

Лекция 7

Күн батареясының тиімділігіне әсер етуші факторлар

Күн батареяларының тиімділігі күн энергиясын тиімді және үнемді пайдаланудың шешуші параметрі болып табылады. Енді біз, бір жағынан, физика тиімділікке қандай жоғарғы шек қоятынын қарастырамыз, ал екінші жағынан, осы жоғарғы шектерге жақындау технологияларын үйренеміз.

Спектрлік тиімділік

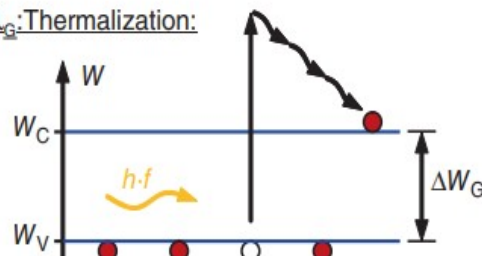
Осылайша, күн спектрінің IG-ден жоғары бөлігін электр энергиясын қамтамасыз ету үшін пайдалану мүмкін емес. Біз бұл бөлікті тасымалдау шығындары деп атаймыз.

$$\lambda_G = \frac{h \cdot c}{\Delta W_G}$$

$\lambda > \lambda_G$: Transmission:



$\lambda < \lambda_G$: Thermalization:

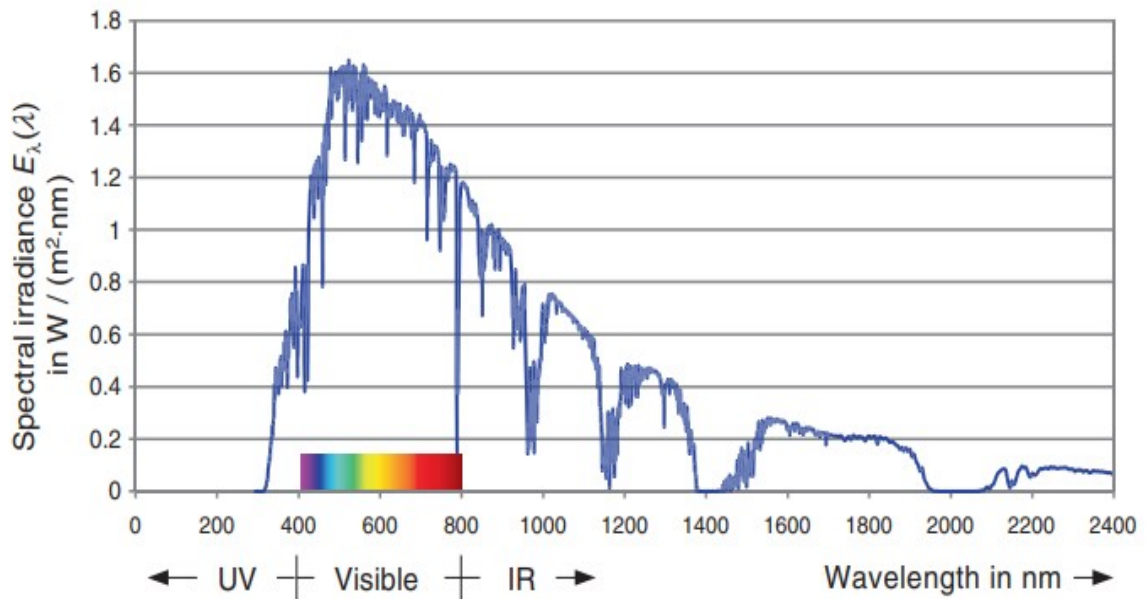


Сурет 7.1 - Фотондардың жарамсыз энергиясынан болатын жоғалту механизмдері: фотон энергиясы тым аз болған жағдайда электрон өткізгіштік зонасына көтерілмейді; егер энергия тым үлкен болса, онда оның бір бөлігі жылу энергиясы ретінде торға беріледі

