

ФОТОЭЛЕКТРИК БАТАРЕЯГА БИРИКТИРИЛГАН ИССИҚЛИК КОЛЛЕКТОРИДА КЕЧАДИГАН ФИЗИК ЖАРАЁНЛАРНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛИ

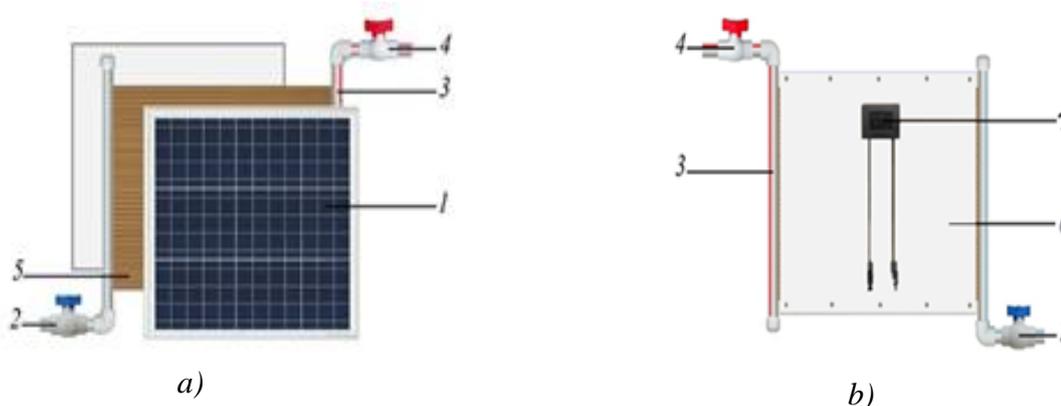
Ш.Н. Абилфайзиев

Термиз давлат университети

Аннотация: Ушбу ишда фотоэлектрик батареяга бириктирилган иссиқлик коллектори ичида бўладиган физик жараёнларни замонавий компьютер воситасида COMSOL Multiphysics дастури ёрдамида моделлаштириш натижалари келтирилган. Моделлаштириш иссиқлик коллектордаги массавий сув сарфи, оқим тезлигининг босимига боғлиқлиги ва бошқа жараёнларни қамраб олган.

Калит сўзлар: фотоэлектрик батарея, COMSOL Multiphysics дастури, массавий сув сарфни, суюқлик оқимини каналлардаги тезлиги, температура.

Фотоиссиқлик батареяси (ФИБ) бу – фотоэлектрик батарея (ФЭБ) ни мажбурий совутиш орқали ундан иссиқликни олиб чиқувчи иссиқлик коллекторлари (ИК) бирлаштирилган тизимдир (1-а, b расмлар).



1-расм. ФИБ ларнинг асосий композицион элементлари:

1 – фотоэлектрик батарея, 2 – совуқ сув жўмраги, 3 – полиэтилен қувур, 4 – иссиқ сув жўмраги, 5 – поликарбонат иссиқлик коллектори, 6 – орқа қопқоқ, 7 – мусбат ва манфий клеммалар қутиси.

Биз сўнги йилларда ФЭБ ларнинг электр самарадорлигини ошириш мақсадида ўтказилган тадқиқот ишларимизда ИК сифатида параллел каналли поликарбонатдан фойдаланиб келмоқдамиз [1-3].

ФЭБ нинг ИК да кечадиган физик жараёнларни замонавий компьютер воситасида COMSOL Multiphysics дастури ёрдамида моделлаштирадик.

Қуёш панелларда иссиқлик тарқалиши жуда муррақаб физик жараён ҳисобланади. Сабаби бунда бир неча дифференциал тенгламалар қўшиб ҳисобланади. Қаттиқ сиртларда ва суюқликларда иссиқлик тарқалиш тенгласи, суюқлик ёки газларни ҳаракати учун Навиёр-Стокс тенгламалари биргаликда ҳисобланади.

Қаттиқ жисмларда иссиқлик тарқалиш тенгласи қуйидагича ёзилади.

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho C_p \vec{u} \cdot \nabla T + \nabla \cdot \vec{q} = Q + Q_{ted} \quad (1)$$

$$q = -k \nabla T$$



Бу ерда k – иссиқлик ўтказувчанлик, C_p – ўзгармас босимдаги иссиқлик сифими q -ички иссиқлик оқими, Q -иссиқлик миқдори. Ушбу тенглама ёрдамида бир бирига тегиб турган каттик сиртларда иссиқлик тарқалиши аниқланади.

