QUYOSH ENERGIYASIDA ISHLOVCHI HAVODAN SUV OLISH QURILMASIDA NAMLIK VA HARORATNI O'LCHASH HAMDA NAZORAT QILISH TIZIMI

Mahammadjonov Qudratbek Ulug'bek o'g'li
Farg'ona davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Mazkur ishda quyosh fotoelektr stansiyasi energiyasi asosida ishlaydigan havodan suv olish qurilmasida havo namligi va haroratini o'lchash, shudring nuqtasini aniqlash hamda qurilmaning ish rejimlarini avtomatik boshqarish tizimi ko'rib chiqilgan. ASG 02 qurilmasi uchun harorat, nisbiy namlik, issiqlik almashtirgich yuzasi harorati, kondensat massasi va elektr energiyasi parametrlarini nazorat qilishga mo'ljallangan o'lchash tizimi taklif etilgan. ESP32 mikrokontrolleri asosida ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va saqlash, shuningdek, shudring nuqtasiga muvofiq kondensatsiya yoki muzlatish rejimini tanlash algoritmi asoslangan. Harorat va namlik datchiklarining metrologik aniqligi shudring nuqtasi hamda suv olish unumdorligini hisoblash natijalariga ta'siri nuqtayi nazaridan tahlil qilingan. Taklif etilgan tizim qurilmaning ish rejimlarini avtomatlashtirish, energiya sarfini nazorat qilish va suv olish jarayonining samaradorligini baholash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: quyosh fotoelektr stansiyasi, atmosfera suv generatori, havodan suv olish, nisbiy namlik, harorat, shudring nuqtasi, kondensatsiya, muzlatish rejimi, ESP32, SHT35, metrologik aniqlik, avtomatik boshqaruv.

Kirish. Suv resurslaridan oqilona foydalanish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini qo'llash bugungi kunda muhim ilmiy-texnik vazifalardan biri hisoblanadi. Atmosfera havosi tarkibidagi namlikni kondensatsiyalash orqali suv olish texnologiyalari markazlashgan suv ta'minotidan uzoq hududlarda qo'shimcha suv manbaini yaratish imkonini beradi. Bunday qurilmalarning samaradorligi tashqi havo harorati, nisbiy namlik, sovitish yuzasi harorati va elektr energiyasi sarfiga bevosita bog'liq.

Quyosh fotoelektr stansiyasi bilan ishlaydigan atmosfera suv generatorlarida energiya resurslaridan samarali foydalanish uchun havo parametrlarini real vaqt rejimida o'lchash va qurilmaning ish rejimini avtomatik boshqarish zarur. Ayniqsa, shudring nuqtasini aniqlash sovitish tizimining haroratini tanlash va kondensatsiya jarayonini boshqarishda muhim ahamiyatga ega.

Farg'ona vodiysining mavsumiy iqlim sharoitlarini hisobga olgan holda, ASG 02 qurilmasida harorat va namlikni o'lchash, shudring nuqtasini hisoblash hamda suv olish jarayonini nazorat qilish tizimini ishlab chiqish dolzarb hisoblanadi.Quyosh fotoelektr stansiyasi (FES) bilan ishlaydigan atmosfera suv generatorida (AHSQ) energiya sarfi va unumdorlik sovitkich haroratining havo shudring nuqtasiga (t_{sh}) nisbatan qanday tanlanishiga bog'liq. Farg'ona iqlimida aprel–oktabrda t_{sh} = 7,8–15,8 °C va suv kondensat rejimida (+5 °C), noyabr–martda t_{sh} < +5 °C bo'lgani uchun faqat muz rejimida (−3 °C) olinadi [1, 2]. Shu sababli rejimni avtomatik tanlash uchun t_{sh} ni real vaqtda va yetarli aniqlikda o'lchash talab etiladi. Ushbu ishning maqsadi — ASG 02 qurilmasi uchun namlik va haroratni o'lchash-nazorat tizimining tuzilmasini va datchiklarga qo'yiladigan metrologik talablarni asoslash.