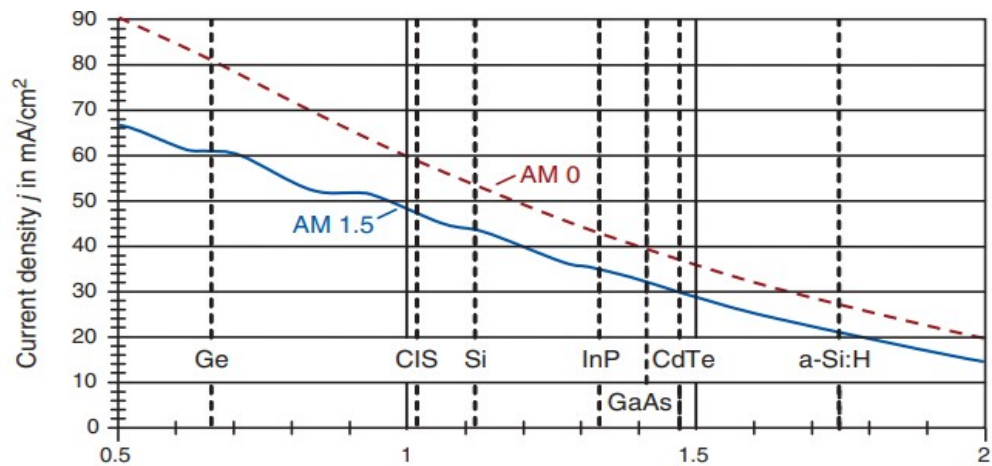
$$N_{Ph} = \int_0^{\infty} \frac{W_{\lambda}(\lambda)}{W_{Ph}(\lambda)} \cdot d\lambda = \int_0^{\infty} \frac{A \cdot E_{\lambda}(\lambda) \cdot \Delta t}{\frac{h \cdot c}{\lambda}} \cdot d\lambda = \frac{A \cdot \Delta t}{h \cdot c} \int_0^{\infty} E_{\lambda}(\lambda) \cdot \lambda \cdot d\lambda$$

$$j_{Max} = \frac{\text{Charge}}{\Delta t \cdot A} = \frac{q \cdot N_{Ph}}{\Delta t \cdot A} = \frac{q}{h \cdot c} \int_0^{\lambda_G} E_{\lambda}(\lambda) \cdot \lambda \cdot d\lambda$$

Стандартты АМ 1.5 спектрі ретінде біз шамамен 1000 есе жақсартылған спектрді қолданамыз/ $850 = 1.1976$ 2.2-суретте көрсетілген қисыққа қатысты (4.20-суретті қараңыз). Осылайша, ол бар жалпы қуат тығыздығы 1000 Вт/м^2 құрайды, бұл STC шарттары үшін қажет.



Сурет 7.2 -STC негізіндегі 1000Вт/м² сәулеленуі бар стандартты спектр



Сурет 7.3 - Жолақ аралығына байланысты максималды мүмкін ток тығыздығы j_{Max}

Максималды содан кейін мүмкін кернеу:

$$V_{Max} = \Delta W_G / q$$

Содан кейін P_{EI} элементінің максималды электр қуаты:

$$P_{EI} = V_{Max} \cdot I_{Max} = V_{Max} \cdot j_{Max} \cdot A$$

Осы арқылы біз идеалды күн батареясының hS спектрлік тиімділігін есептей аламыз

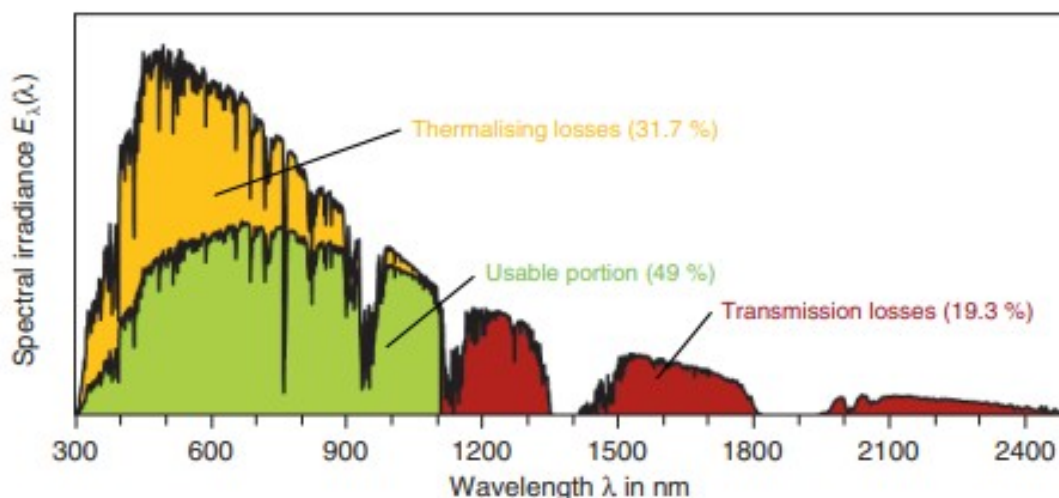
$$\eta_S = \frac{P_{EI}}{P_{Opt}} = \frac{V_{Max} \cdot j_{Max}}{E}$$