Қуёшдан ерга тушаётган радиациясини аниқлаш учун қуйидагича тенглама хисобланади.

$$\begin{aligned} J_i &= \varepsilon_i e_b(T) FEP_i(T) + \rho_{d,j} G_i \\ G_i &= G_{m,i} + G_{amb,j} + G_{ext,j} \\ G_{amb,i} &= F_{amb,j} \varepsilon_{amb} e_b(T_{amb}) FEP_i(T_{amb}) \\ e_b(T) &= n^2 \sigma T^4, \quad FEP_i(T) = \frac{15}{\pi^4} \int_{C_2/(\lambda_i T)}^{C_2/(\lambda_i T)} \frac{x^3}{1 - e^{-x}} dx \end{aligned} \quad (2)$$

Бу ерда FEP – Фраксионел эмиссия кучи, T_{amb} – атроф-муҳит ҳарорати, ε – нур ўтказиш коэффициентлари G_{amb} – атроф муҳитнинг нурланиши, G_m – ўзаро сирт нурланиши, G_{ext} – ташқи нурланиш, F_{amb} – атроф муҳитни кўриш омили, e_b – нурланиш қуввати, ε_i – касрнинг нурланиш қобилияти.

Суюқлик ёки газларни ҳаракатини аниқлаш учун Рейнольдс томонидан ишлаб чиқилган Навиэр-Стокс дифференциал тенгламаси (RANS) қўлланилган. RANS тенгламасини ёпиш учун Спалларт-Аллармарес (SA) турбулент модели қўлланилган.

$$\begin{aligned} \rho \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \rho (\mathbf{u} \cdot \Delta) \mathbf{u} &= \Delta \cdot [-\rho \mathbf{I} + \mathbf{K}] + \mathbf{F} \\ \rho \Delta \cdot \mathbf{u} &= 0 \\ \mathbf{K} &= (\mu + \mu_T) (\Delta \mathbf{u} + (\Delta \mathbf{u})^T) \\ \frac{\partial v^t}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \Delta) v^t &= C_{b1} S^T v^t - C_{w1} f_w \left(\frac{v^t}{l_w} \right)^2 + \frac{1}{\sigma_v} \Delta \cdot ((v + v^T) \Delta v^T) + \frac{C_{b2}}{\sigma_v} \Delta v^T \cdot \Delta v^T \\ \Delta G \cdot \Delta G + \sigma_w G (\Delta \cdot \Delta G) &= (1 + 2\sigma_w) G^4, \quad l_w = \frac{1}{G} \cdot \frac{l_{ref}}{2}. \end{aligned} \quad (3)$$

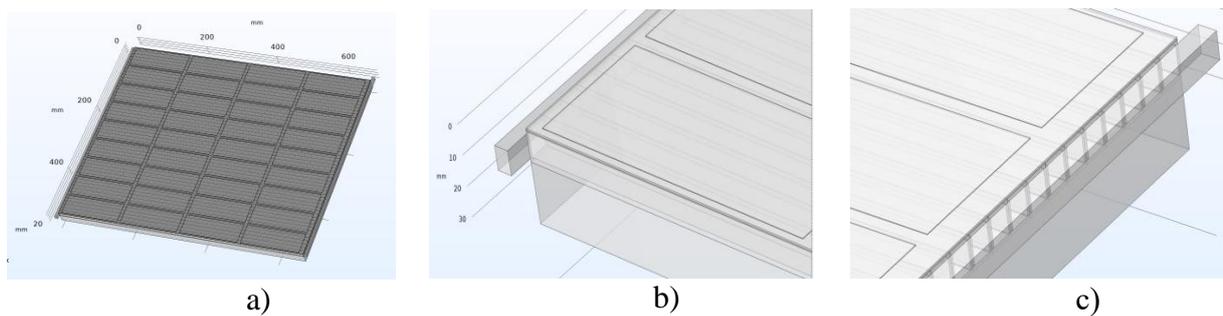
Бу ерда, \mathbf{u} – суюқлик оқимининг тезлик вектори, ρ – зичлиги, \mathbf{F} – ташқи кучлар, μ, μ_T – суюқликни молекуляр ва турбулент динамик қовушқоқлиги, v^t – SA моделининг қовушқоқлиги, G – деворгача энг яқин масофа. SA моделини ўзгармас константалари [4] мақолада берилган. Ушбу тенглама ёрдамида суюқлик оқимини тезликлари ва босими аниқланади.

