

Цей винахід, в цілому, стосується акумуляторів, які застосовуються, зокрема, в автомобільній промисловості, і відноситься конкретно до матеріалу системи охолодження, який має високу корозійну стійкість при контакті з охолоджувальними рідинами акумуляторної батареї, призначеної для електричного або гібридного транспортного засобу.

Електромобілі або гібридні автомобілі мають щонайменше одну важку і громіздку акумуляторну батарею для живлення двигуна. Зазначена акумуляторна батарея має кілька батарейних модулів, які містять акумуляторні комірки. Акумуляторні комірки здатні накопичувати і зберігати електричну енергію, яка створює різницю потенціалів між електродами. Однак працездатність комірок суттєво залежить від робочої температури, оскільки від температури залежить рух заряджених частинок через електроліти.

В зв'язку з цим акумуляторні батареї розраховані на певний робочий діапазон температур. Як правило, робочий діапазон температур акумуляторів становить від 20 до 40 °C. Крім того, між елементами акумулятора необхідно підтримувати мінімальну різницю температур (зазвичай не більше 5 °C). Без системи охолодження, яка підтримує робочий діапазон температур, продуктивність акумуляторних батарей знижуватиметься, і вони зрештою вийдуть з ладу. При перегріванні акумуляторної батареї або нерівномірності розподілу температур може статися порушення термостабільності, наприклад, тепловий розгін, який призводить до спалаху і вибуху. Таким чином, система охолодження має важливе значення з точки зору безпеки і екології, оскільки впливає на термін служби акумуляторних батарей.

Електромобілі першого покоління випускалися із конвекційним повітряним охолодженням. Переважним є використання акумуляторних батарей великої ємності, оскільки скорочується кількість підзарядок, проте в електромобілях лише з повітряним охолодженням можуть виникнути проблеми з безпекою. Тому в сучасних електромобілях широко застосовуються системи рідинного охолодження.

На Фіг. 1 як приклад показані в порядку знизу вгору деталі, які може містити конструкція акумуляторної батареї:

- 1 – нижній захисний елемент;
- 2 – нижній ґратчастий елемент;
- 3 – система рідинного охолодження;
- 4 – зовнішня рама;
- 5 – лоток, що запобігає зміщенню акумуляторних елементів;
- 6 – внутрішня рама;
- 7 – верхній ґратчастий елемент;
- 8 – додаткова система рідинного охолодження (за необхідності);
- 9 – верхня кришка.

В автомобілях, що випускаються різними виробниками, використовуються різні системи охолодження залежно від конфігурації акумуляторної батареї. Система охолодження конструктивно може бути пристосована для встановлення безпосередньо під лотком (5) теплообміну з акумуляторними комірками. Альтернативно система охолодження може бути розміщена в лотку (5), тобто може бути включена в акумуляторну батарею.

Системи рідинного охолодження складаються з теплообмінників з трубками, якими циркулює охолоджувальна рідина. Сумісність охолоджувальної рідини і матеріалу поверхонь теплообмінника істотно впливає на довговічність системи охолодження.

Як правило, охолоджувальні рідини містять більше 90 % гліколю, полігліколю, наприклад, етиленгліколю, пропіленгліколю або подібної речовини. Будь-яка з перерахованих речовин здатна підвищити температуру кипіння і знизити температуру замерзання рідини, тому розглядається як основний компонент у складі охолоджувальної рідини. До складу охолоджувальної рідини, крім того, входять як присадки, так і інгібітори, здатні запобігти корозії, кавітації і відкладенням на поверхнях. Охолоджувальна рідина може містити рН-буфер, піногасник, стабілізатор і іркий компонент.

Інгібітори корозії вводяться до складу охолоджувальної рідини з метою запобігання корозії численних різномірних металів, що використовуються в конструктивних елементах контуру системи охолодження акумуляторної батареї. Запропоновані різними постачальниками охолоджувальні рідини відрізняються за складом, при цьому кожен виробник автомобілів рекомендує охолоджувальну рідину певного складу згідно конструкції системи охолодження.

