'яку до 0,002 мас. %, сумарну кількість срібла й міді до 0,02 мас. %, кількість вісмуту до 0,03 мас. %, сумарну кількість домішок заліза, нікелю, кадмію, цинку до 0,015 мас. %, витримують свинцеву стрічку струмовідводів для дисперсійного твердіння при температурі 15-35 °С протягом не менше 7 діб до досягнення межі міцності на розрив 45-60 Н/мм², потім свинцеву стрічку струмовідводів профілюють методом просікання і намазують свинцевою пастою, одержуючи стрічку електродних пластин, яку розділяють на електродні пластини, у заміс позитивної свинцевої пасти вводять порошку свинцевого 82-84,5 мас. %, в

55 якому оксиду свинцю PbO 69-75 мас. %, розчину сірчаної кислоти 7,5-9,5 мас. %, густиною 1,4 г/см³, води 7,5-8,5 мас. %, волокна поліпропіленового 0,09-0,18 мас. %, у заміс негативної свинцевої пасти вводять порошку свинцевого 84-86 мас. %, у якому оксиду свинцю PbO 69-75 мас. %, розчину сірчаної кислоти 8-9 мас. %, густиною 1,4 г/см³, води 6,5-7,5 мас. %, волокна поліпропіленового 0 09-0,18 мас. % і як розширник вводять лігносульфонат натрію 0,15-0,19 мас. %, вуглецю технічного 0,15-0,19 мас. %, сульфату барію 0,3-0,5 мас. %, складання блоків

електродних пластин із сепараторами між позитивними й негативними електродними пластинами піддають суцільному контролю якості шляхом подачі на кожний блок електродних пластин високої напруги 0,70-2,00 кВ тривалістю 0,1-2,0 с, причому відбраковування блока електродних пластин виконують у випадку, якщо струм витoku перевищує 0,1 А, зазначений

