

# Том 11

## Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

УДК 621,316

Олішевський І.Г. студ гр.ЕЕ-13-2

Науковий керівник: Випанасенко С.І., д.т.н., завідувач кафедри систем електропостачання

(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м Дніпропетровськ, Україна)

## АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Втрати електроенергії в електричних мережах - найважливіший показник ефективності їх роботи, індикатор стану систем обліку електроенергії а також діяльності енергопостачальних організацій. Рівень втрат чітко свідчить про накопичуються проблеми, які вимагають рішень, про необхідність технічного переозброєння електричних мереж, вдосконалення методів їх експлуатації і управління, підвищення точності обліку електроенергії. В даний час повсюдно спостерігається зростання абсолютних і відносних втрат електроенергії при одночасному зменшенні обсягів енергоспоживання. На думку експертів, відносні втрати електроенергії при її передачі і розподілі в електричних мережах більшості країн можна вважати задовільними, якщо вони не перевищують 4-5%. Втрати електроенергії на рівні 10% можна вважати максимально допустимими з точки зору фізики явища передачі електроенергії по мережах [1].

Типовий перелік заходів щодо зниження втрат електроенергії в електричних мережах представлений на рис.1.

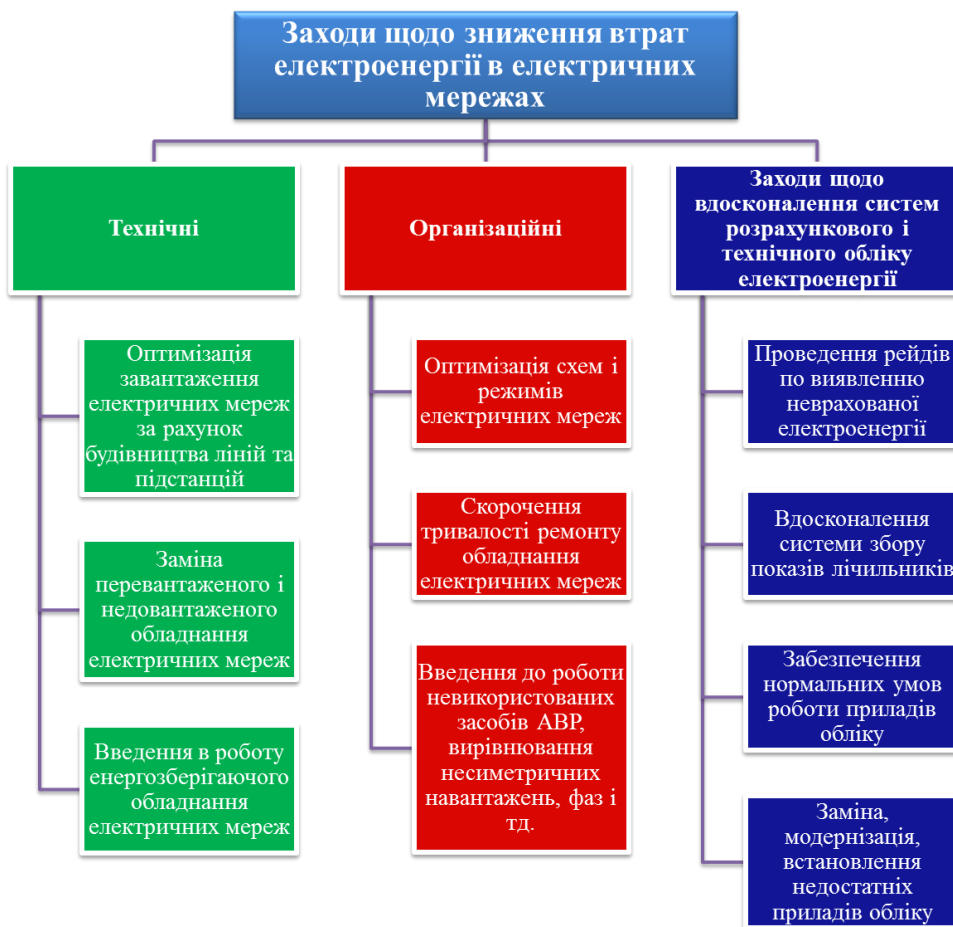


Рисунок 1 – Перелік заходів по економії електроенергії

Основними з цих заходів для електричних мереж 110 кВ і вище є наступні:

- широке впровадження регульованих пристроїв (керованих шунтіруемой реакторів, статичних компенсаторів реактивної потужності) з метою оптимізації потоків реактивної потужності,
- будівництво нових ліній електропередачі і підвищення пропускної здатності існуючих ліній, для ліквідації дефіцитних вузлів і завищених транзитних перетоків;
- розвиток відновлюваної енергетики (малих ГЕС, вітроелектростанцій, приливних, геотермальних і т.п.)

