

Енерготехническа задача и предимства на иновативния проект

Изгарянето на изкопаеми горива, като енергиен източник за промишлени и битови нужди, става все по-проблематично. Те имат различни недостатъци, но най-значимите са глобалното затопляне и замърсяването. Затова е необходимо да се премине от изкопаеми горива към чиста и устойчива енергия.

Електричеството, генерирано от традиционните ВЕИ е силно променливо, както в дневен, така и в сезонен план. Изключения са ВЕЦ на небаражирани естествените водни течения, които работят денонощно и целогодишно. Сега са изключения в енергийната практика, поради енерготехнически недостатъци на технологиите. Но енергийният им потенциал е огромен, защото те са пряк резултат от гравитацията, а около реките и морските брегове е концентрирано не само много постоянно население, но и много индустриални обекти.

Използването на недефицитна първична енергия от възобновяеми източници за електрогенерация (ВЕИ), като слънчева и вятърна енергия, расте много бързо през последните години, защото капиталовите им разходи силно намаляха. Паралелно с това значително изостават реверсивните енергоакумулационни системи, без които ВЕИ не работят ефективно, а в много случаи могат да доведат до дисбаланс на енергийните системи. Дори и да се избегнат посочените недостатъци, остава ниската енергийна плътност на слънчевата радиация, която пада на терена. Поради което има нужда да се увеличи нейната енергийна плътност чрез енергоакумулация за гъвкаво по-нататъшно електропроизводство.

Съществуват редица електрогенериращи технологии, които са ефективни, само когато процесът е непрекъснат. Пример за това са реакторите в АЕЦ. Те се проектират и изграждат за много мегаватови мощности. Примерно в АЕЦ Козлодуй са два блока по 1000 мегавата всеки. В такива, и в подобни, случаи на големи ТЕЦ е нецелесъобразно технически и икономически неизгодно те да работят под номиналните си инсталирани мощности. Описаните са два типични случая, когато АЕЦ и ТЕЦ генерират електричество, когато търсенето му в мрежата се понижава. А това се случва циклично ежедневно. Компромисно решение в много енергийни системи е изграждането на гъвкави електрогенериращи мощности

на природен газ. Но това не е екологично решение. Решението е природосъобразна енергоакумулация, включително и с ползване на съществуващите генериращи мощности в ТЕЦ

Главните предизвикателства при използването на ВЕИ могат да се обобщят в три направления:

1. Непостоянният характер на вятърната и слънчевата енергия не задоволява непрекъснатите енергийни нужди в електрически мрежи, на промишлени процеси и т.н. В денонощния график “консумация-генерация” се разминават нуждите на потребителите в определени часови зони с електрогенерацията. Типичен е случаят с фотоволтаично свръхпредлагане през деня, при което системната честота нежелано се повишава, което е първата причина за неустойчивата работа на системата. Това може да доведе до парцелиране на общата електромрежа на отделни неработещи в паралел териториални региони.

2. Второто направление е ниската енергийна плътност на ВЕИ. Независимо от това, ръстът им през последните години доведе до електрическо свръхпредлагане, а от там и до отрицателни борсови цени през светлата част от денонощието.

3. Третото направление е липсата на гъвкавост и маневреност на многомегаватовите фотофолтаични и ветропаркове.

Обективна е нуждата от съхраняване на енергията, добита от ВЕИ с ниска енергийна плътност за реверсивна мощна електрогенерация (примерно вечер). Така ефективно и гъвкаво се доставя по-голямо количество енергия в различно време на денонощието за поддържане баланса на енергийната система (постоянна електрическа честота непрекъснато). Енергоакумулацията е необходима за превключване на многоватовите ВЕИ електроизточници (примерно на фотоволтаиците слез залеза на Слънцето) към гъвкави електроакумулиращи мощности.

Примерите за енергоакумулация на енергия са много. Те включват топлина в резервоари с флуид, в т.ч. вода, масла и разтопени соли; топлина в твърди термични маси като скали, пясък, бетон и огнеупорни материали; латентна топлина при промяна на фазата между газообразни, течни и твърди агрегатни състояния на метали, восъци, соли и вода; Включително и термохимична топлина, получавана от обратими химични реакции, при които се абсорбира и отделя топлина в много повтарящи се цикли. Например, променящо

се агрегатно състояние на материали, вградени или интегрирани с материали, които съхраняват енергия като топлина.

Устройствата за реверсивно съхранение на електрическа енергия в електрохимични батерии обикновено се ползва, защото позволява различни приложения. Но е скъпо, неприродосъобразно и с ограничен брой реверсивни цикли, което пряко увеличава цената на електричеството за електроконсуматорите.