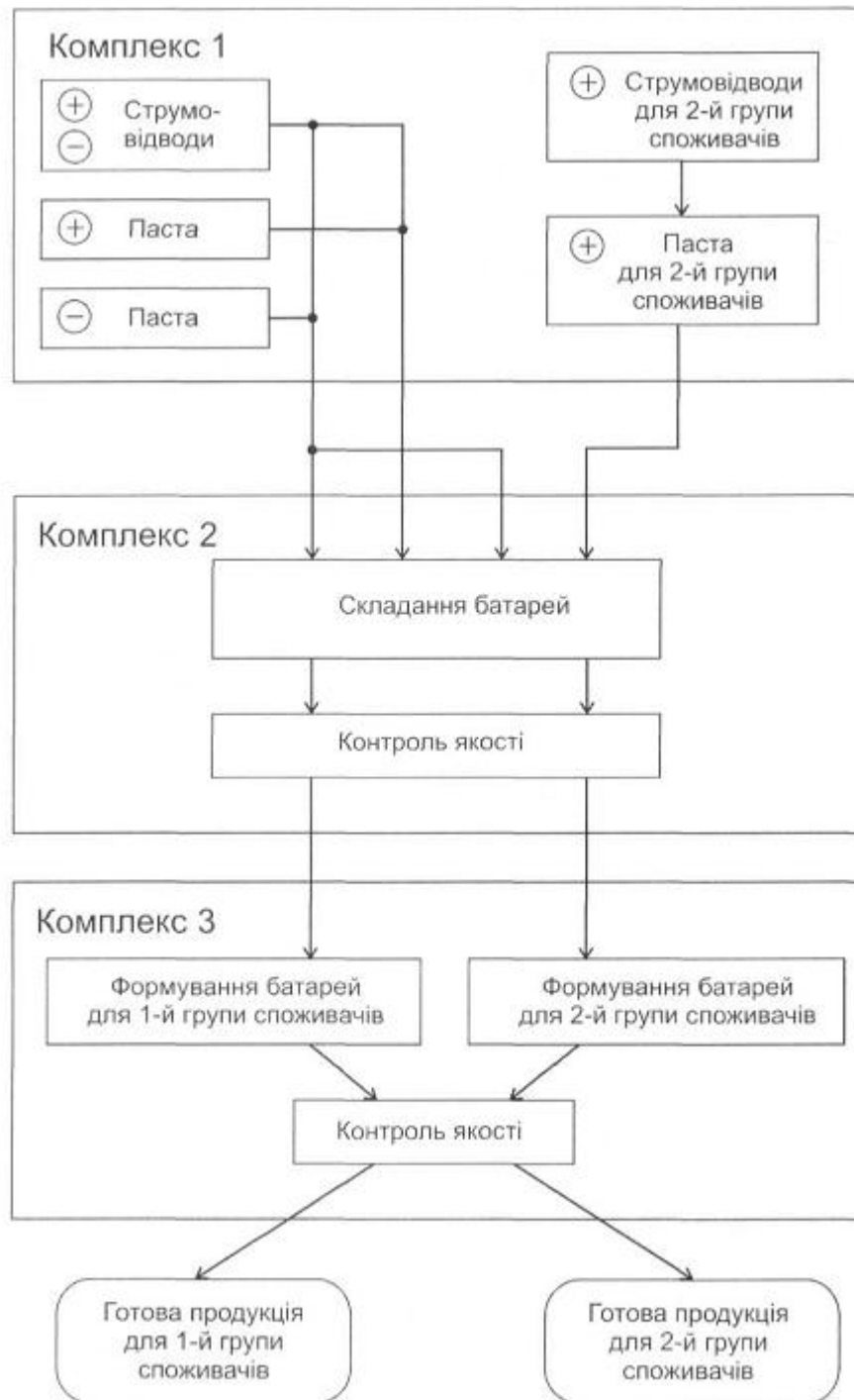
5 контроль якості проводять двічі - до з'єднання акумуляторів у батарею міжелементними з'єднаннями, і після з'єднання, з'єднання акумуляторів в батареї міжелементними з'єднаннями піддають суцільному контролю якості шляхом подачі на кожне міжелементне з'єднання струму 500-1500 А тривалістю 1-10 с, причому відбраковування міжелементного з'єднання виконують у випадку, якщо його електроопір перевищує 10 мкОм, акумуляторні батареї формують у дві

10 стадії, на першій стадії струм формування поступово збільшують від $(0,01-0,03)C_{20}$ А, де C_{20} - номінальна ємність батарей при 20-годинному розряді, до $(0,3-0,8)C_{20}$ А, досягаючи постійного максимального струму формування при подачі зарядної ємності батарей не менше C_{20} А·год., і підтримуючи постійний максимальний струм формування не менше 1 год., при зростанні напруги на батареях більш ніж на 30 %, при постійному максимальному струмі формування, переходять на другу стадію, на другій стадії струм формування знижують до $(0,1-0,2)C_{20}$ А, струм формування відключають при подачі зарядної ємності батарей не менше $3C_{20}$ А·год, акумуляторні батареї формують у формувальних ваннах, охолоджуваних потоком води, і відгороджених від виробничого приміщення системою примусової вентиляції й технологічних об'ємів над кожною ванною, подачу охолодної води у формувальні ванни здійснюють

20 паралельним самопливом від загальної напірної ємності зі скиданням надлишку теплої води від кожної формувальної ванни шляхом рівневого переливу, здійснюють примусовий відвід з однаковою інтенсивністю з технологічного об'єму над кожною формувальною ванною гарячих газів, які виділилися при формуванні, всі сформовані батареї піддають суцільному контролю якості шляхом розряду струмом $9C_{20}$ А протягом 5-10 с, причому відбраковування батарей виконують у випадку, якщо напруга на її висновках до початку розряду нижче 12,7 В, а напруга на 6-й секундні розряду нижче 8,5 В, при цьому для другої групи споживачів у свинцевий сплав для здвоєних позитивних струмовідводів вводять сурми 1,5-2,0 мас. %, олова 0,10-0,30 мас. %, миш'яку 0,10-0,15 мас. %, селену 0,020-0,030 мас. %, обмежуючи кількість міді до 0,05 мас. %, кількість срібла до 0,02 мас. %, кількість вісмуту до 0,03 мас. %, кількість сірки до 0,01 мас. %, сумарну кількість домішок заліза, нікелю, кадмію, цинку до 0,01 мас. %, здвоєні позитивні струмовідводи відливають методом гравітаційного лиття у форми, які задають одержання замкнутої рамки і об'єднання окремих позитивних струмовідводів у здвоєні позитивні струмовідводи, витримують здвоєні позитивні струмовідводи з метою дисперсійного твердіння при температурі 15-35 °С протягом 3-15 діб, потім здвоєні позитивні струмовідводи намазують

