

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни
«Електрообладнання автомобілів та спецмашин»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт
Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів

за темою - Експлуатація стартерних акумуляторних батарей.

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.23 № 7__

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 28.08.23 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.23 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки протокол від 28.08.23 № 1.

Розробники: викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Панченко В. І.

Рецензенти:

1. завідувач кафедри транспортних технологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, доктор технічних наук, професор М. М. Мороз

2. старший викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання КЛК ХНУВС, спеціаліст вищої категорії, кандидат технічних наук Волканін Є.Є.

План лекції:

1. Порядок проведення ТО акумуляторної батареї.
2. Порядок виміру густини електроліту в кожному акумуляторі.
3. Послідовність приготування електроліту.
4. Методи заряджання акумуляторних батарей.

Рекомендована література:

Основна:

1. Сажко В.А., "Електрообладнання автомобілів та тракторів", «Українська книга», Київ «Каравела» 2019 - 402с. URL : https://caravela.com.ua/index.php?route=product/product&product_id=143 (дата звернення: 12.07.2023)
2. Митрофанов О.С., Проскурін А.Ю., "Основи експлуатації, обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння", навчальний посібник, Вид. Гельветика, 2018-152с. URL : <https://rep.nuos.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c8e280f4-a290-4226-bd00-a618df985724/content> (дата звернення: 12.07.2023)
3. Омелічев О.В., "Підручник з будови автомобіля". Посібник для автомобілістів-початківців, Вид. Моноліт-Bizz, 2021- 288с. URL : [Омелічев-О.-В.-ПІДРУЧНИК-З-БУДОВИ-АВТОМОБІЛЯ.pdf \(kpefk.com.ua\)](https://kpefk.com.ua/omelichev-o-v-pidruchnik-z-budovi-avtomobilya.pdf) (дата звернення: 12.08.2023)
4. Дрозд М., Зозуля К., "Підручник водія. Основи керування автомобілем", Вид. Центр навчальної літератури, 2019р-198с. URL : <https://stylus.ua/uk/m-drozd-k-zozulya-pidruchnik-vodiya-osnovi-keruvannya-avtomobilem-p1081238c12513.html#specifications> (дата звернення: 14.08.2023)
5. Калашник Є. "Електронно керовані гідромеханічні коробки зміни передач в пасажирських автомобілях з тепловими двигунами", Вид. Кондор, 2022- 140с. URL: <https://www.yakaboo.ua/ua/elektronno-kerovani-gidromehanichni-korobki-zmini-peredach-v-pasazhirs-kih-avtomobiljah-z-teplovimi-dvig.html> (дата звернення: 04.08.2023)
6. Білякович М.О., Полянський С.К., "Технічна експлуатація будівельно-дорожніх машин та автомобілів". Частина III. Вид. Слово, 2013-624с. URL: <https://profbook.com.ua/tekhnichna-ekspluatatsiya-budivelno-dorozhnikh-mashin.html> (дата звернення: 11.08.2023)
7. Кисликов В., "Будова й експлуатація автомобілів", Вид. Либідь, 2018-400с URL: <https://epdf.tips/-6abf83e4f2929cebd73c229bc59ae99a87889.html> (дата звернення: 14.07.2023)

Допоміжна :

1. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни. - К.: Арістей, 2004. - 476 с. URL: <https://koha.tntu.edu.ua/bib/148616> (дата звернення: 10.08.2023)

1. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобілів. - Львів: Львівська політехніка, 2004. - 168 с. URL: Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобілів. - Львів: Львівська політехніка, 2004. 168 с. (дата звернення: 14.07.2023)
2. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. Трактори і автомобілі. - К.: Урожай, 2002. -322 с. URL: <https://bigl.ua/p1907445581-bilokon-okocha-kohanivskij> (дата звернення: 04.08.2023)
3. Сажко В.А. Електричне та електронне обладнання автомобілів. - К.: Каравела, 2004. - 304 с. URL: <https://uareferats.com/index.php/book/details/333> (дата звернення: 24.08.2023)
4. Сажко В.А., Січко О.Є., Клименко Ю.М., Савін Ю.Х., Волков О.Ф. Діагностування мікропроцесорних систем запалювання автомобілів «Екосіа» за допомогою приладу УАС-5051. – К.: НТУ, 2005. – 36 с. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/18170> (дата звернення: 11.08.2023)
5. Данов Б.А. Електроустаткування систем управління іноземних автомобілів. - М: Гаряча лінія; Телеком, 2004. – 224 с. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/18170> (дата звернення: 24.08.2023)
6. Соснін Д.А. Автотроніки. Електрообладнання та системи бортової автоматики сучасних легкових автомобілів. - М: Солон-Р, 2005.-272 с. URL: https://balka-book.com/ua/avtoelektronika-571/avtotronika_elektricheskoe_elektronnoe_i_avtotronnoe_oborudovanie_legkovyih_avtomobiley-66817 (дата звернення: 14.08.2023)

