

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СОЛНЕЧНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

*Дараев А. М., Казахский национальный технический университет им.Сатпаева г.Алматы.
e-mail:majit_2006@mail.ru*

APPLICATION SYSTEMS SOLAR TRACKING FOR SOLAR PHOTOVOLTAIC PLANT

Daraev A.M. - Ph.D. associate professor KazNTU Satpaeva

В данной статье рассматриваются вопросы повышения качества переходных процессов в следящих электроприводах, с целью снижения времени перегуливания и числа колебаний.

The paper deals with the problem of emprovement of quality of transients in watching electric devies, for the purpose of decrease in time of reregulation and number of flucenations are considered

Повышения качества переходных процессов системы регулирования следящего электропривода (СЭП) солнечной фотоэлектрической станции (СФЭС) является одной из основных задач проектирования этой установки. Структурная схема СЭП СФЭС представлена на рисунке 1 [1].

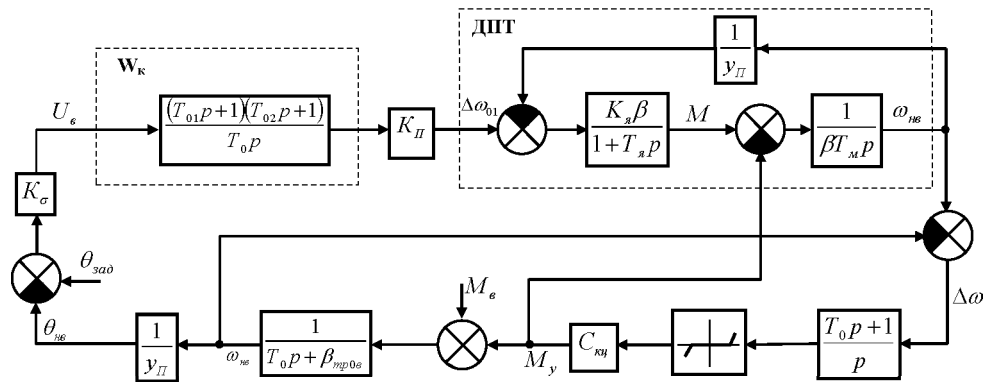


Рисунок 1 – Структурная схема СЭП СФСП

где W_K - корректирующее звено,

ДПТ – двигатель постоянного тока

Корректирующее звено предназначено для компенсации возмущающих воздействий. Исследование переходных процессов СЭП СФСП на модели в системе MATLAB (рисунок 2), показывает, что переходной процесс скорости вала гелиоустановки имеет явно выраженный колебательный характер при набросе ветровой нагрузки (рисунок 3).