Очевидно, що на найближчу перспективу залишаться актуальними задачі оптимізації режимів електричних мереж по активної та реактивної потужності, регулювання напруги в мережах, оптимізації завантаження трансформаторів. До пріоритетних заходів щодо зниження технічних втрат електроенергії в розподільних мережах 0,4-35 кВ відносяться:

- використання напруги 10 кВ в якості основного напруги розподільчої мережі;
- збільшення частки мереж з напругою 35 кВ;
- скорочення радіусу дії і будівництво ліній 0,4 кВ в трифазному виконанні;
- застосування самоутримних ізольованих і захищених проводів для ліній напругою 0,4-10 кВ;
- використання максимального допустимого перетину дроту в електричних мережах напругою 0,4-10 кВ з метою адаптації їх пропускної здатності до зростання навантажень;
- розробка та впровадження нового електрообладнання, зокрема, розподільних трансформаторів зі зменшеними активними і реактивними втратами холостого ходу, вбудованих в КТП конденсаторних батарей;
- застосування «стовпових» трансформаторів малої потужності (6-10 / 0,4 кВ) для скорочення протяжності мереж напругою 0,4 кВ;
- широке використання пристроїв автоматичного регулювання напруги під навантаженням, Вольтододаткові трансформаторів а також коштів місцевого регулювання напруги;
- застосування комутаційних апаратів нового покоління, засобів дистанційного визначення місць пошкодження в електричних мережах з метою скорочення тривалості післяаварійних режимів, пошуку і ліквідації аварій;
- підвищення достовірності результатів вимірювань в електричних мережах на основі використання нових інформаційних технологій, автоматизації обробки інформації.

Одним з основних і перспективних шляхів вирішення проблеми зниження комерційних втрат електроенергії є розробка, створення і широке застосування автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ), тісна інтеграція цих систем з програмним і технічним забезпеченням автоматизованих систем диспетчерського керування (АСДУ), забезпечення АСКОЕ та АСДУ надійними каналами зв'язку і передачі інформації.

### Перелік посилань

1. Бохмат И. С, Воротницкий В. Э., Татаринев Е. П. Снижение коммерческих потерь в электроэнергетических системах. - "Электрическистанции", 1998, № 9.
2. Системи енергоменеджменту та їх математичне забезпечення: навч. посіб./Г.Г. Півняк, С.І Випанасенко, О.І Хованська та ін. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 214 с.

УДК 621

Дудник М.К. студ гр. 141м-16-3

Науковий керівник: Циценков Д.В., к.т.н., доцент кафедри відновлюваних джерел енергії

(Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м Дніпропетровськ, Україна)

### БУДІВНИЦТВО «ЛЕГКОГО» ПАСИВНОГО БУДИНКУ

Пасивний будинок – це енергоефективний будівельний стандарт, який створює комфортні умови проживання, одночасно є економічним і надає мінімальний негативний вплив на навколишнє середовище. Іншими словами, пасивний будинок – це будівля, в якій тепловий комфорт досягається виключно за рахунок додаткового попереднього підігріву або охолодження маси свіжого повітря, необхідного для підтримання в приміщеннях повітря високої якості, без його додаткової рециркуляції.

На даний момент вже існує понад тисячу об'єктів пасивного будівництва, які були зведені у всьому світі. Причина такого успіху дуже проста: стандарти пасивного будинку чітко визначені, працюють у всіх кліматичних зонах та забезпечують мінімальне споживання будь-якого виду енергії. Дослідження показали – витрата енергії на опалення та охолодження пасивного будинку буде на 80 відсотків нижче, ніж у звичайних будівлях. В умовах швидкого зростання цін на енергоносії в нашій країні, робить пасивний будинок економічно привабливим варіантом будівництва.

Для домовласників пасивний будинок також є шансом отримати незалежність від викопних джерел енергії (бути повністю енергонезалежним). Енергетичні потреби пасивних будівель настільки низькі, що вони можуть бути легко задоволені обладнанням, що використовує відновлювані джерела енергії. До таких видів джерел можливо віднести: сонячні колектори або панелі, дров'яні каміни, теплові насоси різних типів, вітроустановки та ін.

Ще однією з причин для вибору пасивного будинку є комфорт внутрішнього клімату приміщення. У цих будинках автоматично підтримуються комфортна температура і вологість повітря та чистота повітря. Відчуття комфорту у людини, що потрапила в пасивний будинок, починається вже з перших хвилин перебування в ньому. Чистий і теплий свіже повітря, теплі стіни і підлоги викликає відчуття перебування на природі в літній час.

Також спостерігається тенденція зниження вартості будівництва таких будинків, до рівня будинків традиційного типу. Різниця полягатиме у тому, що в пасивному будинку застосовуються сучасні будівельні матеріали і конструкції та новітнє інженерне обладнання.