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Офіційний сайт Державної Авіаційної Служби України. URL : <https://avia.gov.ua/> (дата звернення: 15.08.2023)
2. Офіційний сайт аеропорту «Бориспіль» URL : <https://kbp.aero/> (дата звернення: 25.08.2023)
3. Офіційний сайт журналу «Крила» URL : <http://www.wing.com.ua/> (дата звернення: 30.07.2023)

Текст лекції

1. Порядок проведення ТО акумуляторної батареї.

Під час експлуатації автомобіля чи трактора акумуляторну батарею очищують від пилу й бруду, а електроліт, наявний на її поверхні, витирають сухою ганчіркою, змоченою 10%-м розчином кальцинованої соди чи нашатирного спирту. Перевіряють надійність кріплення батареї, окислені

наконечники й виводи зачищають, знімаючи мінімальний шар металу, бо інакше не можна буде надійно їх з'єднати. Слід також урахувати, що проводи не повинні мати великий натяг, оскільки можуть поламатися виводи чи кришки акумуляторів. Наконечники проводів і виводи батарей доцільно змазувати технічним вазеліном. Під час ТО-1 автомобіля перевіряють і, в разі потреби, доводять до нормального рівня електроліт - 10-15 мм вище запобіжного щитка (рис. 1.34). Рівень електроліту вимірюють скляною трубкою діаметром 5-8 мм, яку занурюють до упору в запобіжний щиток, потім загулюють зверху пальцем і піднімають. Якщо рівень електроліту нижчий від нормального, то в акумулятори доливають дистильовану воду, а коли вищий, то електроліт забирають гумовою грушею, щоб він не розплескувався під час експлуатації автомобіля.

Воду в акумулятори доливають безпосередньо перед запусканням двигуна або під час його роботи, бо інакше вона може замерзнути або може прискоритися саморозрядження через різні густини електроліту у верхній та нижній частинах акумулятора.

Слід пам'ятати, що після доливання води без заряду густину електроліту вимірювати недоцільно, оскільки результати будуть невірні. Не можна доливати в акумулятори електроліт - це може призвести до підвищення його густини. Це роблять тільки тоді, коли він витікає (наприклад, коли батарея перекинулася). По кольору електроліту у вимірювальній трубці можна побачити, наскільки він забруднений. Наприклад, коричневий колір свідчить про обсіпання активної речовини з «плюсових» електродів акумулятора.

Надмірно швидке зниження рівня електроліту є ознакою перезарядження батареї, коли зарядний струм протікає крізь повністю заряджену батарею. Під час перезарядження електроліт вибризкується на її поверхню. Перезарядження шкідливе для батарей, оскільки зменшує термін їхньої служби. А тому, при виникненні перших його ознаках треба перевірити, чи справна генераторна установка.

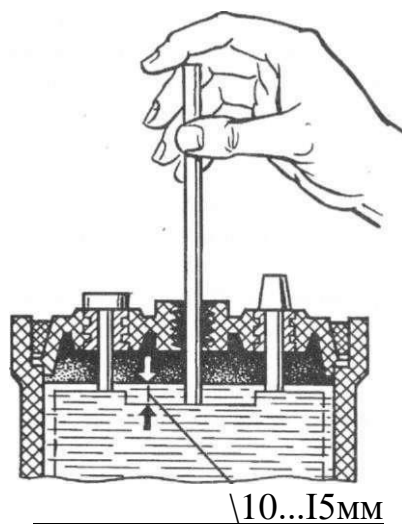


Рис. 1.34. Схема перевірки рівня електроліту

Під час ТО-2, крім перелічених робіт, додатково перевіряють ступінь зарядженості акумуляторної батареї за густиною електроліту (до доливання води) і працездатність батареї за напругою акумуляторів під навантаженням.