Завдання цього винаходу полягає у розробці системи охолодження з чудовою корозійною стійкістю в охолоджувальних рідинах різного складу.

Система охолодження згідно з п. 1 формули винаходу дозволяє вирішити поставлене завдання. Запропонована у винаході система охолодження може мати будь-які або всі ознаки згідно з п. 2-4 формули винаходу. Іншим завданням цього винаходу є акумуляторна батарея, яка містить систему охолодження згідно з винаходом.

Інші ознаки і переваги винаходу стануть очевидними з наведеного нижче докладного опису винаходу.

Для ілюстрації винаходу будуть описуватися різні варіанти його здійснення і необмежувальні приклади випробувань з посиланням на додані креслення.

Фіг. 1 – схематичне зображення акумуляторної батареї.

Фіг. 2 – зображення зразка (із зазначенням розмірів), який випробовується на сумісність охолоджувальних рідин з металевими покриттями.

Фіг. 3 – тримач зразків, які випробовуються на сумісність охолоджувальних рідин з металевими покриттями.

Фіг. 4 – компоненти конструкції системи охолодження.

Фіг. 5 – частковий вигляд у перерізі зазначеної конструкції системи охолодження.

Винахід відноситься до системи охолодження акумуляторної батареї, виготовленої з листової сталі з металевим покриттям, причому зазначене металеве покриття містить алюміній як основний компонент і, за необхідності, містить кремній, а також неминучі домішки.

Згідно з винаходом, для виготовлення рами може використовуватися сталь будь-якого типу. Переважними є марки сталі, що легко формуються. Система охолодження може бути виготовлена, наприклад, методом глибокої витяжки з маловуглецевої сталі, такої як сталь без атомів впровадження, з вмістом: С: не більше 0,01 мас. %; Si: не більше 0,3 мас. %; Mn: не більше 1,0 мас. %; P: не більше 0,1 мас. %; S: не більше 0,025 мас. %; Al: не менше 0,01 мас. %; Ti: не більше 0,12 мас. %; Nb: не більше 0,08 мас. %; Cu: не більше 0,2 мас. %.

Наприклад, система охолодження може бути виготовлена з високоміцної низьколегованої сталі (HSLA) із вмістом: С: не більше 0,1 мас. %; Si: не більше 0,5 мас. %; Mn: не більше 1,4 мас. %; P: не більше 0,04 мас. %; S: не більше 0,025 мас. %; Al: не менше 0,01 мас. %; Ti: не більше 0,15 мас. %; Nb: не більше 0,09 мас. %; Cu: не більше 0,2 мас. %.

Сталевий лист необхідної товщини, наприклад, від 0,6 до 1,0 мм, можна виготовити методом гарячої прокатки сталевих слябів з наступною холодною прокаткою отриманої рулонної сталі.

Далі сталевий лист покривають металевим шаром, застосовуючи будь-який із способів нанесення покриття. Наприклад, застосовують метод занурення сталевих листів у ванну з розплавом для нанесення покриття, що містить алюміній як основний компонент і, за необхідності, містить кремній, а також немінучі домішки.

Потім листову сталь може бути розрізана на заготовки. Згідно з переважним варіантом здійснення винаходу, система охолодження виготовлена з двох листів, один з яких є профільованим. Як показано на Фіг. 4, нижній лист (3a) має відштамповані канавки (3c), якими може протікати охолоджувальна рідина. Профілювання листа виконують методом штампування з використанням пресу. Верхній лист (3a) накладають на нижній лист (3a), так, щоб обидва листи могли контактувати з охолоджувальною рідиною. На Фіг. 5 представлений вигляд у частковому перерізі складеної системи охолодження, при цьому верхній лист (3a) покриває зверху відштамповані канавки (3c) нижнього листа (3a). Листи мають контактні поверхні (3d). Для забезпечення герметичності охолоджувального контуру виконують роликове зварювання контактних поверхонь листів.