Суюқликда иссиқлик тарқалиш тенгламаси қуйидагича ёзилади.

$$\begin{aligned} \rho C_p \frac{\partial T_2}{\partial t} + \rho C_p \mathbf{u} \cdot \Delta T_2 + \Delta \cdot \mathbf{q} &= Q + Q_p + Q_{vd} \\ \mathbf{q} &= -k \Delta T_2 \end{aligned} \quad (4)$$

4-тенглама 1-тенгламага ўхшаш асосий фарқи суюқлик оқимида тезликни хисобга олиб конвектив ҳад қўшилади.

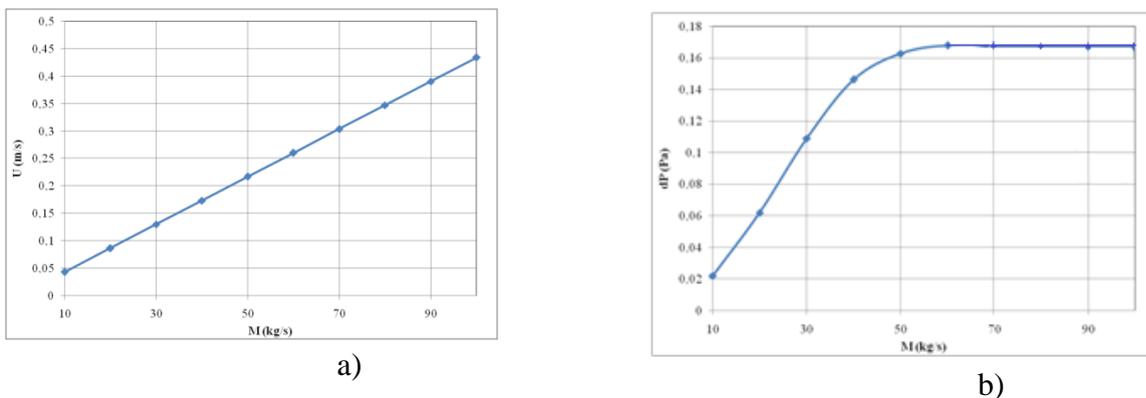
Қуёш коллекторини умуний кўриниши 2-расмда тасвирланган.



2-расм. а)-иссиқлик коллекторининг умумий кўриниши, б) -суюқликнинг кириш қисми с) -суюқликнинг чиқиш қисми

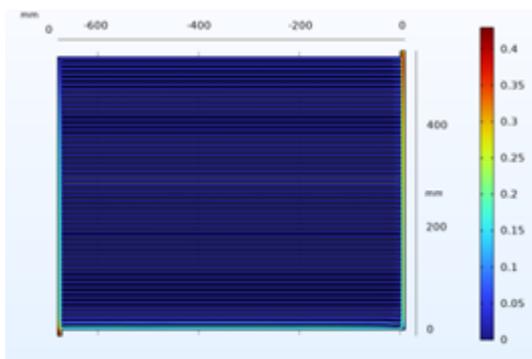
COMSOL Multiphysics дастури ҳар хил турдаги физик муаммоларини ҳал қилиш учун бир қатор ҳал қилувчи ечимларни таклиф қилувчи дастурдир. Ечиш воситасини танлаш моделлаштирилган физик жараён турига, масаланинг мураккаблигига, керакли катталикларнинг аниқликка ва мавжуд ҳисоблаш ресурсларига боғлиқ. RANS ва SA турбулентлик моделининг тенгламаларини эчиш учун тўғридан-тўғри ҳал қилувчи алгоритм (PARDISO) ёрдамида тўлиқ боғланган ёндашув (Fully Coupled) ишлатилган. Бунда, Дампинг коэффитсиэнти 0,1 бўлган Ньютоннинг итератив усули қўлланилди. Барча коллектор деворларда ҳаракатланаётган суюқлик учун ёпишқоқлик шарти қўлланилган.

3-расмда коллекторга сувни кириш қисмидаги массавий сув сарфни тезлигига ва босимига боғлиқлиги берилган.