2.Порядок виміру густини електроліту в кожному акумуляторі.

Густину електроліту в кожному акумуляторі вимірюють денсиметром (рис. 1.35) або густиноміром, проте денсиметр має більшу точність. Щоб виміряти густину електроліту, потрібно за допомогою гумової груші набрати його в піпетку кілька разів (щоб видалити з її стінок бульбашки повітря) до спливання. Не виймаючи піпетки з акумулятора і не даючи денсиметрові торкатися її стінок, за нижньою частиною меніска електроліту в ній на шкалі денсиметра знаходять густину електроліту. Припустиме відхилення густини електроліту в акумуляторах однієї батареї - не більш як $0,01 \text{ г/см}^3$. Якщо воно більше, батарею потрібно зарядити. Здобуті результати слід порівняти з даними в табл. 1.6, урахувавши температурну поправку, якщо вимірювали при температурі, відмінній від $+25^\circ\text{C}$:

$$U_{25} = U / +0,00075 (7-25),$$

де U_{25} , **U**(- густини електроліту, виміряні відповідно при температурі $t = +25^\circ\text{C}$ і відмінної від неї; T -температура електроліту, $^\circ\text{C}$.

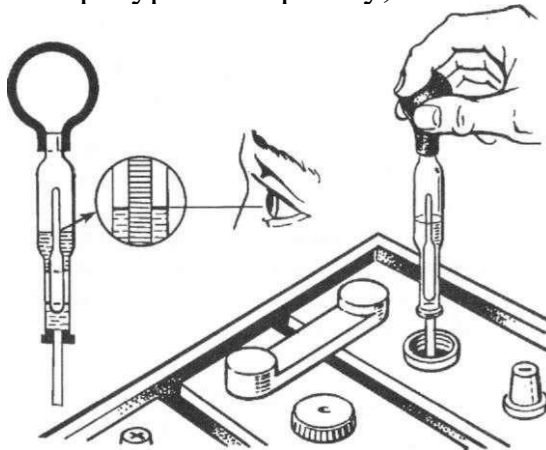


Рис. 1.35. Схема вимірювання густини електроліту

Таблиця 1.6. Густина електроліту в акумуляторних батареях

Кліматична зона і середньомісячна температура повітря в січні, $^\circ\text{C}$	Пора року	Густина електроліту, зведена до $+25^\circ\text{C}$, г/см^3	
		заливного	зарядженого
Дуже холодна (від -50 до -30)	Зима	1,29	1,31
	Літо	1,25	1,27
Холодна (від -30 до -15)	Цілий рік	1,27	1,29
Помірна (від -15 до -8)		1,25	1,27
Жарка (від -15 до $+4$)	- » -	1,22	1,24
Тепла волога (від 0 до $+4$)	- » -	1,20	1,22

Ступінь розрядженості визначають за густиною електроліту, %:

$$A_c = \frac{y_3 - y_{25}}{y_3 y_p} - 100$$

де y_3 - густина електроліту повністю зарядженого (табл. 1.6) акумулятора, г/см³; $y = 1,10$ г/см³; y_{25} - виміряна густина, зведена до температури +25 °С, г/см³.

Ступінь розрядженості батареї визначають за ступенем розрядженості акумулятора, який має найнижчу густину електроліту. Батареї, які мають ступені розрядженості 25% взимку або 50% влітку, потрібно знімати з автомобіля і заряджати.

Під час перевірки акумуляторної батареї з прихованими міжакумуляторними поперечками під навантаженням пробником 3-107 (рис. 1.36) закручують до упору контактну гайку 1. Потім вістря контактної ніжки щільно притискають до полюсового виводу батареї, а ніжку щупа 2 - до мінусового. Батарею, напруга якої менша за 8,9 В, експлуатувати не можна, її потрібно