Для будівництва каркасу та стін пасивних будинків останнім часом використовують «легкі» матеріали. Це пов'язано з тим, що сухе повітря – кращий теплоізолятор. Якщо повітря вологе, його теплопровідність збільшується. Тому найкращим теплоізоляційними матеріалами є пористі будівельні матеріали. Якщо в порах матеріалу знаходиться сухе повітря, то такі матеріали чудово захищають від морозу. Для прикладу: теплопровідність каменю 3,5 Вт/(м·°C), сухого повітря – 0,022 Вт/(м·°C); теплопровідність металу вище, ніж у каменю, наприклад, алюміній – 237 Вт/(м·°C); дерево, якщо сухе, в залежності від його щільності, має теплопровідність на рівні 0,1 ÷ 0,2 Вт/(м·°C); спінені матеріали, такі як пінопласт – 0,035 Вт/(м·°C). Але матеріали характеризує не тільки теплопровідність, а й питома теплоємність – яка показує, скільки потрібно енергії, щоб нагріти даний матеріал на один градус. Метал швидко відбирає тепло, тоді як дерево відбирає тепло повільно. З цієї причини дерево сприймається як «теплий» матеріал, а метал – як «холодний». Відбір тепла від тіла відбувається тоді, коли температура тіла вище, ніж температура металу або дерева.

Тому метал використовують при будівництві виробничих будівель, а дерево – при будівництві житла.

При будівництві «легкого» пасивному будинку не потрібен потужний фундамент та його можна побудувати навіть на піску. При будівництві даного будинку також можливо не використовувати спеціальну будівничу техніку.

Приклад покрової побудови основи «легкого» пасивному будинку:

1. Для будівництва стовпчиків фундаменту використовуємо металеву трубу. Далі дерев'яні стовпчики з'єднуються куточками, на які лягає листове оцинковане залізо. Листи з'єднані заклепками і герметизовані бутиловою стрічкою. Поверх оцинкованого заліза укладена поліетиленова плівка. Всі стовпчики об'єднані в загальну площину за допомогою бруса.

2. Для будівництва каркаса стін береться дерев'яний брус. Каркас обшивають орієнтованими плитами (ОСП). Між стінами та плитами ОСП утворюється простір, який заповнювати піноізолом.

3. Далі будується дах, який закривається полівінілхлоридною мембраною білого кольору.

4. Заповнення простору стін, підлоги, перекриттів і стелі проводиться піноізолом він заповнює всі порожнечі, створюючи суцільний шар теплоізоляції.

Для будівництва основи будинку даного типу необхідно 2-3 місяця, після чого можливо переходити до внутрішнього оздоблення.

Тому спираючись на вказану вище інформації можливо зробити висновок, що при будівництві пасивного будинку важливим є матеріал його побудови, до вибору якого потрібно віднестись серйозно, адже від цього буде залежати ефективність будинку.

УДК 621-926

**Швидько А.Я., студент гр. ЕМ-14-1****Науковий керівник: Балахонцев О. В., к.т.н., доцент кафедри електропривода;  
(Державний ВНЗ „Національний гірничий університет”, м. Дніпро, Україна)****БАТАРЕИ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ**

Мы живем во время, когда технологии так сильно повлияли на нашу жизнь, что невозможно представить какой бы она была без них. Начиная от того же смартфона и заканчивая автомобилем, которые используют батареи в качестве источника энергии.

Остановимся на электромобилях. Главный критерий по которому их оценивают является запас хода. И поэтому, для производителя очень важно, чтобы именно его модель могла преодолеть как можно большее расстояние от одного заряда по сравнению с конкурентами. При этом необходимо, чтобы батареи были как можно меньше, а их ёмкость все больше. Рассмотрим детальнее, что такое и из чего состоит батарея.

В электротехнике источники электроэнергии (гальванические элементы, аккумулятор) соединяют в батарею, чтобы получить напряжение, снимаемое с батареи (при последовательном соединении), силу тока или ёмкость (при параллельном соединении), образованного источника больше, чем может дать один элемент.

Она состоит из сепаратора, позитивно и негативно заряженных электродов и электролита между ними (Рисунок 1).

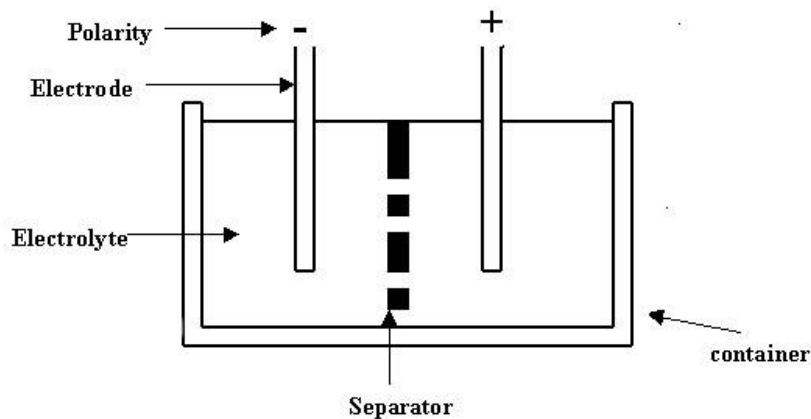


Рисунок 1 – Компоненты батареи.