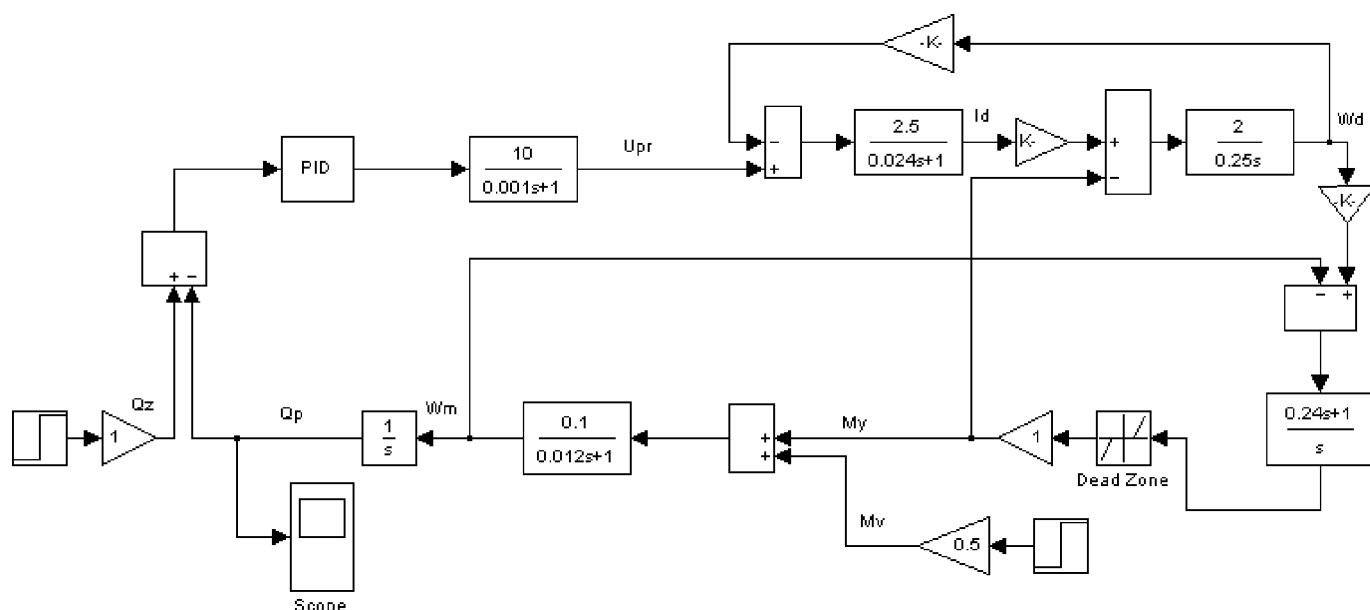


Рисунок 2 - Структурная схема модели СЭП гелиоустановки в системе MATLAB

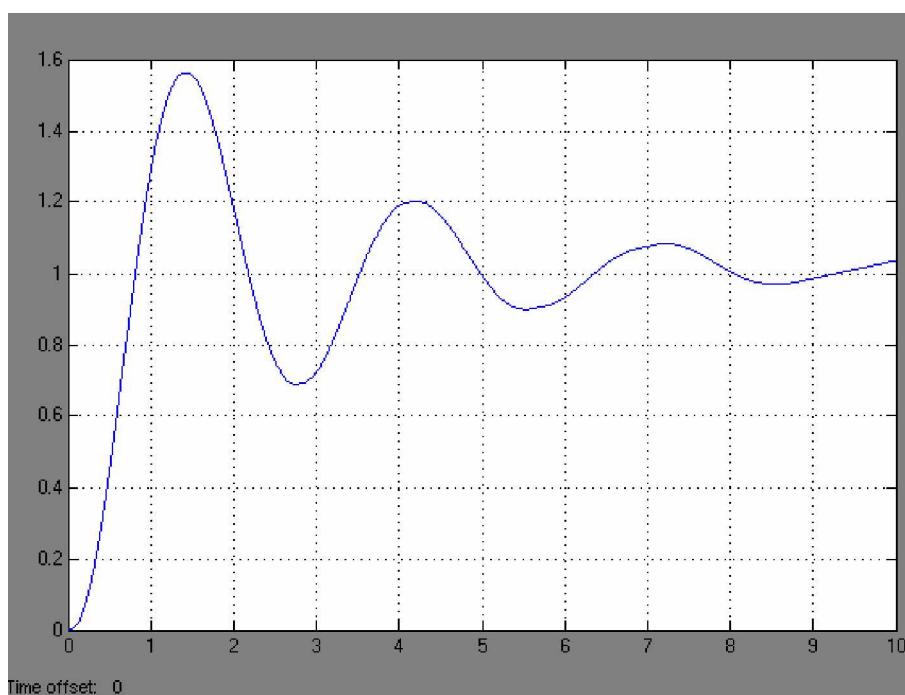


Рисунок 3- Переходной процесс скорости вала гелиоустановки

В связи с этим, вместо корректирующего звена, предложенного в [1], выбирается нелинейное корректирующее устройство, которое аналогично звену переменной структуры [2].

Структурная схема модели с нелинейным корректирующим устройством в системе MATLAB представлена на рисунке 4.