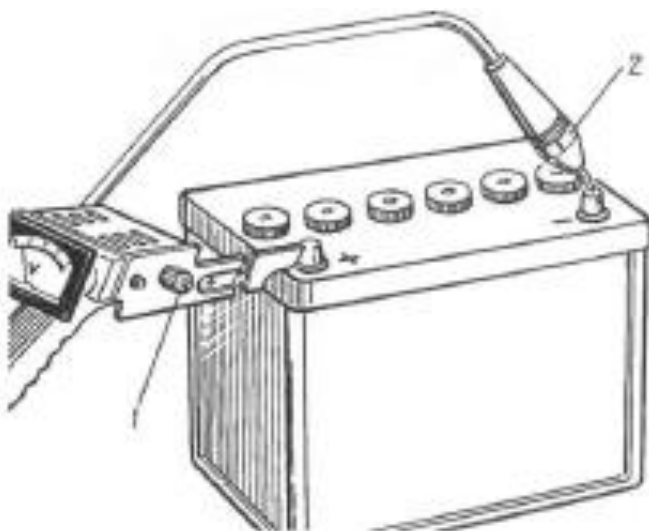


Рис. 1.36. До вимірювання напруги акумуляторної батареї під навантаженням пробником 3-107

3. Послідовність приготування електроліту.

Акумуляторні батареї, до надання їм робочого стану можуть перебувати на зберіганні. Максимальний термін зберігання батарей у сухому вигляді не повинен перевищувати трьох років.

Робочого стану акумуляторній батареї надають, заливаючи в неї електроліт, який можна приготувати з концентрованої сірчаної кислоти, густиною 1,83 г/см³, і дистильованої води. В табл. 1.4 наведено приблизні витрати води та кислоти для приготування електроліту, густиною 1,27 г/см³, а також технічні характеристики деяких акумуляторів, що випускаються в країнах СНД.

Електроліт готують у такій послідовності: в кислотостійку посудину спочатку наливають необхідний об'єм дистильованої води, а потім поступово невеликим струменем наливають туди відповідний об'єм сірчаної кислоти. **Щоб уникнути нещасних випадків, лити воду в кислоту забороняється.**

Сполучаючись із водою, сірчана кислота виділяє велику кількість теплоти. Якщо лити воду в кислоту, яка має густину в 1,8 рази більшу, ніж вода, то вода розпливається по поверхні кислоти, швидко нагрівається, утворюючи пару, і розбризкується разом із кислотою. Якщо ж вливати у воду кислоту, то кислота занурюється в її товщу, внаслідок чого утворений електроліт віддає теплоту воді й розбризкування не відбувається.

Готуючи електроліт, потрібно перемішувати утворюваний розчин, щоб якнайшвидше вирівняти його густину. Перш ніж заливати в акумуляторну батарею, приготовлений електроліт потрібно охолодити до температури 25-30 °С. Працюючи з електролітом, неприпустимо використовувати посудини, мірний посуд та інше знаряддя з нестійких до кислот матеріалів (залізо, мідь, алюміній). Рекомендується застосовувати пластмасовий чи керамічний посуд, а скляним користуватися слід обережно, щоб уникнути розбивання й опіків електролітом.

Електроліт у батареї заливають тонким струменем із чашки, яка має носик, за допомогою скляної чи фарфорової лійки, викрутивши перед цим вентиляційні пробки кришок, видаливши герметичну плівку чи виступи вентиляційних отворів пробок.

Електроліт заливають до рівня, який на 10-15 мм вищий від запобіжного щитка. Частина батарей (наприклад, 6СТ-60) мають кришки, які дають змогу заливати електроліт до потрібного рівня без наступного його вимірювання. Поповнюючи такі батареї електролітом, отвори в штуцерах звільняють від герметичних деталей і більш їх не застосовують. Пробки потрібно викрутити та щільно надіти на вентиляційні штуцери. Батареї наповнюють електролітом до верхнього краю заливальної горловини.

Після зняття пробок із штуцерів в акумуляторах установлюється потрібний рівень електроліту. Електроліт, який заливають в акумулятори, повинен мати температуру не менш як +15°C у холодній та помірній зонах і +30°C - у жаркій та теплій відповідно. Після заливання температура електроліту в батареї трохи підвищується і, коли матиме високе початкове значення, може перейти за неприпустиму межу.

Температура електроліту в батареї повинна не перевищувати +45 °С. Коли вона буде низька, то ємності акумуляторної батареї може не вистачити для пуску двигуна автомобіля.