В настоящее время используются такие типы батарей (Таблица 1):

Тип батареи	Удельная плотность энергии, Вт*ч/кг	Срок службы (циклов заряд-разряд)
Свинцово-кислотные	30	300-700
Никель-кадмиевые (NiCd);	40-60	1500-1900
Никель-металл-гидридные (NiMH)	75	500-700
Литий-ионные (Li-ion)	100	500-700
Литий-полимерные (Li-poly)	175	150-300
Литий-железо-фосфатные (LiFePO <sub>4</sub> )	90-150	2000-7000
Никель-марганцевые	60-120	500
Никель-хлоридные	85	500-1000

Из Таблицы 1 видно, что самым оптимальным решением являются литий-железо-фосфатные батареи.

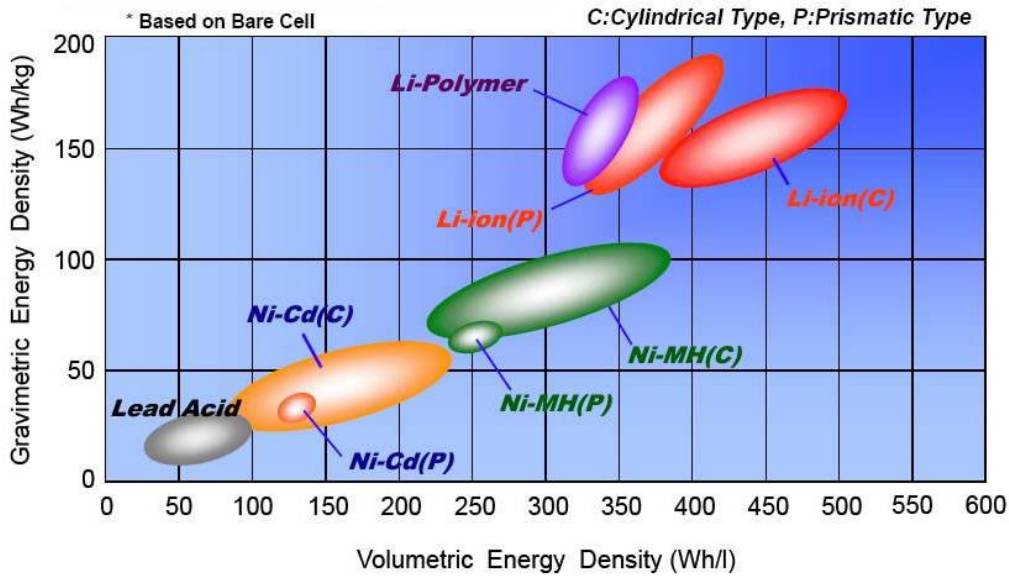


Рисунок 2 – Удельная энергия. Плотность энергии.

Так как показано на графике (Рисунок 2) у них лучшие показатели удельной энергии (или плотность гравиметрической энергии) определяет емкость батареи в весе ( $\text{Вт}\cdot\text{ч} / \text{кг}$ ), и плотность энергии (или объемная плотность энергии) отражает объем в литрах ( $\text{Вт} / \text{л}$ ). Конечно, и у них есть свои недостатки, такие как: эффект памяти, потеря емкости при низких температурах, эффект старения. Но, на данный момент, это лучшее решение.

Физические явления которые происходят в гальванических батареях очень сложны, и поэтому, если пренебречь некоторыми физическими процессами, напряжение батареи можно описать следующим уравнением:

$$V_b = E_0 - K \frac{Q}{Q - it} \cdot it - R \cdot i + A \exp(-B \cdot it) - K \frac{Q}{Q - it} \cdot i^*$$

где  $E_0$  – постоянное напряжение батареи,  $B; K$  – поляризованная постоянная ( $\text{В}/(\text{А час})$ ) или поляризованное сопротивление ( $\text{Ом}$ );  $Q$  – емкость батареи,  $\text{А час}$ ;  $it$  – действительный заряд батареи,  $\text{А час}$ ;  $A$  – амплитуда экспоненциальной зоны,  $\text{В}$ ;  $B$  – инверсная постоянная времени экспоненциальной зоны,  $\text{А час}^{-1}$ ;  $R$  – внутреннее сопротивление,  $\text{Ом}$ ;  $i$  – ток батареи,  $\text{А}$ ;  $i^*$  – отфильтрованный ток,  $\text{А}$ .

Таким образом, можно получить кривые разряда батареи при разном значении тока (Рисунок 3).