Теоретикалық тиімділік

Тиімділікті талқылауда әлі қарастырылмаған екі нәрсе бар:

1. Шынайы күн батареясында толық кернеуді $V_{Max} = \Delta W_G/q$ пайдалану мүмкін емес.

2. Толтыру коэффициенті $<100\%$ болғандықтан, ағымдағы I_{MPP} I_{SC} -тен аз және V_{MPP} кернеуі V_{OC} -тен кіші (4.12-суретті қараңыз).



Сурет 7.4 - c-Si күн батареясындағы спектрлік жоғалтулар

Екі шектеу де нақты күн батареясының p-n түйісуі бар екенін көрсетеді. Жасушаның барлық басқа қасиеттері идеалды болып қалуы керек (әсіресе: $W_{Ph} > \Delta W_G$ бар әрбір түскен фотон жұтылады және фототокқа үлес қосады). Осы шарттарда η_T теориялық тиімділігін анықтаймыз

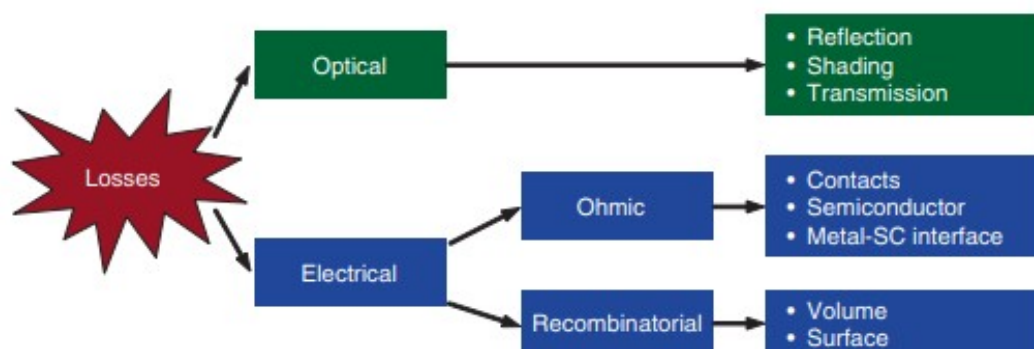
$$\eta_T = \frac{P_{MPP}}{E \cdot A}$$

$$\eta_T = \frac{FF \cdot V_{OC} \cdot I_{SC}}{E \cdot A} = FF \cdot \frac{V_{OC}}{V_{Max}} \cdot \frac{V_{Max}}{E} \cdot \frac{I_{SC}}{A} = FF \cdot \frac{V_{OC}}{V_{Max}} \cdot \frac{V_{Max}}{E} \cdot j_{Max}$$

$$\eta_T = FF \cdot \frac{V_{OC}}{V_{Max}} \cdot \eta_s$$

Нағыз күн батареяларындағы жоғалтулар

Алдыңғы бөлімде қол жеткізуге болатын максималды тиімділіктің теориялық шектерін анықтағаннан кейін, біз осы шектерге қалай барынша жақындауға болатынын анықтаймыз. Ол үшін алдымен оптикалық және электрлік шығындарды қарастырамыз. Бұған шолу 7.5-суретте көрсетілген.



Сурет 7.5 - Күн батареясындағы шығын түрлері