Згідно з винаходом, використовується металеве покриття, яке містить алюміній як основний компонент, і, за необхідності, містить кремній, а також немінучі домішки, які утворилися в процесі виробництва.

Згідно з переважним варіантом здійснення винаходу, металеве покриття містить від 8-12 мас. % кремнію і, за необхідності, до 4 мас. % заліза, при цьому решту становить алюміній і немінучі домішки.

Наприклад, покриття AluSi® має наступний склад: 10 мас. % кремнію, 90 мас. % алюмінію.

Загальна маса покриття по обидва боки може становити від 50 до 200 г/м² або менше. Наприклад, поверхня, що контактує з охолоджувальною рідиною, має покриття завтовшки 10-40 мкм.

Винахідники провели ряд випробувань на сумісність зазначеного покриття з різними охолоджувальними рідинами. Зазначене покриття, на відміну від покриттів іншого складу, показало напорчуд хороший результат на сумісність з тестованими охолоджувальними рідинами.

Випробування

Для оцінки сумісності охолоджувальних рідин з аналізованими металевими покриттями були проведені випробування згідно з французьким стандартом NF R15-602, виданим у 1991 році. В цьому документі описаний метод лабораторних випробувань для оцінки антикорозійних властивостей охолоджувальних рідин, які контактують з типовими металами конструктивних деталей систем охолодження автомобілів. Антикорозійні властивості охолоджувальних рідин визначали в лабораторних умовах. Після завершення випробувань визначали приріст або втрату маси, причому перед визначенням втрати маси виконували хімічне очищення. Відповідно до стандарту, різниця маси, яка визначає приріст маси випробуваного зразка, або втрату маси випробуваного зразка, не повинна перевищувати 2,5 мг/зразок.

Випробування проводили з використанням трьох типових охолоджувальних рідин від компанії-постачальника MOTUL, які застосовують більшість виробників електромобілів.

Зразки трьох матеріалів були випробувані в зазначених охолоджувальних рідинах, комерційні марки яких вказані у таблиці 1. Випробування трьох матеріалів виконували на зразках, вирізаних із сталевих листів з покриттям, нанесеним методом занурення у розплав.

Зразки матеріалу 1 мали покриття Extragal® GI. Зазначене покриття, одержане методом занурення в розплав, мало склад: 0,2 мас. % алюмінію, решту становив цинк. Маса покриття складала 140 г/м².

Зразки матеріалу 2 мали покриття Galfan. Зазначене покриття, одержане методом занурення в розплав, мало склад: 5 мас. % алюмінію, решту становив цинк. Маса покриття становила 200 г/м².

Зразки матеріалу 3 мали покриття AluSi®. Зазначене покриття, одержане методом занурення в розплав, мало склад: 10 мас. % кремнію, решту становив алюміній. Маса покриття складала 150 г/м².

Таблиця 1

Охолоджувальні рідини

№ Охолоджувальної рідини	CL 1	CL 2	CL 3
Комерційна назва Motul	G13	5110	Type D

На Фіг. 2 показані зразки розміром 5×2,5 см із центральним отвором, які вирізали із сталевих листів. На Фіг. 3 показаний тримач із встановленими шістьма зразками, при цьому, щоб уникнути виникнення будь-якої гальванічної пари, допускається контакт зразків лише з політетрафторетиленом (PTFE). Точніше кажучи, 6 зразків (31) відокремлені один від одного 5 політетрафторетиленовими (PTFE) вставками, причому інші елементи тримача виготовлені з політетрафторетилену (PTFE) або з латуні з ізоляційним покриттям. Зазначений тримач зі зразками встановлювали всередині випробувального реактора об'ємом 750 мл. Охолоджуючу рідину розбавляли до 33 об. % синтетичною агресивною водою, що містить 148 мг/моль Na₂SO₄, 165 мг/л NaCl і 138 мг/л NaHCO₃. Перед подачею в реактор зазначений розчин нагрівали до температури 100 °C, при цьому витрата повітря, що

барботує через охолоджувальну рідину, становила 100 мл/хв. Через 14 діб зразки вилучали з реактора і визначали приріст маси або втрату маси. Приріст маси визначали зважуванням зразків, вилучених із реактора.