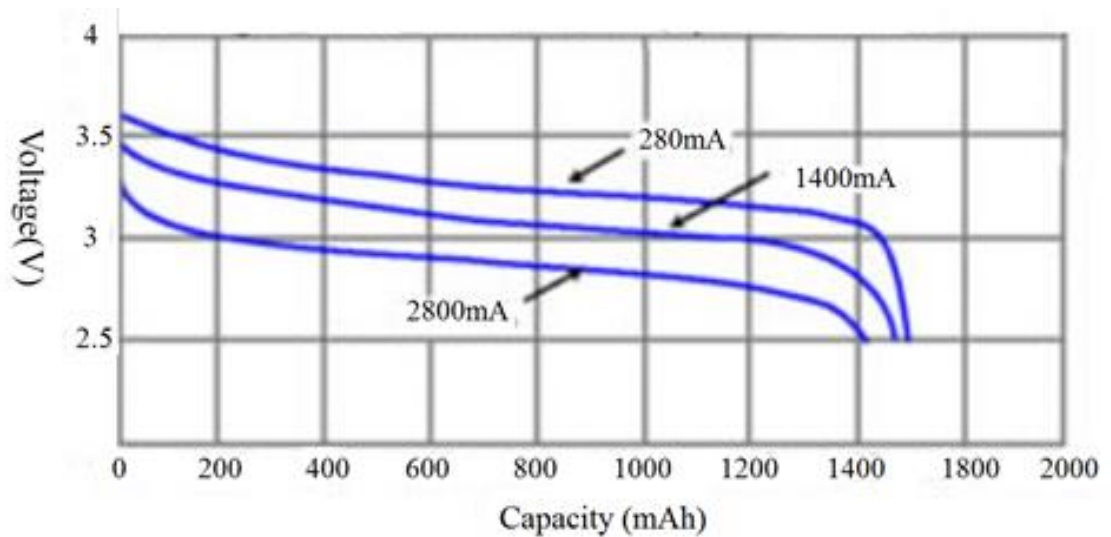


Рисунок 3 – Кривые розряда батареи при разном токе.

Так как максимальное значение напряжения в элемент литий-железо-фосфатной батарейки 3,65 В (полностью заряжена). То, собирая их в блоки, а затем подключая параллельно, можно добиться нужного значения ёмкости батареи. Следует учитывать то, что чем больше ёмкость тем тяжелее и дороже будет обходиться батарея для электромобиля, а в следствии и конечная стоимость автомобиля на рынке.



УДК 621-926

**Шепетько Д.О., студент гр. ЕМ-14-1****Науковий керівник: Бородай В.А., к.т.н., доцент кафедри електропривода;****Боровик Р.О., асистент кафедри електропривода***(Державний ВНЗ „Національний гірничий університет”, м. Дніпро, Україна)***ВЕКТОРНА СИСТЕМА КОМПЕНСАЦІЇ УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ  
ЗАСОБАМИ ПОТУЖНИХ СИНХРОННИХ ПРИВОДІВ***Синтезовано регулятор системи збудження для стабілізації струму якоря синхронних двигунів з метою компенсації ударних навантажень.*

Відмінною особливістю механізмів, які мають у якості робочого інструменту валки руйнування руд корисних копалин, або валки пластичної обробки металів, є те що їх специфіка експлуатації передбачає періодичне виникнення ударних навантажень. Як наслідок, це супроводжується значними сплесками максимуму струмів в обмотках привідних двигунів і стає причиною аварійних ситуацій пов'язаних із пошкодженням ізоляційних матеріалів провідників котушок якорю, ремонт яких вимагає значних фінансових вкладень [1]. Тому розробка автоматизованих систем поглинання динамічних навантажень, механізмів гірничо-металургійного комплексу, має безперечно актуальне значення.

Зазвичай пікові навантаження демпфують завдяки встановленню маховикових накопичувачів кінетичної енергії та використанню пружних муфт. Попередніми дослідженнями встановлено [1], що інерційний накопичувач може бути ефективним при наявності м'якої механічної характеристики приводу, а використання спеціальних муфту із мінімальною пружністю призводить до створення умов коли система приводу має неприпустиму коливальність. М'якою механічною характеристикою, як відомо, наділені асинхронні двигуни із великим ковзанням. Але одночасно для них є характерним низькі енергетичні показники.

Одним із напрямів енергозбереження у промисловості можливо вважати застосування синхронних двигунів. Їх головними перевагами є високий ККД і абсолютно жорстка механічна характеристика, яка виключає використання в системі маховиків. Щодо муфт, то їх застосування вимагає визначення оптимального значення пружності, за якої поряд із позитивним вирішенням питання поглинання динамічних навантажень не виникає за граничної коливальності системи.

Проблему модернізації синхронного приводу валкових механізмів вирішено шляхом розв'язання оптимізаційної задачі, де у комплексі визначено необхідне значення пружності і фіксованого налагодження контуру збудження [2]. До параметрів налагодження системи входять час завчасного початку зміни форсування і кінцевого рівня напруги збудження. При позитивному вирішенні проблеми метод має недолік, який передбачає систематичне переналагодження системи при кожній зміні фізичних та геометричних властивостей вхідного матеріалу обробки.