Конкументните системи за съхранение на топлинна енергия трябва да осигуряват икономично съхранение. Различните термични маси за енергоакумулация са ограничени в използваемите си температурни граници от фактори като замръзване, топене, омекване, кипене, термично разлагане, включително нежелани химически и механични промени.

Някои системи за топлинна енергия съхраняват топлина във флуид, която тече от „студен резервоар“ през топлообменно устройство към „горещ резервоар“ по време на зареждане и след това от горещия резервоар към студения резервоар по време на разреждане. Така се осигуряват относително изотермични условия при изхода на системата по време на разреждане.

Системите за съхранение на топлинна енергия обикновено имат разходи, които са свързани основно с техния общ капацитет за съхранение на енергия (колко MWh енергия се съдържат в системата) и с техните скорости на пренос на енергия (MW моментна мощност, протичаща към, или от модула за съхранение на енергия във всеки един момент).

Високите скорости на зареждане се осигуряват от големи температурни разлики между източника на топлина и средата за съхранение, големи повърхностни площи и среда за съхранение с висок топлинен капацитет и/или висока топлопроводимост.

Независимо от рзличните недостъъци на електротермичната енергоакумулация, е по-дълговечна, с десетки хиляди повече реверсивни цикли и несравнимо по-природосъобразна. В крайна сметка такива системи са и с по-ниски капиталови разходи, което ги прави конкурентни на литиево-йонните реверсивни акумулатори. Графично сравнение топлинна енергакумулация с керамечни огнеупорни тухли вижте на следващата диаграма.

Високите температури на термичната маса гарантират по-голяма енергийна плътност, но изискват по-добра, съответно и по-скъпа изолация. Едно подходящо решение е да се комбинира високотемпературна с нискотемпературна енергоакumulация, с което да се оптимизират процесите в реално време, под интелигентно управление.

В патент на САЩ US11940225(B1) се предлагат нови техники за съхранение на топлинна енергия, чрез преобразуване на електрическата енергия в топлинна енергия, която се съхранява в горещи материали като разтопен силиций или всеки друг материал, който може да съхранява големи количества топлина. Но тези системи предвиждат изключително добра топлоизолация (съответно много скъпа и изискваща закрыта площ) на резервоара за съхранение на топлинна енергия, който съдържа горещата термомаса.

При периодична реверсивна енергоакumulация, когато излишното електричество от фотоволтаици е с ниска и с отрицателна цена, (примерно следобед за вечерна електрогенерация) е горещата енергоакumulация може да има и по-големи топлинни загуби. Целта е общо поевтиняване на последващата вечерна електрогенерация.

Поевтиняването на акумулираната слънчева енергия може да стане със слънчеви концентратори за фотоволтаици, или/и пряко върху термичната маса – например, огнеупорни тухли, скали, пясък, разтопена сол. Електрическата генерация на рефлекторно усилените фотоволтаици е ограничена от нагряването им от инфрачервените слънчеви лъчи, които не допринасят за електрогенерация, а я влошават. Затова е необходимо тяхното охлаждане.

В патентен документ на САЩ US2023302395(A1) е представен е мембранно-базиран десорбционен охлаждащ модул за пасивно термично управление. Модулът включва: покриващ слой за термично провеждане и пренос на топлина от устройство към разтвор; слой разтвор за ограничаване на водо-абсорбиращи смеси в рамка с много отделения; мембранен слой, конфигуриран да действа като интерфейс между разтвора и въздуха; и поддържащ слой, конфигуриран да увеличава механичната якост и включващ отвори, позволяващи пренос на маса от мембраната през поддържащия слой. Настоящият десорбционен охладителен модул на базата на мембрана може да се използва за термично

управление на слънчеви фотоволтаични (PV) панели, електроника, батерии или всякакви други устройства, които изискват отстраняване на топлина. Това техническо решение е скъпо и затова не е рентабилно да се ползва за евтина краткосрочна реверсивна енергоакumulация.

В патентен документ на Мексико MX2022012550(A) е описан слънчев тракер, като се позициониран под различни ъгли, които насърчават охлаждането на модулите, като по този начин се намалява работната им температура, без да се намалява общата произведена енергия, като по този начин се оптимизира производството на фотоволтаична енергия чрез намаляване на работната температура на фотоволтаичните модули на соларен тракер. Принципът на действие на изобретението, не само решава проблемите, известни в областта, но също така оптимизира електрическата мощност на системата за конкретни условия на моментна температура на въздуха и скорост на вятъра, като по този начин подобрява съотношенията на генериране на електрическа енергия по отношение на известните текущи техники, като се вземат предвид отчетите за падащата мощност във фотоволтаичната равнина или, в някои случаи, изходната мощност, независимо от действието на промените в скоростта на вятъра или температурата на въздуха. Това решение не предвижда допълнително рефлекторно осветяване на фотоволтаиците за допълнителна фотоволтаична електрогенерация.