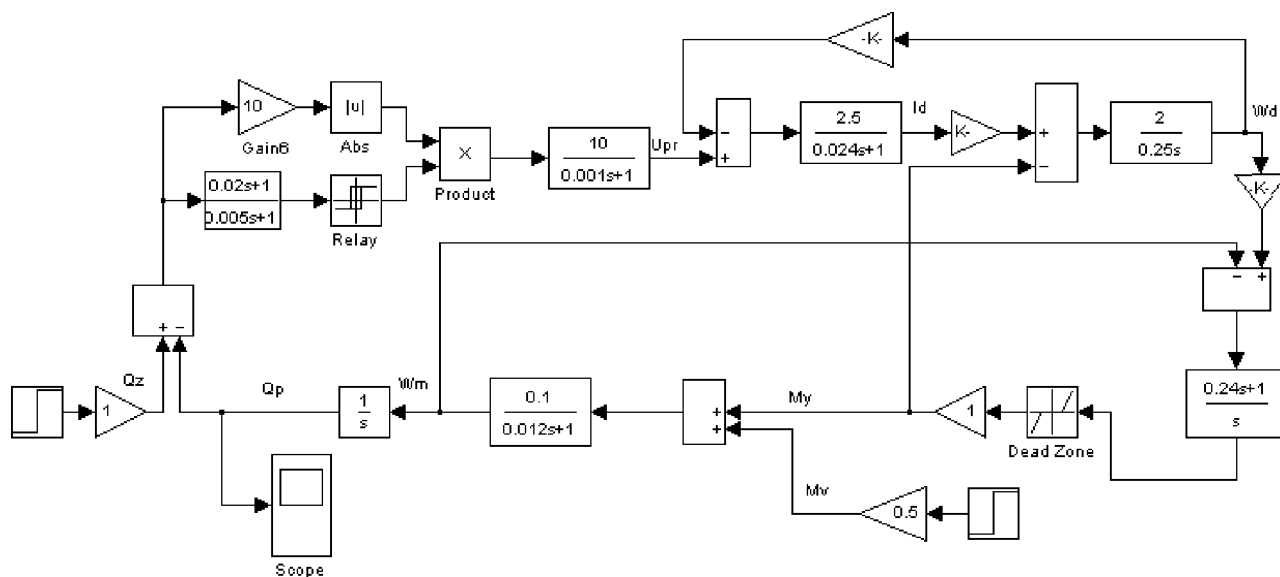


Рисунок 4- Структурная схема модели с нелинейным корректирующим звеном в системе MATLAB

Переходной процесс скорости вала гелиоустановки, полученный на модели (рисунок 4) представлен на рисунке 5.

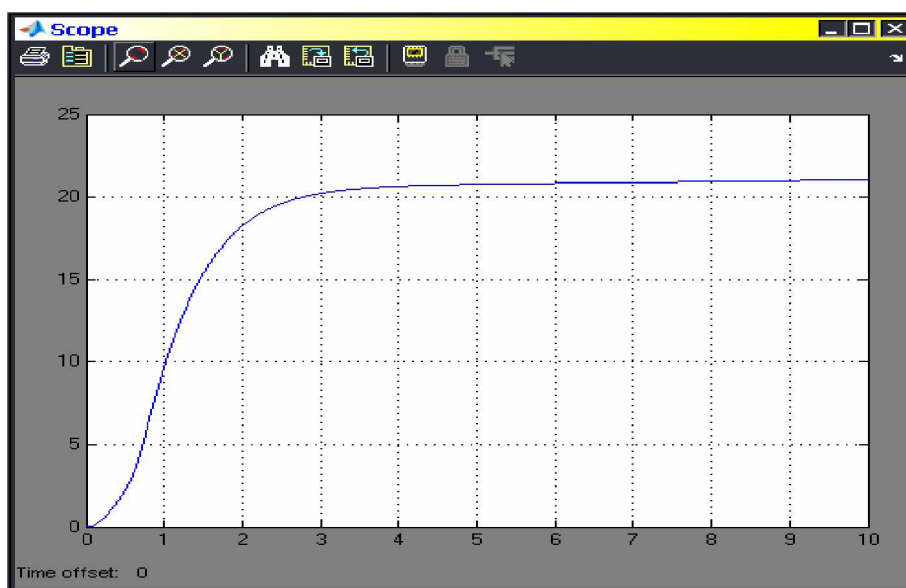


Рисунок 5-График переходных процессов скорости вала модели гелиоустановки полученных в MATLAB

Сравнивая переходные процессы скоростей СЭП, полученные на модели (рисунок 3 и рисунок 5), можно сделать вывод, что система регулирования СЭП гелиоустановки с нелинейным корректирующим устройством обеспечивает лучшие качественные характеристики переходного процесса скорости вращения якоря двигателя постоянного тока. Это очевидно, так как нелинейное корректирующее устройство, используемое в модели (рисунок 4), в известной мере позволяет ослабить влияние нелинейности с зоной нечувствительности [2].

Литература

1. Овсянников Е.М. Электроприводы гелиоустановок наземного и космического базирования. Теория и практика. Автореферат докторской диссертации. –М.: МЭИ, 2003, 40с.
2. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1988, 255 с.