35 свинцевою пастою, одержуючи здвоєні позитивні електродні пластини, які після дозрівання розділяють надвоє на окремі позитивні електродні пластини, у заміс позитивної свинцевої пасти вводять порошок свинцевого 82-84,5 мас. %, у якому оксиду свинцю PbO 69-75 мас. %, розчину сірчаної кислоти 7,5-9,5 мас. %, густиною 1,4 г/см³, води 7,5-8,5 мас. %, волокна поліпропіленового 0,09-0,18 мас. %, перборату натрію 0,23-0,29 мас. %, у заміс негативної свинцевої пасти вводять порошок свинцевого 84-86 мас. %, у якому оксиду свинцю PbO 69-75 мас. %, розчину сірчаної кислоти 8-9 мас. %, густиною 1,4 г/см³, води 6,5-7,5 мас. %, волокна поліпропіленового 0,09-0,18 мас. % і як розширник вводять лігносульфонат натрію 0,15-0,19 мас. %, вуглецю технічного 0,15-0,19 мас. %, сульфату барію 0,3-0,5 мас. %, на складання батарей направляють як позитивні електродні пластини, окремі позитивні електродні пластини з

45 пастою з перборатом натрію, як негативні електродні пластини, такі ж електродні пластини, що й для першої групи споживачів, акумуляторні батареї формують у дві стадії також, як і для першої групи споживачів, акумуляторні батареї формують із примусовим керованим прокачуванням електроліту, причому електроліт прокачують через кожний акумулятор зі швидкістю не менше 2 г/с і загальний резервуар за паралельною схемою, прохолоджуючи загальний об'єм електроліту, а гази, що виділяються при формуванні, відкачують разом з вихідним із акумуляторів електролітом, всі сформовані батареї піддають суцільному контролю якості також, як і для першої групи споживачів.