Втрату маси вилучених із реактора зразків визначали зважуванням після видалення продуктів корозії. Процес очищення виконували згідно з стандартом ISO 8407, випущеним у 2009 році. За процедурою С.9.1 хімічне очищення проводили зануренням у розчин гліцину зразків матеріалів 1 і 2 на основі цинку, які були піддані корозійним випробуванням. За процедурою С.1.1 проводили хімічне очищення зануренням в розчин азотної кислоти зразків матеріалу 3, який містить алюміній в якості основного компонента, які були піддані корозійним випробуванням.

Таблиця 2

Результати випробувань з використанням охолоджувальної рідини 1 (G13)

Охолоджувальна рідина	Матеріал	Приріст маси (мг/зразок)	Втрата маси (мг/зразок)
G13	1	1,0	2,5
	2	5,0	1,5
	3*	1,3	2,0

*Згідно з винаходом

Таблиця 3

Результати випробувань з використанням охолоджувальної рідини 2 (5110)

Охолоджувальна рідина	Матеріал	Приріст маси (мг/зразок)	Втрата маси (мг/зразок)
5110	1	35	1,1
	2	51	0,3
	3*	1,8	0

*Згідно з винаходом

Таблиця 4

Результати випробувань з використанням охолоджувальної рідини 3 (Type D)

Охолоджувальна рідина	Матеріал	Приріст маси (мг/зразок)	Втрата маси (мг/зразок)
Type D	2	3,6	+2,5
	3*	2,2	0,2

*Згідно з винаходом

За результатами випробувань було встановлено, що зразки матеріалів 1 і 2 мали приріст або втрату маси більше 2,5 мг/зразок після контакту щонайменше з однією охолоджувальною рідиною. Поряд з цим було встановлено, що лише зразки матеріалу 3 мали приріст або втрату маси менше 2,5 мг/зразок після контакту з будь-якою з охолоджувальних рідин.