В патентен документ на САЩ US2023223901 (A1) се разкрива охлаждаща система, улесняваща управлението на топлината в слънчев фотоволтаичен модул. Охладителната система включва вентилатор, оперативно свързан към изход на централен климатичен модул, изходът пренася отпадъчния въздух от централния климатичен модул. Носеща конструкция е поставена на предварително определено разстояние пред вентилатора, за да поддържа един или повече слънчеви панели. Единият или повече слънчеви панели са наклонени под предварително определен наклон и предварително определен азимут, конфигуриран да осигури максимална повърхностна площ на задните модули на един или повече слънчеви панели. Вентилаторът е допълнително конфигуриран да насочва отработения въздух и околния въздух към задните модули на един или повече слънчеви панели при предварително определена температура. Описаната система е скъпа и освен това изисква електрически вентилатори и климатици,

които разходват енергия и затова тя е неподходяща за масовите случаи на многомегаватови фототоволтаични паркове.

В патентен документ на САЩ US2011232630 (A1) е представена интегрирана слънчева и вятърна хибридна система за генериране на енергия. Тя е в състояние да преобразува слънчев колектор във вятърен дефлектор, за да увеличи площта за улавяне на вятъра за вятърната турбина през нощта и в облачни дни и може да се сменя между режимите на цикъл на Стърлинг и обрнат цикъл на Стърлинг за генериране на електроенергия. През слънчевите дни системата едновременно извлича енергия от вятърни и слънчеви енергийни източници. Тази система не осигурява усилване на слънчевите енергоизточници, което я прави неефективна. Тя е с подвижни въртящи се части за движението на ветродефлектора. Като цяло системата е скъпа за масови фототоволтаични паркове, където предпочинаните решения са без никакви подвижни части, съответно с ниски експлоатационни разходи.

В патентен документ на САЩ US2010192606 (A1) е предложена система с течна циркулация за нагряване на флуид за за последващо реверсивно освобождаване на топлинна енергия от нагретия флуид. Тя включва циркулация на флуид в термопомпена верига за циркулация на хладилен агент с радиатор за нагряване на флуида, чрез излъчване на топлина от хладилния агент; и слънчево нагревателно устройство за нагряване на флуида, чрез слънчева топлина. В тази отоплителна система с флуидна циркулация, първият канал, минаващ през радиатора, и вторият канал, минаващ през соларния нагревателен апарат, са оформени като канали, през които флуидът тече, за да произведе нагрят флуид. Тази система работи с термопомпа със слънчева енергия, но не е, нито енергоакумулираща, нито електрогенерираща.

Слънчевият фототоволтаичен панел преобразува само около 20% от падащата слънчева радиация директно в електрическа енергия. По-голямата част се преобразува в топлина. Следователно фототоволтаичен панел, изложен на слънчева радиация, генерира или съхранява топлина, както и генерира електричество. Охлаждането на съществуващите фототоволтаични панели се извършва по два начина. Активно и пасивно охлаждане, при което охлаждащ флуид, като вода или въздух, се използва за разсейване на топлината върху повърхността на фототоволтаичните панели.

Активното охлаждане изисква голямо количество вода и енергия, а пасивното охлаждане консумира малко или никаква енергия, но осигурява по-слабо охлаждане. За това се ползват продукти като активен въглен, халит, естествена NaCl сол, силикагел, хидрогелове, зеолит, композитни абсорбенти, бентонити, супер порести гелове, металоорганични рамки (MOF), Cu-BTC (меден бензентрикарбоксилат), въпреки че са предпочитани за улавяне на вода, такива продукти не се прилагат при фотоволтаично охлаждане. Такива продукти могат да се използват за улавяне на вода от въздуха, но тези продукти трябва да се регенерират (изхвърлят) чрез енергоемки процеси. Въпреки това, ако такива продукти се ползват при фотоволтаично охлаждане, процесът на зареждане-разреждане (цикъл на адсорбция-десорбция) може да се случи естествено и охлаждането да е пасивно.

От патентен документ на САЩ WO2024039313 (A1) е позната реверсивна термична енерго-акумулация с електро-парогенерация за флуидни електрогенератори, включваща устройство за събиране на атмосферна вода, интегрирано между най-малко два наклонени фотоволтаични панела, разположени един зад друг, характеризираща се с това, че устройството е монитарно между панелите над резервоар за съхранение на вода, разположен между долните ръбове на фотоволтаичните панели.