УДК.: 621.39.075

ГИБРИДНЫЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОНОМНЫХ УСТАНОВОК

HYBRID POWER SUPPLY SYSTEM OF STAND-ALONE

Акмаев Э. Т., КГТУ им. Раззакова.

Aktaev E. T., KSTU. Razzakova.

В данной статье рассматривается методика расчета параметров гибридных накопителей энергии для автономного электропривода с заданными эксплуатационными характеристиками.

The article deals with principles of calculating parameters of capacitor stores of energy for an autonomous hybrid electric drive with given operating characteristics.

При разработке систем электроснабжения автономных установок существенной технической трудностью является установление баланса производства и потребления энергии в зависимости от технических возможностей оборудования и требования к его эксплуатационным характеристикам.

В системе гибридного решения энергообеспечения применяются тяговые аккумуляторные и импульсные батареи суперконденсаторов. Такие системы представляют собой быстро перезаряжаемые источники тока с длительным циклическим ресурсом. Таким образом достигается меньшее время зарядки. Такая система предназначена для электропитания разнообразных потребителей малой и средней мощности, к которым предъявляются жесткие требования по экологической чистоте, циклическому ресурсу и готовности к работе. Основное применение суперконденсаторов связано с их использованием в момент разгона и последующей утилизации кинетической энергии движения, т.е. накопления энергии для рекуперации энергии торможения электропривода, позволяющее получить экономию электроэнергии.

В процессе проектирования комбинированной энергоустановки (КЭУ) возникает необходимость научного обоснования их базовых параметров и характеристик [1]. Для решения данной проблемы используются различные методики, основанные на проведении экспериментов с соответствующими математическими вычислениями и моделями [2]. Особенностью функционирования гибридной системы энергообеспечения является широкий диапазон изменения разрядного тока, обусловленного влиянием различных нагрузочных режимов.

Подобные проблемы решаются путем применения буферного промежуточного накопления энергии в количестве достаточном для покрытия пиковых нагрузок в соответствии с установленными требованиями. Гибридная система энергообеспечения (ГСЭ) или по другому, в литературе, комбинированная энергоустановка (КЭУ) является лучшим примером совместной работы этих накопителей энергии.

Аккумуляторная батарея характерна большей инерционностью электрохимических реакций при процессе заряда-разряда, поэтому не может запасать мощные кратковременные импульсы тока в отличие от батареи суперконденсатора, которая по скорости на порядок превышает этот показатель. Оптимальный выбор емкости батареи суперконденсатора является важным вопросом при построении гибридной системы аккумуляирования, поскольку при недостаточной емкости часть энергии, которая могла бы быть полезно использована, будет безвозвратно теряться, а завышение этой величины приведет к недопустимому увеличению материальных затрат стоимости системы.

Методика оценки необходимой емкости суперконденсатора приведена формулой расчета запасаемой электрической энергии:

Формула расчета запасаемой электрической энергии

$$E_{СК} = \frac{C_{СК} \cdot U_{СК}^2}{2}, \quad (1)$$

где $C_{СК}$ - емкость суперконденсатора, Ф;

$U_{СК}$ - величина напряжения на СК, В

Рассчитаем коэффициент использования электрической энергии для СК по формуле

$$k_{И} = \frac{E_{СКmax} - E_{СКmin}}{E_{СКmax}}, \quad (2)$$

где $E_{СКmax}$ - максимальная энергия, запасаемая в СК, Дж

$E_{СКmin}$ - минимальная энергия СК после разряда, Дж

Поставив формулу (1) выражение (2) получим

$$k_{И} = \frac{(C_{СК} \cdot U_{СК \max}^2 - C_{СК} \cdot U_{СК \min}^2) \cdot 2}{2 \cdot C_{СК} \cdot U_{СК \max}^2} = \frac{U_{СК \max}^2 - U_{СК \min}^2}{U_{СК \max}^2} = 1 - \left(\frac{U_{СК \min}}{U_{СК \max}} \right)^2, \quad (3)$$

где $U_{СК \max}$ - максимальное напряжения СК, В

$U_{СК \min}$ - минимальное напряжение СК, В

Емкость СК рассчитаем по формуле

$$C_{СК} = \frac{2 \cdot E_{СК}}{U_{СК \max}^2 - U_{СК \min}^2}. \quad (4)$$

Учитывая полученное соотношение $U_{СК \min} = 0,2 \cdot U_{СК \max}$ и подставив его в формулу (4), получим

$$C_{СК} = \frac{2 \cdot E_{СК}}{U_{СК \max}^2 - 0,2 \cdot U_{СК \max}^2} = \frac{2,5 \cdot E_{СК}}{U_{СК \max}^2}. \quad (5)$$