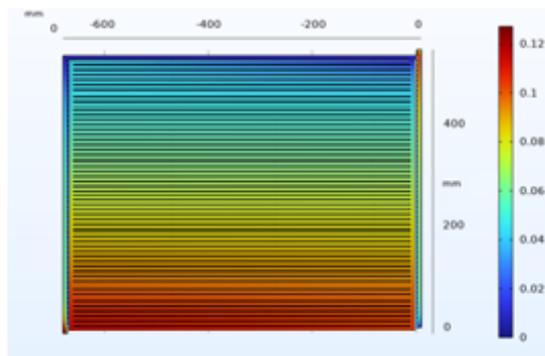


3-расм. а-коллекторга сувни кириш қисмидаги массавий сарфни сувнинг тезлигига боғлиқлиги. б - массавий сарфни босимга боғлиқлиги

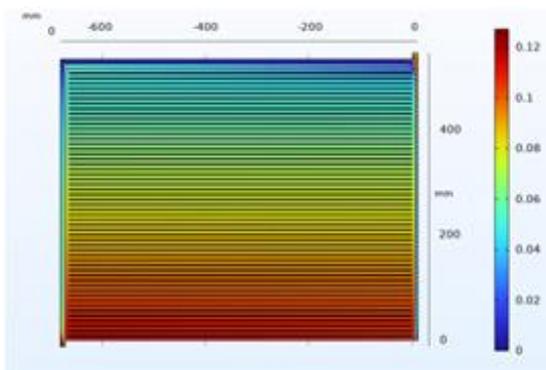
4-расмда турли хил массавий сарфларда (kg/soat) суюқлик оқимини каналлардаги тезлиги (m/s) тасвирланган.



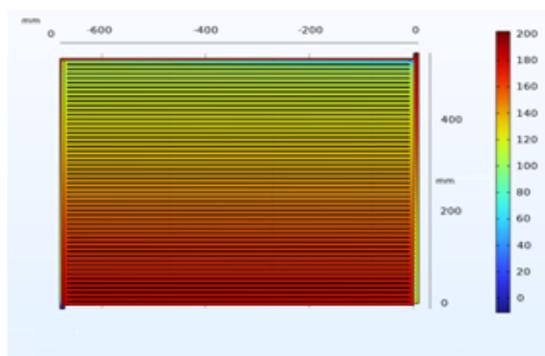
M=10



M=30



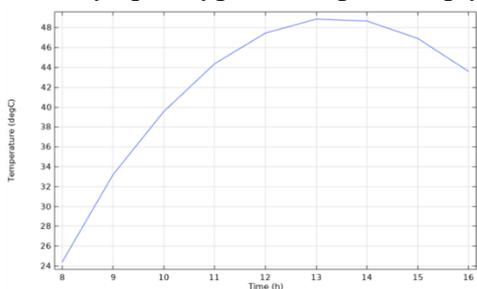
M=70



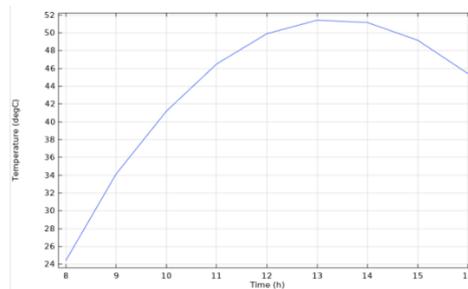
M=100

4-расм. Турли хил массавий сарфларда (kg/s) коллектор каналларидаги суюқлик оқимининг тезлиги (m/s).

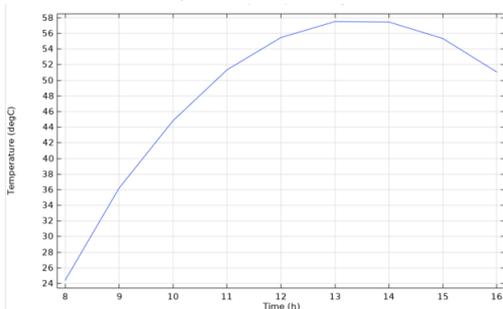
5-расмда қуёш элементини сиртидаги температурани вақт ўзгариши билан ўзгариши тасвирланган бу ерда турли хил фасиллар учун берилган.