Позбавитись зазначених недоліків синхронного приводу пропонується завдяки створенню векторної системи автоматичного регулювання збудженням. Для цього скористаємось спрощенням, яке полягає в математичному описі системи для сталого синхронного режиму. За такої умови можливо вважати, що демпферна обмотка не працює і відповідно практично не впливає на процеси в електричній машині. Вхідні рівняння балансу напруг синхронної машини у цьому випадку мають вигляд

$$\begin{cases} U_d = R_1 i_d + p\Psi_d - \omega\Psi_q \\ U_q = R_1 i_q + p\Psi_q + \omega\Psi_d, \text{ де} \\ U_f = R_2 i_f + p\Psi_f \end{cases} \quad \begin{cases} \Psi_d = x_d i_d + x_{fd} i_f \\ \Psi_q = x_q i_q \\ \Psi_f = x_f i_f + x_{fd} i_d \end{cases} . \quad (1)$$

Отримаємо із рівняння потокозчеплення контуру збудження струм  $i_f$

$$i_f = \frac{\Psi_f}{x_f} - \frac{x_{fd}}{x_f} i_d \quad \text{і визначимо потокозчеплення якорю за віссю } d \quad (2)$$

$$\Psi_d = x_d \sigma i_d - k_f \Psi_f, \text{ де } k_f = \frac{x_{fd}}{x_f}, \quad \sigma = 1 - \frac{x_{fd}^2}{x_f^2}. \quad (3)$$

Із рівняння напруги збудження системи (1) визначимо похідну потокозчеплення

$$p\Psi_f = U_f - \frac{\Psi_f}{T_f} + k_f R_2 i_d, \text{ де } T_f = \frac{x_f}{R_2}. \quad (4)$$

Скористаємось отриманими значеннями для їх заміни в рівнянні  $U_d$

$$U_d = i_d R_d [1 + T_d p] + E_d, \text{ де } R_d = R_1 + k_f^2 R_2; \quad T_d = \frac{x_d \sigma}{R_d};$$

$$E_d = k_f [U_f - \frac{\Psi_f}{T_f}] - \omega x_q i_q.$$

Тоді перехідна функція із останнього рівняння напруги матиме вигляд

$$\frac{i_d}{U_d - E_d} = \frac{1/R_d}{T_d p + 1}. \quad (5)$$

Аналогічним чином формується перехідна функція за віссю  $q$

$$U_q = i_q R_1 [1 + T_q p] + E_q, \text{ де } T_q = \frac{x_q}{R_1}; \quad E_q = \omega [\sigma x_d i_d + k_f \Psi_f]$$

$$\frac{i_q}{U_q - E_q} = \frac{1/R_1}{T_q p + 1}. \quad (6)$$

Для завершення побудови векторної моделі синхронного двигуна слід навести рівняння механічної частини приводу

$$\begin{cases} M_\delta - M_c = j \frac{d\omega}{dt} \\ M_\delta = \frac{3}{2} Z_p [\Psi_d i_q - \Psi_q i_d] \end{cases} \quad \text{звідки перехідна функція } \frac{\omega}{M_\delta - M_c} = \frac{1}{j p}. \quad (7)$$

Виходячи із отриманого математичного апарату будемо структурну схему моделі двигуна і додаємо до контуру збудження ланку перетворювача напруги, регулятора струму за віссю  $d$  та підсилювача зворотного зв'язку (рис.1).

Для синтезу регулятора бажаного контуру скористаємося його перехідною функцією, яка налагоджена за модульним оптимумом.

$$W_{\text{баз}} = \frac{1}{2a T_\mu [T_\mu p + 1]} \quad (8)$$

Для такого випадку регулятор має пропорційно-інтегральну структуру

$$W_{pez} = \frac{T_d}{k} + \frac{1}{kp}, \text{ де } k = 2aT_\mu k_n k_f k_{id} / R_d \quad (9)$$

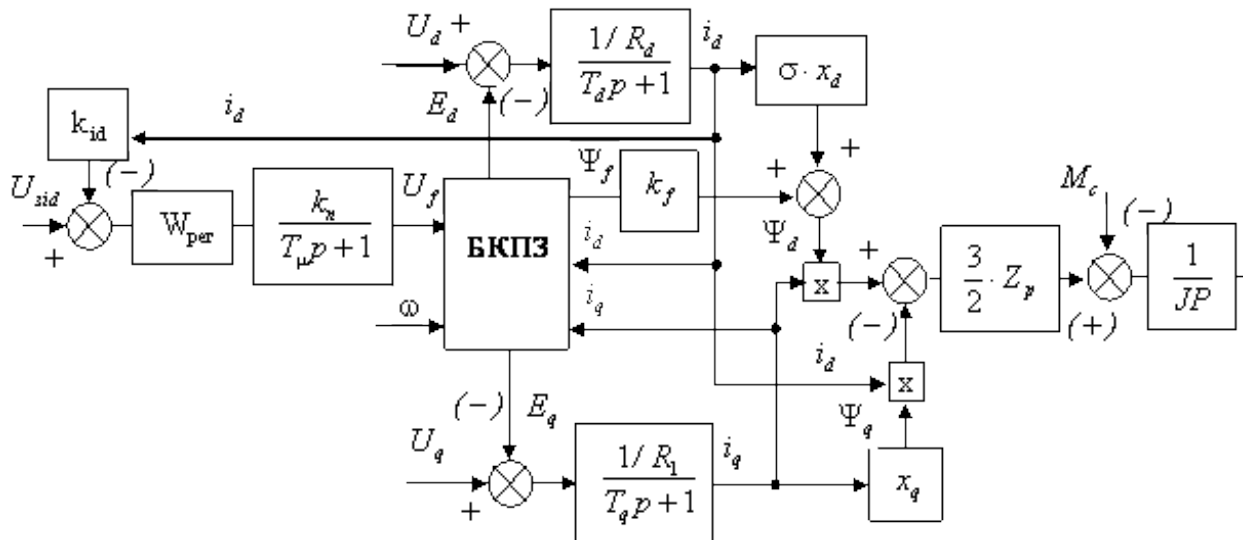


Рисунок 1 – Спрощена модель векторної системи регулювання струму  $i_d$   
(блок компенсації перехресних зв'язків – **БКПЗ**; перехідна функція регулятора –  $W_{per}$ .)