Деякі акумуляторні батареї випускають у сухозарядженому виконанні. Необслуговувані батареї надходять в експлуатацію заповнені електролітом і повністю заряджені. Сухозаряджені батареї заливають електролітом, густину якого наведено в табл. 1.6. Якщо батарею зберігали не більш як один рік і з наданням їй робочого стану при температурі не менш як +15°C, то в разі термінового введення в експлуатацію її можна установлювати на автомобіль через 20 хв. після наповнення електролітом. У цьому випадку контроль можна й не робити. Проте, коли автомобілі повернуться з рейсу, рекомендується перевірити густину електроліту батарей і в разі потреби зарядити їх і скорегувати густину. Акумуляторні батареї, яким надано робочого стану 20-хвилинним просоченням без підзаряджання, не можна зберігати тривалий час.

Якщо батареї зберігали понад один рік чи з наданням їм робочого стану при температурі батарей та електроліту менш як $+15^{\circ}\text{C}$, необхідно не раніше, ніж за 20 хв. і не пізніше, ніж за 2 год. після заливання електроліту виміряти його густину. Якщо густина знижується не більш як на $0,03 \text{ г/см}^3$ порівняно з густиною заливаного електроліту, то батареї можна приймати в експлуатацію. В іншому разі їх потрібно зарядити.

Батарею вмикають на заряджання, якщо температура електроліту в ній не більша за 30°C у холодній та помірній зонах і 35°C у жаркій та теплій відповідно. Заряджають струмом із силою $0,1 C_{20}$.

В деяких випадках, коли треба терміново ввести в дію батарею, яку зберігали при мінусових температурах до 30°C , надати їй робочого стану можна заливанням електроліту з температурою $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$ і густиною $1,270 \pm 0,1 \text{ г/см}^3$. Вводити в дію таким способом можна батареї тільки у тому випадку, якщо термін їх зберігання не перевищує одного року. Це пов'язано із впливом інгібітора на зберігання сухозарядженої батареї.

Сухозаряджені батареї заливують електролітом із потрібною густиною й через 3 год. ставлять на заряджання, під час якого періодично перевіряють температуру електроліту. Вона не повинна підніматися вище 45°C у холодній та помірній кліматичних зонах і 50°C - у жаркій та теплій відповідно. Якщо ці температури перевищено, зарядний струм зменшується наполовину або переривається тривалість заряджання на час, потрібний для зниження температури до $30\text{-}35^{\circ}\text{C}$.

Наприкінці заряджання настає рясне газовиділення в усіх акумуляторах батареї, а напруга й густина електроліту не змінюється після цього протягом 2 год.

Щоб рівень електроліту усталився, батареї повинні простояти ще 30-40 хв. у вимкненому стані, а потім його вимірюють і коригують.

4.Методи заряджання акумуляторних батарей.

Під час експлуатації акумуляторні батареї можна заряджати від будь-якого джерела постійного струму за умови, що його напруга буде більшою за напругу заряджуваної акумуляторної батареї. Для заряджання позитивний полюс джерела струму потрібно з'єднати з позитивним полюсом заряджуваної батареї, а негативний - із негативним.

Для будь-якого моменту заряджання силу струму можна визначити за формулою:

$$I = (U_{дж} - U_6) / R$$

де: $U_{дж}$ — напруга джерела струму, В;

U_6 — напруга батареї в момент заряджання, В;

R — загальний опір зарядного кола, Ом.

Із цієї формули випливає, що коли напруги зарядного пристрою і батареї однакові, то зарядний струм дорівнюватиме нулю. Коли напруга батареї менша, ніж напруга зарядного пристрою, зарядний струм більший від нуля; в іншому разі, тобто коли напруга батареї більша за напругу зарядного пристрою, струм змінює напрям і батарея розряджається.

Залежно від системи регулювання процес заряджання можна здійснити різними методами. У випадку заряджання при постійному струмі батареї з однаковою ємністю з'єднують послідовно в групи (рис. 1.37, а). Кожну з них вмикають до зарядної мережі. Оскільки під час заряджання ЕРС батареї зростає, то для підтримки сталості зарядного струму потрібно збільшувати напругу на затискачах батареї. Цього досягають, вмикаючи в кожену групу послідовно регулювальний реостат, або змінюючи напругу $U_{\text{д}}$.