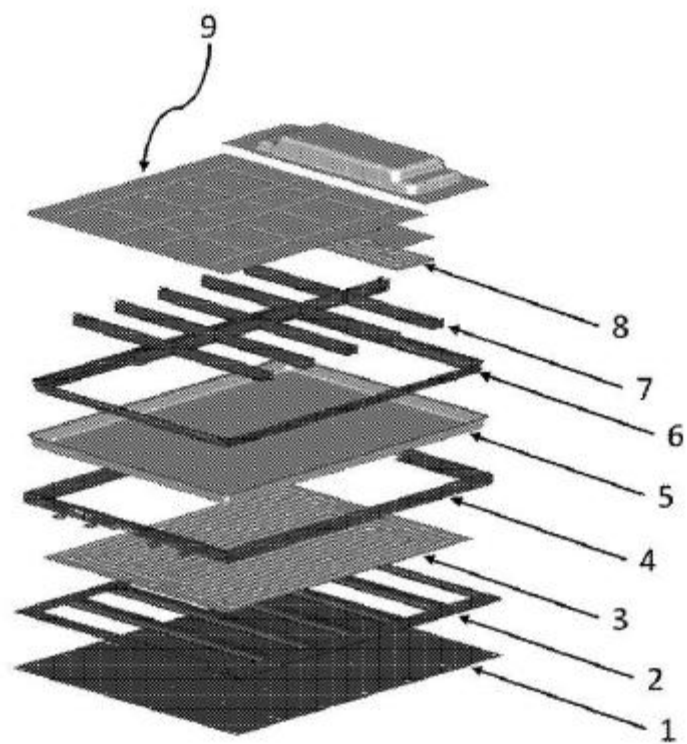


Fig. 1

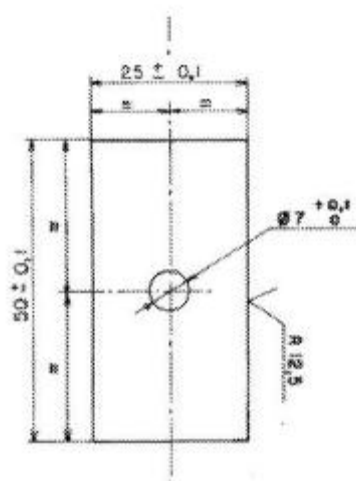


Fig. 2

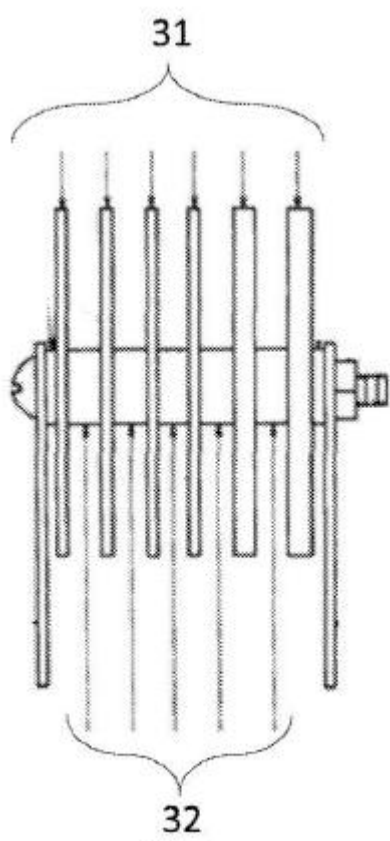


Fig. 3

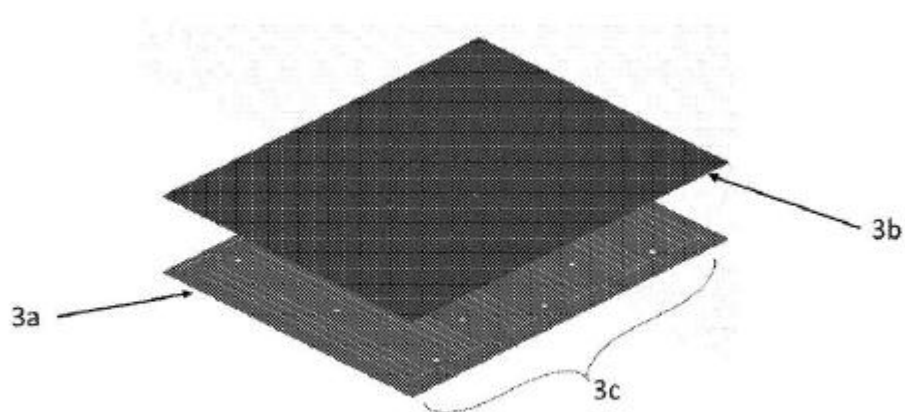


Fig. 4

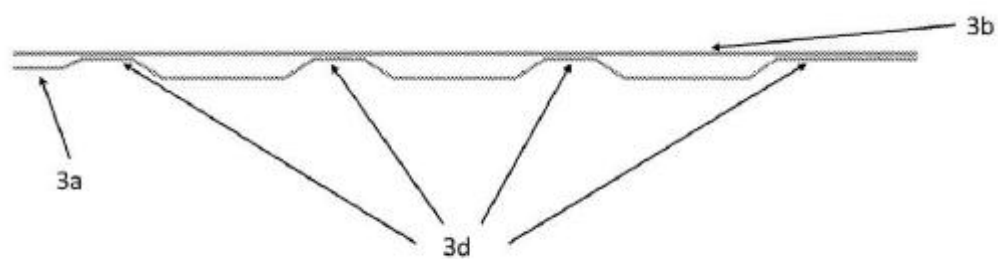


Fig. 5