Таким образом, применение СК в качестве вторичного источника энергии с технической стороны представляется вполне правомерным. Соединение аккумуляторной батареи и суперконденсатора в единую систему аккумулирования позволит повысить полезную утилизацию энергии и обеспечить бесперебойное электроснабжение. Обеспечение баланса генерируемой, аккумулируемой и потребляемой энергии в каждый момент времени повышает эффективность использования гибридных энергетических установок.

Степень заряженности ТАБ можно оценить согласно выражению

$$\Theta_{ТАБ} = \Theta_{ТАБ 0} - \frac{1}{3600 \cdot C_{ТАБ \text{ ном}}} \cdot \int_0^t I_{ТАБ} dt,$$

где $\Theta_{ТАБ 0}$ - степень заряженности ТАБ в момент времени $t=0$; $C_{ТАБ \text{ ном}}$ - номинальная емкость ТАБ; $I_{ТАБ}$ - ток разряда ($I_{ТАБ} > 0$) или заряда ($I_{ТАБ} < 0$).

Рассмотрев эквивалентную схему замещения ТАБ в виде последовательного соединения эквивалентной ЭДС ($E_{ТАБ}$) и эквивалентного внутреннего сопротивления ($R_{ТАБ}$), можно получить:

$$I_{ТАБ} = \frac{1}{2 \cdot R_{ТАБ}} \cdot \left(E_{ТАБ} - \sqrt{E_{ТАБ}^2 - 4 \cdot R_{ТАБ} \cdot P_{ТАБ}} \right),$$

где $P_{ТАБ}$ - мощность, отдаваемая или потребляемая аккумуляторной батареей:

$$P_{ТАБ} < P_{ТАБ \max} = E_{ТАБ}^2 / 4 \cdot R_{ТАБ}.$$

В общем случае $E_{ТАБ}$ и $R_{ТАБ}$ являются функциями степени зараженности ТАБ, температуры электролита, величины и направления тока $I_{ТАБ}$.

Направление тока и степень заряженности ТАБ существенно влияют на ЭДС. Если принять во внимание, что в процессе функционирования силовой установки степень заряженности ТАБ всегда находится в диапазоне

$\Theta_{ТАБ} = 0,4 \dots 0,8$, можно ограничиться линейной аппроксимацией зависимости

$$E_{ТАБ} = E_{ТАБ}(\Theta_{ТАБ}, \text{sign}(I_{ТАБ})): \begin{cases} E_{ТАБ} = n_{ТАБ} \cdot (0,093727 \cdot \Theta_{ТАБ} + 1,197), [В] \\ \quad \text{при } I_{ТАБ} > 0 \\ E_{ТАБ} = n_{ТАБ} \cdot (0,16112 \cdot \Theta_{ТАБ} + 1,2352), [В] \end{cases}$$

при $I_{ТАБ} < 0$

где $n_{ТАБ}$ - число последовательного включенных аккумуляторов, составляющих ТАБ (для NiMH ТАБ компаний Panasonic $n_{ТАБ} = 228$).

Среднеквадратическая ошибка линейной аппроксимации в заданном диапазоне изменения Θ_{TAB} для режима разряда ТАБ ($I_{TAB} > 0$) составляет $\sigma_{Edis}=0,010644$ В, а для режима заряда ($I_{TAB} < 0$)- $\sigma_{Echg}=0,0099754$ В.

Для диапазона $\Theta_{TAB}=0,4...0,8$ приемлемой точности можно достичь, применив линейную аппроксимацию $R_{TAB}=R_{TAB}(\Theta_{TAB}, sign(I_{TAB}))$:

$$\begin{cases} R_{TAB} = 0,076 \cdot \Theta_{TAB} + 0,9937, [\text{Ом}], & \text{при } I_{TAB} > 0 \\ R_{TAB} = 0,03705 \cdot \Theta_{TAB} + 0,73112, [\text{Ом}], & \text{при } I_{TAB} < 0 \end{cases}$$

Среднеквадратическая ошибка линейной аппроксимации в заданном диапазоне изменения Θ_{TAB} при $I_{TAB} > 0$ составляет $\sigma_{Rdis}=0,018274$ Ом, а при $I_{TAB} < 0$ - $\sigma_{Echg}=0,0075985$ Ом.