Фіг. 1

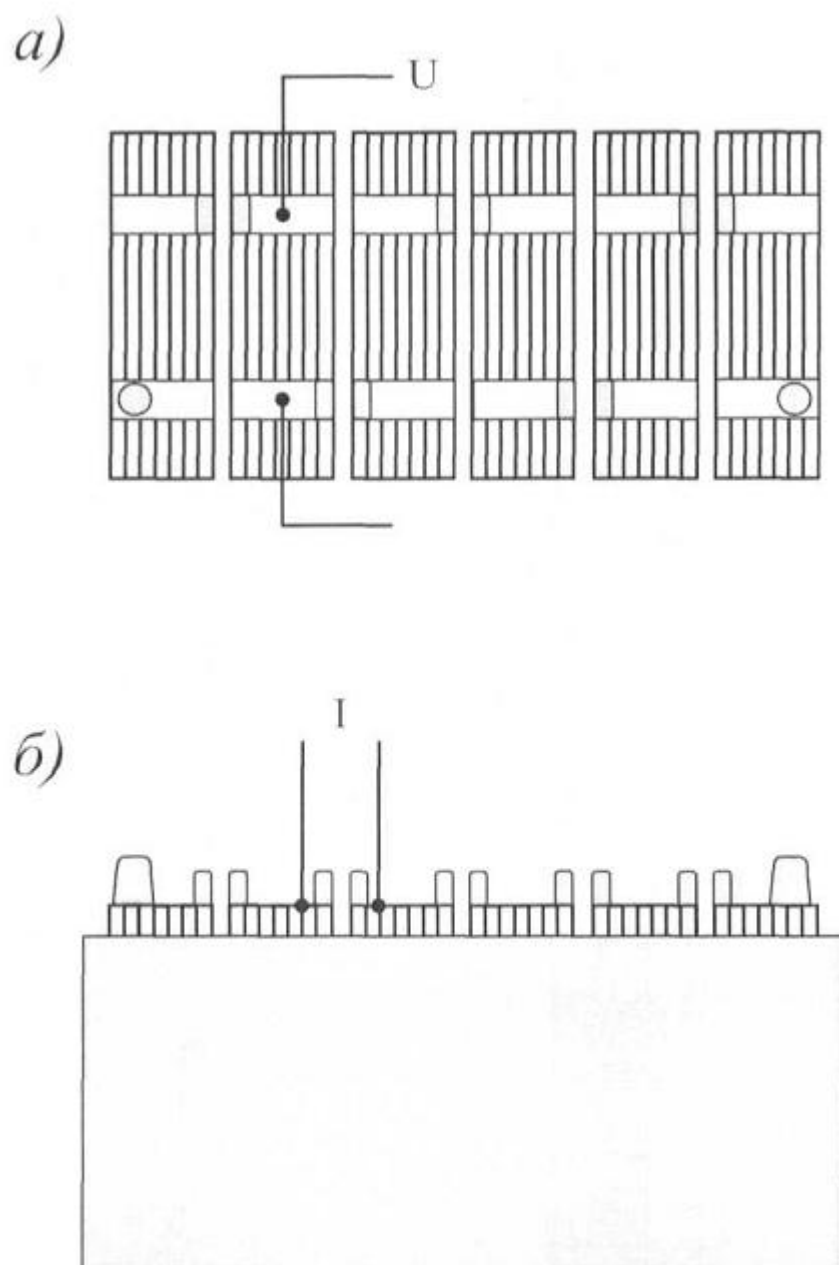


Fig. 2

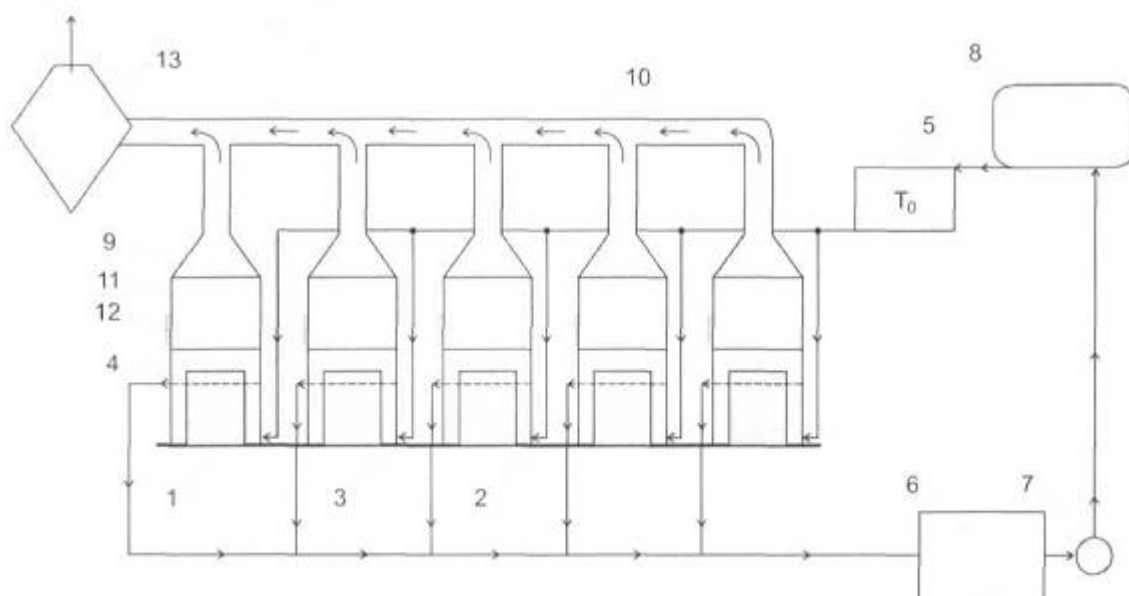


Fig. 3