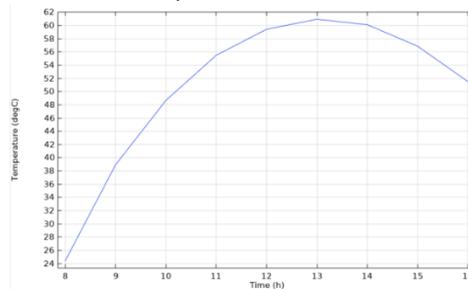
Қиш (770 W/m^2)



Қуз (870 W/m^2)



Баҳор (970 W/m^2)

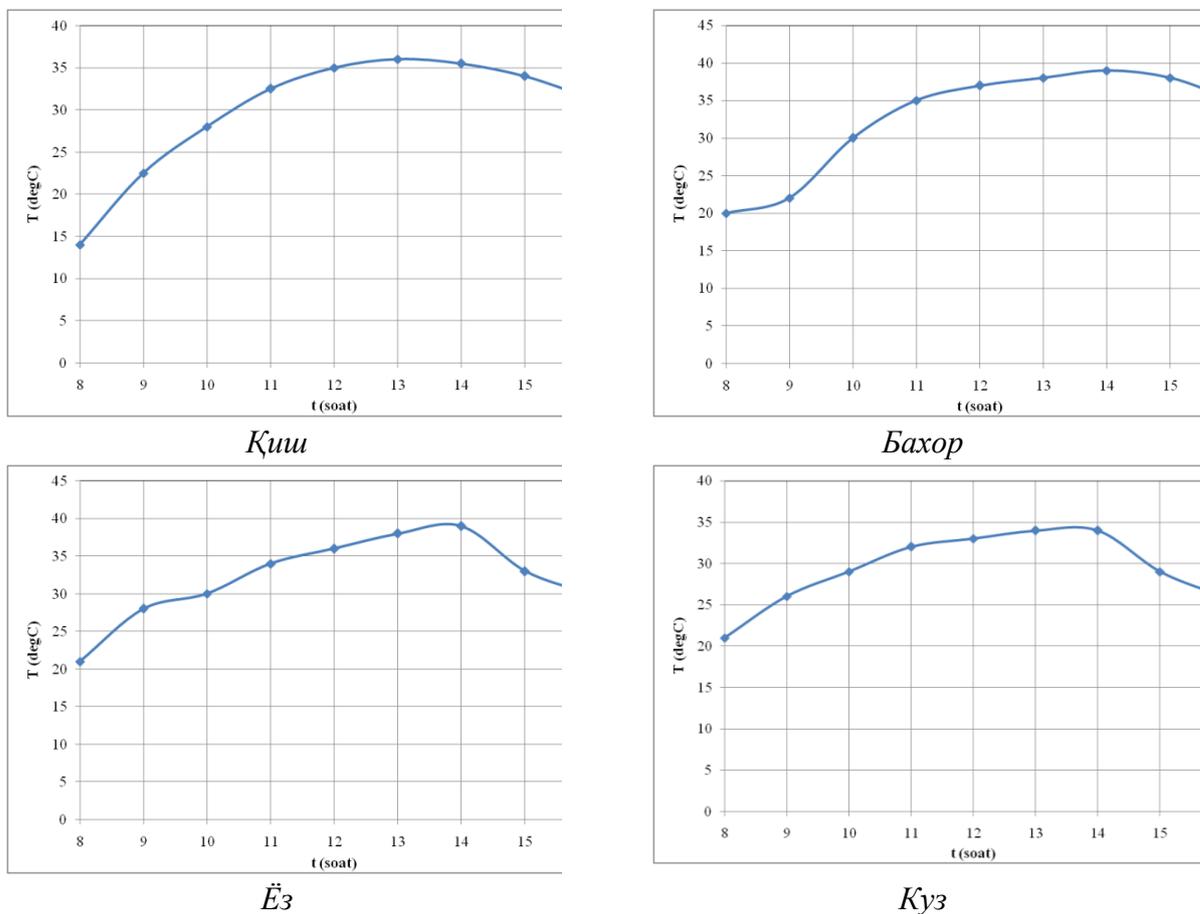


Ёз (1070 W/m^2)

5-расмда қуёш элементини сиртидаги температурани вақт ўтиши билан ўзгариши берилган

6-расмда юқоридаги радиация тасирида сувнинг чиқиш қисмидаги температураси тасвирланган.

COMSOL Multiphysics дастури ёрдамида олинган сонли натижалар ўтказилган тажриба натижаларини тасдиқлаган. ФЭБ га бириктирилган иссиқлик коллекторида бўладиган физик жараёнларнинг математик модели яратилган. Математик моделни текширишнинг статик усуллари ёрдамида тажриба маълумотлари билан ҳисоблашларнинг мувофиқлиги аниқланган.