Если питание тягового электропривода осуществляется только от ТАБ, а мощность, производимая им при работе в генераторном режиме, расходуется на подзарядку ТАБ и питание дополнительных потребителей, то можно записать:

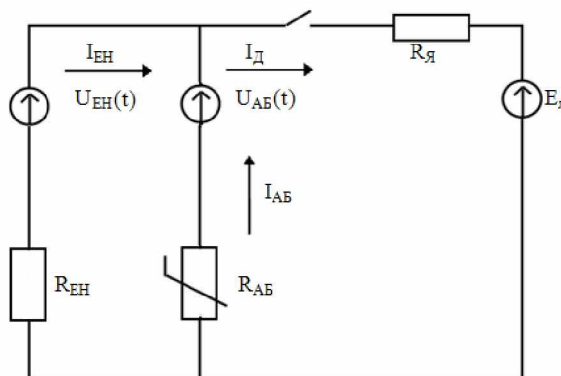
$$\begin{cases} R_{TAB} = \frac{P_{VD}}{\eta_{inv}} + P_{dop}, & \text{при } P_{VD} \geq 0 \\ R_{TAB} = P_{VD} \cdot \eta_{inv} + P_{dop} & \text{при } P_{VD} < 0 \end{cases}$$

где $P_{VD}=1,5(u_d \cdot i_d + u_q \cdot i_q)$ - мощность тягового двигателя;

P_{dop} - мощность, потребляемая от бортовой сети дополнительным электрооборудованием; η_{inv} - КПД трехфазного инвертора с ШИМ.

ТАБ и параллельно ей в качестве дополнительного накопителя энергии в силовых установках гибридных транспортных средств используется суперконденсаторы. Такое техническое решение позволяет преодолеть некоторые ограничения, свойственные использованию аккумуляторных батарей (неспособность отдавать и принимать большие мощности в кратковременном пике при разгоне и рекуперативном торможении).

Схема замещения ГСЭ.



При постоянном параллельном соединении ЕН с ТАБ и их работе на общую нагрузку, тяговый электродвигатель, каких будет одинаковым (рис)

$$U_{EH} = U_{p AB} = U_{ГСЭ}$$

где U_{EH} - напряжение на зажимах емкостного накопителя;

$U_{p AB}$ - напряжение на зажимах аккумуляторной батареи при разряде ;

$U_{ГСЭ}$ - напряжение на зажимах энергоустановки (гибридной системы энергообеспечения).

Суммарный ток нагрузки обеспечивается током разряда емкостного накопителя I_{EH} и током разряда аккумуляторной батареи I_{AB} .

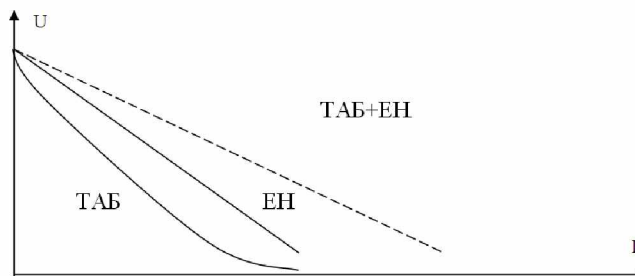
Если выразить $U_{ЕН} = U_{РАБ}$ и $U_{РАБ}$ соответственно через $U_{ЕО}$ и $U_{НРА}$ и падения напряжения на внутренних сопротивлениях $R_{ЕН}$, $R_{АБ}$ получим

$$U_{ЕО} - I_{ЕН} * R_{ЕН} = U_{НРА} - I_{АБ} * R_{АБ} = U_{ГСЭ}$$

$U_{ЕО}$ - напряжение на зажимах емкостного накопителя без нагрузки;

$U_{НРА}$ - напряжение начала разряда.

«Суммарная вольт - амперная характеристика ГСЭ, состоящая из ТАБ и ЕН »



Выводы:

В гибридной системе энергообеспечение параллельной включения ТАБ и ЕН представляет результат совместного решения их вольт- амперной характеристики (ВАХ).