Таким чином, слід зробити наступні висновки:

- валкові механізми гірничо-металургійної промисловості характеризуються періодичними ударними навантаженнями;
- наслідком ударних навантажень стає сплеск максимуму струмів обмоток синхронного двигуна, що призводить до руйнування ізоляції дротів якірних котушок, а їх ремонт вимагає значних капітальних витрат;
- скористатись маховиком для демпфування навантажень в системі синхронного приводу неможливо із-за високої жорсткості його механічної характеристики, а використання спеціальних муфт вимагає визначення потрібної кратності пружності;
- метод визначення оптимальних параметрів системи синхронного приводу [2] має суттєвий недолік, що пов'язаний із необхідністю перенастроювання системи збудження при кожній зміні типу деталі, яка виготовляється;
- позбавитись необхідності фіксованого налагодження системи збудження можливо за рахунок створення універсальної автоматичної системи стабілізації струму якорю за віссю  $d$ ;
- регулятор стабілізації струму якорю носить пропорційно-інтегральну структуру за умови налагодження його на модульний оптимум.

### Перелік посилань

1. Разработка рекомендаций по эксплуатации синхронного двигателя главного привода автомат-стана прокатки труб ООО «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ»: Отчет о НИР (заключ.) / Государственный ВУЗ «НГУ»; Научно-исследовательская работа выполнена согласно договору №1120/030383 от 04.12.2012 г. - Днепропетровск, 2013. — 34 с. ил.
2. Бородай, В.А. Демпфирование ударных нагрузок горно-металлургических механизмов средствами синхронного привода / Бородай В.А., Р.О. Боровик, С.В. Котлярова – Дніпр-ськ: Гірнична електромеханіка та автоматика, Наук. – техн. зб. – Вип. 95. – 2015 – С. 47 – 50.

УДК 6210.92

**Карчинский А.И. студент 141м-16-3****Науковий керівник: Циценков Д.В., к.т.н., доцент кафедри відновлюваних джерел енергії***(Державний ВНЗ „Національний гірничий університет”, м. Дніпро, Україна)*

## **СОЛНЕЧНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ**

Энергия солнца используется для работы системы кондиционирования. Солнечная тепловая энергия, объединенная с эффективным компрессором, позволяет значительно экономить энергию из электросети. Компрессор традиционно использует электроэнергию для создания необходимого давления и нагревания хладагента до температуры свыше 180 °С. В качестве дополнительного нагрева хладагента, от компрессора к конденсатору, последовательно подключен солнечный коллектор. В вакуумных трубках коллектора солнечное тепло нагревает газ-хладагент до температуры, приблизительно 270 °С, и это способствует значительному снижению затрат энергии компрессором.

### **Виды кондиционирования тепловым насосом**

Существует два основных вида кондиционирования помещения тепловым насосом различные по принципу действия, потреблению энергии и эффективности холодоснабжения:

- пассивное кондиционирование;
- активное кондиционирование;

Пассивное (естественное) кондиционирование требует минимальных затрат электроэнергии однако будет менее производительным. Данный тип кондиционирования можно использовать только в рассольных тепловых насосах, т.е. использующих грунт или воду в качестве низкопотенциального источника тепла, В воздушных тепловых насосах источником низкопотенциальной энергии является окружающий воздух, температура которого выше комфортной температуры в помещении в летний период.

Активное кондиционирование доступно для всех типов тепловых насосов. При активном охлаждении тепловой насос работает в обратном цикле или еще этот процесс называют «Реверсным режимом».

### **Солнечное охлаждения абсорбционного типа**

В этих циклах выделение хладагента из абсорбента происходит на стадии регенерации, когда хладагент конденсируется и аккумулируется. На стадии охлаждения хладагент испаряется и поглощается вновь. Простейшая схема такого процесса показана на рис. 1. Таким образом, имеет место отдельное аккумулирование хладагента и абсорбента. Модификация этого простого цикла состоит во введении пар испарителей, конденсаторов или других устройств, что может обеспечить практически непрерывный режим охлаждения при более высоком КПД.

### **Солнечные и комбинированные системы автономного тепло- и холодоснабжения**

Открытый цикл может лежать в основе нового поколения солнечных холодильных систем и систем кондиционирования воздуха. Он работоспособен на малых перепадах температур, экологически чист и характеризуется малым потреблением энергии. В качестве греющего источника используется гелиосистема с плоскими солнечными коллекторами, т. е. самым дешевым и надежным типом.