O'lchash tizimining tuzilmasi. Tizim to'rtta o'lchov nuqtasini qamrab oladi (1-jadval). Boshqaruv bloki (ESP32 mikrokontrolleri) har 30 s da ma'lumot yig'adi, t_{sh} ni Magnus formulasi bo'yicha hisoblaydi va ma'lumotlarni SD-kartaga hamda masofaviy serverga yozadi.

$$t_{sh}=\frac{b\,\gamma}{a-\gamma},\qquad \gamma=\ln\frac{\varphi}{100}+\frac{a\,t}{b+t},\quad a=17{,}625,\ b=243{,}04\ ^{\circ}\mathrm{C} \qquad (1)$$

1-jadval. O'lchov nuqtalari va datchiklar

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

O'lchov nuqtasi	Kattalik	Datchik turi	Aniqlik
Kirish havosi	t, φ	Raqamli SHT35 sinfidagi	±0,2 °C; ±2 %
Sovitkichdan keyingi havo	t, φ	Raqamli SHT35 sinfidagi	±0,2 °C; ±2 %
Almashtirgich yuzasi (2 ta)	t	NTC termistor / DS18B20	±0,5 °C
Kondensat idishi	massa	Tenzodatchik + HX711	±1 g
FES, akkumulyator, yuklama	U, I, P	INA226 tipidagi	±0,5–1 %

Datchik aniqligining natijaga ta'siri. Psixrometrik hisob [1] ko'rsatadiki, datchik xatosi t_{sh} va hisoblangan suv miqdoriga sezilarli ta'sir qiladi (2-jadval). Arzon DHT22 sinfidagi datchik (±0,5 °C; ±5 %) ishlatilganda t_{sh} xatosi ±1,5–2,2 °C ga, 1 kg havodan ajraladigan suvni baholash xatosi oktabrda ±51 % gacha yetadi. SHT35 sinfidagi datchik bu xatolarni 2,5 marta kamaytiradi.

2-jadval. Datchik aniqligining t_{sh} va suv miqdori hisobiga ta'siri (Farg'ona iqlim me'yorlari)

Sharoit	t_{sh}, °C	Δt_{sh}, °C (SHT35)	Δt_{sh}, °C (DHT22)	Suv bahosi xatosi (SHT35 / DHT22)
Iyul: 27,8 °C; 48 %	15,8	±0,85	±2,16	±10 % / ±26 %
Oktabr: 14,1 °C; 66 %	7,8	±0,64	±1,62	±20 % / ±51 %
Noyabr: 7,1 °C; 74 %	2,8	±0,58	±1,46	—

Nazorat algoritmi. Rejim t_{sh} bo'yicha gisterezis bilan tanlanadi: $t_{sh} > +6$ °C da kondensat rejimi, $t_{sh} < +4$ °C da muz rejimi, oraliqda oldingi rejim saqlanadi. Gisterezis kengligi (±1 °C) datchik bo'yicha t_{sh} xatosining ikki barobaridan kam bo'lmasligi kerak, aks holda rejimlar asossiz tez-tez almashadi. Muz rejimida almashtirgichlar rollarini almashtirish yuzaning harorati va kirish-chiqish havosi harorat farqining kamayishi bo'yicha belgilanadi. Akkumulyator zaryadi 30 % dan yuqori bo'lsa, suv olish asosan tungi soatlarga ko'chiriladi, chunki tunda SES kunduzgiga nisbatan 32–60 % kam [2].

Xulosa. Taklif etilgan o'lchash-nazorat tizimi AHSQ rejimini shudring nuqtasi bo'yicha avtomatik tanlash imkonini beradi. Ilmiy yangilik — datchik metrologik xatosining t_{sh} va suv unumdorligi bahosiga ta'sirining miqdoriy tahlili hamda shunga asoslangan gisterezis kengligi mezoni. Tizim ASG 02 qurilmasiga joriy etilib, tajribada sinovdan o'tkaziladi.

Adabiyotlar

1. ASHRAE Handbook – Fundamentals. Chapter 1: Psychrometrics. – Atlanta: ASHRAE.
2. Mahammadjonov Q.U., Boynazarov B.B., O'zbekov M.O. Quyosh fotoelektr energiyasida ishlaydigan avtonom atmosfera suv generatorining energiya samaradorligi: Farg'ona vodiysi uchun psixrometrik model, tajribaviy kalibrlash va ish rejimini optimallashtirish // [nashr ma'lumotlari].
3. Correia V., Silva P.D., Pires L.C. Energy requirements and photovoltaic area for atmospheric water generation in different locations: Lisbon, Pretoria, and Riyadh // Energies. – 2023. – Vol. 16. – 5201. DOI: 10.3390/en16135201
4. Gido B., Friedler E., Broday D.M. Assessment of atmospheric moisture harvesting by direct cooling // Atmospheric Research. – 2016. – Vol. 182. – P. 156–162.
5. JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM).

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.