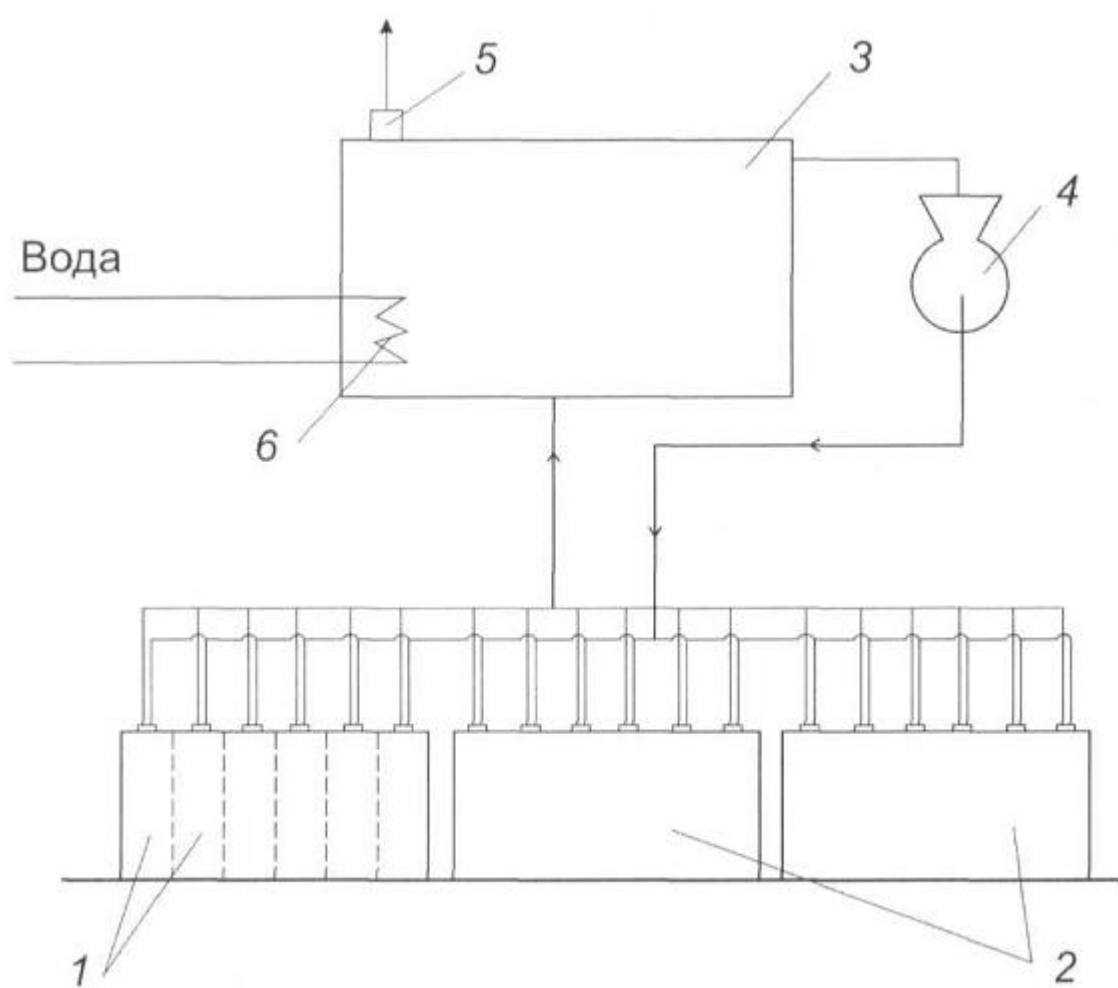


Fig. 4

Комп'ютерна верстка М. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601