6-расм. Юқоридаги радиация тасирида сувнинг чиқиш қисмидаги температураси

Адабиётлар

1. Муминов Р.А., Турсунов М.Н., Сабиров Х., Юлдошов Б.А., Абилфайзиев Ш.Н. Поликарбонат коллекторли фототиссиқлик батареяси/ 24.03.2022 дан Патент ҳисобланади. № FAP 01886. Бюллитен №4. 142-б.
2. Muminov R.A., Tursunov M.N., Sabirov Kh, Abilfayziyev Sh.N., Yuldoshov B.A., Toshpulatov S. F. Testing of crystalline silicon-based photoelectric and photothermal batteries in real climate conditions and comparison of parameter changes. APITECH-IV–2022, Journal of Physics: Conference Series, 2388 (2022) 012128. pp.1-9.
3. Tursunov M.N., Sabirov Kh, Abilfayziyev Sh.N., Yuldoshov B.A. Testing of different material type photoelectric battery and photothermal batteries composed. Eurasian Physical Technical Journal, 2022 №4(42), pp.44-50.



4. Spalart P. R., Allmaras S. R. "A one-equation turbulence model for aerodynamic flows". AIAA Paper 1992-0439.

ТЕПЛОВЫЕ СВОЙСТВА GaAs/AlGaAs ГЕТЕРОФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОНЦЕНТРИРОВАННОГО СОЛНЕЧНОГО ПОТОКА

Н.А.Ахмедова, А.С.Ганиев

Ташкентский Университет информационных технологий имени
Мухаммада ал-Хоразмий

Аннотация: Изучены свойства GaAs/AlGaAs фотопроброобразовательных гетероструктур, полученных методом жидкофазной эпитаксии на монокристаллическую подложку GaP, сориентированный по $\langle 100 \rangle$. Исследованы фотопроброобразователи, способные работать с концентраторами светового потока, перспективные для снижения получаемой электроэнергии, благодаря уменьшению ее стоимости пропорционально кратности концентрации падающего светового потока. Выявлено, что на основе гетероструктур с подложкой GaP можно создать фотопроброобразователи, работающие в режиме без охлаждения до $K_c = 100$.

Ключевые слова: фотопроброобразователь, арсенид галлия, фосфид галлия, ток короткого замыкания, напряжение холостого хода, концентратор.

Эффективное преобразование концентрированных световых потоков в большей степени зависит от устойчивости применяемых фотопроброобразователей (ФП) к тепловым нагрузкам. Поэтому, исследование тепловых свойств полупроводниковых ФП представляет большой практический интерес [1, 2].

В данной работе изучаются свойства GaAs/AlGaAs ФП гетероструктур, полученных методом жидкофазной эпитаксии на монокристаллическую подложку GaP, сориентированный по $\langle 100 \rangle$. GaP легирован теллуром до концентрации электронов $7 \cdot 10^{17} \div 2 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ и имел толщину $150 \div 200$ мкм. Перед нанесением слоя nGaAs выращен изотипный переходной слой AlGaAsP для ослабления влияния рассогласованности параметров решетки GaAs и GaP. Слой pGaAs сформирован низкотемпературной диффузией цинка перед формированием фронтального pAlGaAs. Толщина слоя GaAs в структуре не превышает 5 мкм, а толщина AlGaAs - 3 мкм. Для повышения прозрачности гетеро-структуры к тепловым фотонам III-образные омические контакты на основе In и Ni симметрично расположены на лицевой и тыльной сторонах гетероструктуры. Расстояние между металлическими слоями составляло 2 мм (рис.1).

Исследованные ФП имеют максимальную степень полезного использования потенциала E_g ширины запрещенной зоны полупроводника. Данный параметр, определяемый как отношение напряжения холостого хода U_{xx} и ширины запрещенной зоны E_g составляет 0,75. Это связано со спецификой электрических свойств, в частности, с низкими темновыми токами. Зависимости напряжения холостого хода U_{xx} , тока короткого замыкания $I_{кз}$ и коэффициента полезного действия КПД от температуры изучены в диапазоне освещенности $80 \div 8000 \text{ мВт/см}^2$. Выявлено, что температурный коэффициент U_{xx} в заданном интервале освещенности отрицателен и изменяется в пределах $(-1,75 \div 1,98) 10^{-3} \text{ В/К}$.