От посочените иновативни решения, както и от други подобни, се вижда, че съществува неудовлетворена нужда в областта на техниката да се осигури ефективен контрол на зареждането и разреждането на системите за енергоакумулация на енергия при интелигентно управление за оптимизирано действие, при което фотоволтаиците да са допълнително осветени от неподвижни рефлектори и да са с пасивни нощни влагоабсорбери за дневното им охлаждане.

Необходима е енергоакумулираща система, която може да осигури съхранена енергия при различни изисквания, като ги приоритизира степенувано за максимално увеличаване практическата полезност и икономическата ефективност, под интелигентно автоматично управление в реално време.

Характерни недостатъци на разгледаните иновативни решения са, че не са предвидени да осигуряват допълнителна първична фотоволтаична електрогенерация за по-ефективно балансиране на електрическата мрежа в реално време и не се управляват от

интелигентни процесори архивна памет, оперативна памет, програмируеми с изкуствен интелект.

ТЕХНИЧЕСКА СЪЩНОСТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕТО

Задача на настоящото изобретение е да се обезпечи реверсивна термична енерго-акумулираща система за излишъците от ВЕИ с електро-парогенерация за флуидни електрогенератори, да осигурява допълнителна първична фотоволтаична електрогенерация, чрез плоски слънчеви рефлектори и пасивно охлаждане на фотоволтаиците, да балансира на електрическата мрежа, чрез собствено интелигентно управление с помощта на самообучаващ се изкуствен интелект, който да обогатява работния си алгоритъм, чрез анализи на набираните ретроспективни данни и да разкрива циклични модели, от които да направи изводи, за да оптимизира непрекъснато действието на автоматично управляваната от него система.

Предимства на реверсивната термична енерго-акумулираща система за излишъците от ВЕИ с електро-парогенерация за флуидни електрогенератори

Главните предимства на реверсивната термична енерго-акумулираща система за излишъците от ВЕИ с електро-парогенерация за флуидни електрогенератори, че осигурява допълнително електричество от фотоволтаиците, благодарение на допълнителното им осветяване и естественото им охлаждане, под управлението на интелигентен оптимизиращ управленски процесор, конфигуриран за програмиране със самообучаващ се изкуствен интелект.

Първо енергийно предимство на изобретението е, че съчетава непостоянни ВЕИ мощности от вятър и слънце с постоянни предсказуеми ВЕИ мощности от речни, канални течения и морски приливи и отливи.

Второ енергийно предимство на изобретението е, че акумулира енергия във стационарни невъртящи се системи за последваща генерация от въртящи се електрогенератори.

Трето енергийно предимство на реверсивната система, съгласно изобретението, е че може да балансира обществена мрежа, както

при излишък на генерираното ВЕИ електричество, така и при негов недостиг.

Четвърто енергийно предимство на реверсивната система, съгласно изобретението, е че може да балансира обществена мрежа при излишък на генерирано електричество от АЕЦ, особено в случаите на малък системен електрически товар, каквато е националната ни електрическа мрежа

Системно енергийно предимство на реверсивната система, съгласно изобретението, е че може по-лесно и по-гъвкаво да се управлява да балансът “генерация-консумация” в мрежата, което не само решава системния проблем, но има и положителен икономически ефект.

Технико икономическите предимства на изобретението са, че, поради липсата на въртящи и триещи части за енергоакumulацията, тя е по-надеждна, с по-дълъг експлоатационен срок и в крайна сметка с по-ниски капиталови разходи и по-евтина в експлоатационната практика.

Икономическо предимство на изобретението е, че системата е съставена от множество стандартни еднакви компоненти.

Универсално предимство на изобретението е, че може да работи с различни течни и твърди термални маси, както и с комбинации от тях. Функционирането на системата може да е успоредно работещи, или поотделно работещи флуидно-електрически конвертори за високо налягане за ниско налягане. Това е необходимо, за да може да се поддържа универсалността ѝ, защото е известно, че енергоакмулиращите температури на различните термични маси се различават два и повече пъти,

Първо функционално предимство на изобретението е, че реверсивната система може да работи, както с ниско налягане и температури (примерно със Стирлинг машина), така и с високо налягане и температури (примерно с турбо-електрогенератор).

Второ функционално предимство на изобретението е, че флуидно-електрическите му конвертори имат синертично енергакумулираща и електрогенераторна функция

Пазарно предимство на изобретението е, че се изгражда от пазарно налични съоръжения, материали и машини, без дефицитни рядкоземни елементи и метали.

Поради последно изброените предимства, маркетинговото предимство е, че то може бързо да получи широко разпространение на практиката.