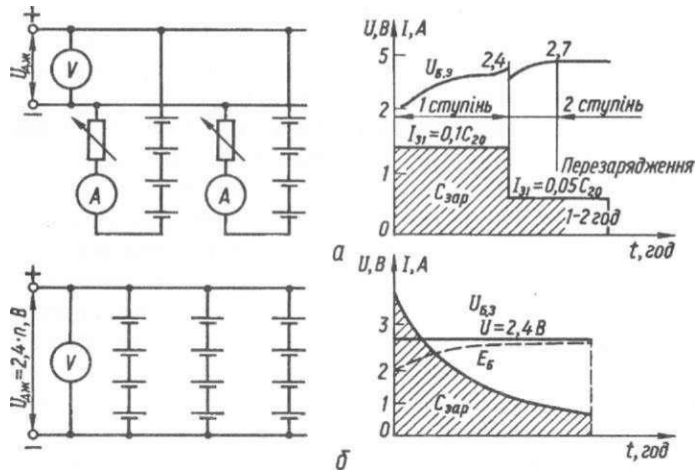


Рис. 1.37. Методи заряджання акумуляторних батарей за постійних струму (а) та напруги (б)

Опір реостата:

$$R = (U_{\text{дж}} - 2,7n)I$$

де n — кількість послідовно увімкнених батарей у зарядній групі.

Кількість батарей, які можна ввімкнути в групу за відомої напруги джерела,

$$N = U_{\text{дж}} / 2,7m$$

де m — кількість акумуляторів у батареї.

Кількість груп, увімкнених паралельно до джерела,

$$n_{\text{гр}} = I_{\text{н}} / I_{\text{б.з.мах}}$$

де $I_{\text{н}}$ — номінальний струм зарядного пристрою.

До групи потрібно вводити максимальну кількість батарей, щоб зменшити втрати енергії в реостаті. Заряджання відбувається двома ступенями, на першому з яких $I = \text{ОДС}$. На початку електролізу води, тобто коли напруга на акумуляторі досягатиме 2,4 В, зарядний струм знижуватиметься до $0,05 C_{20}$ (другий ступінь). Якщо напруга на акумуляторі досягатиме 2,7 В (16,2 В на 12 В батарею), то заряджання триватиме ще 1-2 год.; у цьому разі можна забезпечити 100%-е заряджання нової батареї. Коли ж цим методом заряджають експлуатовану батарею, то заряджання припиняють після досягнення напруги 2,7 В на акумуляторі.

У випадку заряджання методом постійної напруги (рис. 1.37, б) батареї чи їх групи до джерела живлення вмикають паралельно. Зарядну напругу підтримують постійною в межах 2,35-2,40 В на акумулятор. За цієї напруги на початку газоутворення («кипіння» електроліту) зарядний струм матиме значення, яке не є небезпечним для руйнування активної маси пластин.

На початку заряджання повністю розрядженої батареї зарядний струм може досягати $(0,5-1,0) C_{20}$, і в цьому разі рекомендується трохи знизити $U_{дж}$. У процесі заряджання ЕРС батареї зростає і зарядний струм $I_{б.з.} = (U_{дж} - E_6) / R_6$ автоматично знижується. Цей метод доцільно застосовувати для підзаряджання батарей, які перебувають в експлуатації. Його перевага — немає потреби контролювати силу зарядного струму.

У випадку заряджання акумуляторних батарей методом прискореного заряджання сила струму відповідає 70% номінальної ємності. Чим більша сила струму, тим менший час заряджання. Практично тривалість заряджання струмом із силою $0,7 C_{20}$ має не перевищувати 30 хв., $0,5 C_{20}$ - 45 хв. і $0,3 C_{20}$ - 90 хв.

У процесі форсованого заряджання потрібно контролювати температуру електроліту і при досягненні $45^{\circ}C$ припинити подальше заряджання. Слід зауважити, що форсоване заряджання застосовують як виняток, бо, коли його систематично повторювати для однієї й тієї самої батареї, термін її служби помітно зменшиться.

Зрівняльне заряджання проводять при постійній силі струму, що відповідає 10% номінальної ємності, так само, як і заряджання при постійному струмі, але протягом тривалішого часу, ніж звичайно. Його мета - забезпечити в акумуляторній батареї повне відновлення активних мас на всіх електродах акумуляторів. Зрівняльне заряджання нейтралізує вплив глибоких розряджання на негативні електроди, а тому рекомендують як засіб для усунення сульфатації пластин. Заряд триває доти, доки в усіх акумуляторах не буде наявна сталість густини електроліту та напруги протягом 3 год.