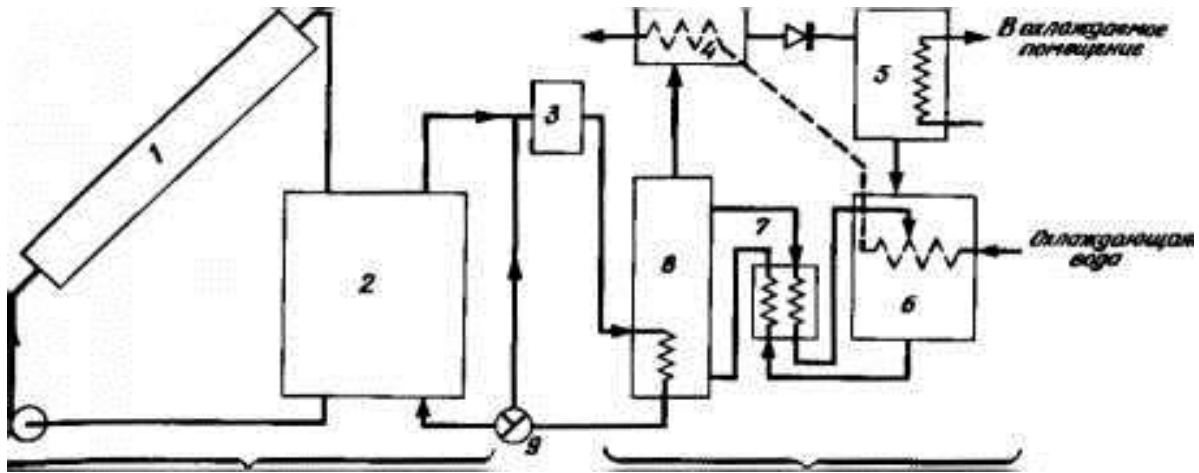


Рис.1 Схема абсорбционной системы кондиционирования воздуха с использованием солнечной энергии

- 1 – коллектор; 2 – бак-аккумулятор; 3 – дополнительный источник энергии;  
4 – конденсатор; 5 – испаритель; 6 – абсорбер; 7 – теплообменник;  
8 – генератор; 9 – трехпозиционный кран

На рис. 2 приведен вариант схемы, реализующей цикл альтернативной системы кондиционирования воздуха. Схема включает две части: предварительного осушения воздуха и испарительного охлаждения. В осушительной части солнечная энергия, необходимая для регенерации абсорбента, обеспечивается гелиосистемой, а охлаждение абсорбера – градирней.

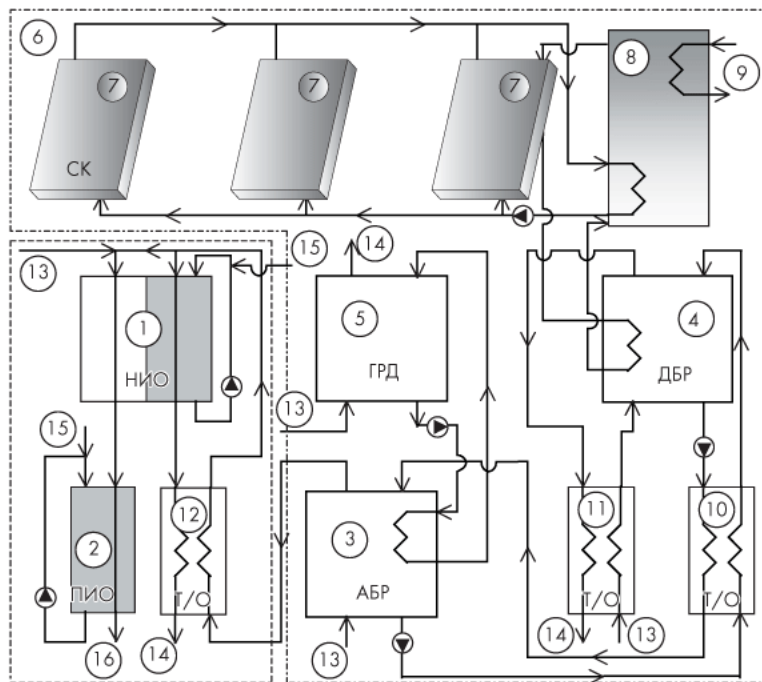


Рисунок 2 – Вариант схемы, реализующей цикл альтернативной системы кондиционирования воздуха с гелиосистемой (солнечной энергией):

- 1, 2 – непрямой и прямой испарительные охладители; 3, 4 – абсорбер (АБР) и десорбер (ДБР); 5 – градирня (ГРД); 6 – гелиосистема (ГС); 7 – солнечный коллектор (СК); 8 – бак-аккумулятор; 9 – дополнительный греющий источник; 10–12 – регенеративные теплообменники; 13 – наружный воздух; 14 – выброс воздушного потока в атмосферу; 15 – подпитка системы водой; 16 – подача воздуха в помещение