Жесткость ВАХ емкостного накопителя (ЕН) выше, чем у тяговой аккумуляторной батареи (ТАБ) поскольку его внутренняя сопротивление $R_{ЕН}$ меньше внутреннего сопротивления аккумуляторов $R_{АБ}$

$$R_{ЕН} \ll R_{АБ}$$

Литература

1. Гурьянов Д. И., Листвинский М. С. и др. Математическое моделирование динамики работы тяговых аккумуляторных батарей // Электротехнические системы автотранспортных средств и их роботизированных производств / Сб. науч.тр.-М.:МАМИ.1995.
2. Токарев А. Б., Жирнова Н. Б. Энергетические статистические математические модели химических источников тока // Электротехника, 1990, №6.

УДК.: 621.311.1.017

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Шамралиев И. И., Кадиева А. К.

Токмоцкий технический институт, КГТУ им И. Раззакова

Данная статья содержит расчет, комплекс мер по достижению энергоэффективности, повышение теплозащиты реконструируемых зданий, повышение уровня энергосбережения зданий при реконструкции жилых зданий.

Разработаны мероприятия, направленные на совершенствование энергосберегающей деятельности при эксплуатации жилищного комплекса.

В условиях экономического кризиса энергосбережение должно стать приоритетной задачей, поскольку позволяет относительно простыми мерами регулирования значительно снизить нагрузку на бюджеты всех уровней, сдержать рост энергетических тарифов, повысить конкурентоспособность экономики и увеличить предложения на рынке труда.

Требования по повышению энергетической эффективности зданий становятся важной составляющей законодательства в большинстве стран мира, в том числе и в России. Поэтому совершенствование энергосберегающей деятельности при проектировании и эксплуатации жилищного комплекса, повышение тепловой эффективности ограждающей оболочки здания, включая стены, покрытия и окна, повышение регулируемости систем отопления и теплоснабжения зданий является актуальной задачей современного общества.

Расчет энергоэффективности здания сводится к вычислению затрат

энергии, потребляемой зданием, и определяется как сумма удельных затрат тепловой и электрической энергии (кВт-ч/(м²г.)) на м² отапливаемой площади здания за один отопительный период в годовом цикле эксплуатации, за вычетом теплоступлений от людей, электробытовых приборов и солнечной радиации через световые проемы.

Тепловой баланс жилого здания в целом и каждого отапливаемого помещения выражается уравнением

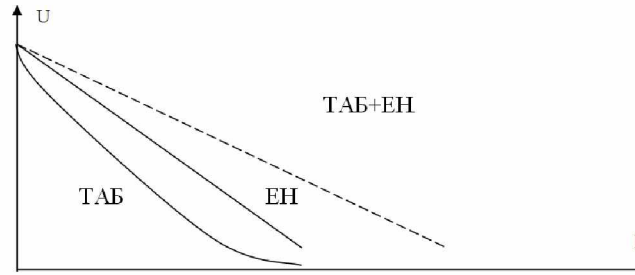
Если выразить $U_{ЕН} = U_{р\ AB}$ и $U_{р\ AB}$ соответственно через $U_{ЕО}$ и $U_{НРА}$ и падения напряжения на внутренних сопротивлениях $R_{ЕН}$, $R_{АБ}$ получим

$$U_{ЕО} - I_{ЕН} * R_{ЕН} = U_{НРА} - I_{АБ} * R_{АБ} = U_{ГСЭ}$$

$U_{ЕО}$ - напряжение на зажимах емкостного накопителя без нагрузки;

$U_{НРА}$ - напряжение начала разряда.

«Суммарная вольт - амперная характеристика ГСЭ, состоящая из ТАБ и ЕН »



Выводы:

В гибридной системе энергообеспечение параллельной включения ТАБ и ЕН представляет результат совместного решения их вольт- амперной характеристики (ВАХ).

Жесткость ВАХ емкостного накопителя (ЕН) выше, чем у тяговой аккумуляторной батареи (ТАБ) поскольку его внутренняя сопротивление $R_{ЕН}$ меньше внутреннего сопротивления аккумуляторов $R_{АБ}$

$$R_{ЕН} \ll R_{АБ}$$

Литература

1. Гурьянов Д. И., Листвинский М. С. и др. Математическое моделирование динамики работы тяговых аккумуляторных батарей // Электротехнические системы автотранспортных средств и их роботизированных производств / Сб. науч.тр.-М.:МАМИ.1995.

2. Токарев А. Б., Жирнова Н. Б. Энергетические статистические математические модели химических источников тока // Электротехника, 1990, №6.