ФО­ТО­ЭЛЕК­ТРИ­ЧЕ­СКИЕ ПРЕ­ОБ­РА­ЗО­ВА­ТЕ­ЛИ ЭНЕРГИИ.

Для пи­та­ния ма­ги­ст­раль­ных сис­тем элек­тро­снаб­же­ния и раз­лич­но­го обо­ру­до­ва­ния на КЛА ши­ро­ко ис­поль­зу­ют­ся ФЭП; они пред­на­зна­че­ны так­же для под­за­ряд­ки бор­то­вых хи­ми­че­ских АБ. Кро­ме то­го, ФЭП на­хо­дят при­ме­не­ние на на­зем­ных ста­цио­нар­ных и пе­ре­движ­ных объ­ек­тах, на­при­мер, в АЭУ элек­тро­мо­би­лей. С по­мо­щью ФЭП, раз­ме­щен­ных на верх­ней по­верх­но­сти крыль­ев, осу­ще­ст­в­ле­но пи­та­ние при­вод­но­го элек­тро­дви­га­те­ля вин­та од­но­ме­ст­но­го экс­пе­ри­мен­таль­но­го са­мо­ле­та (США), со­вер­шив­ше­го пе­ре­лет че­рез про­лив Ла-Манш.

В на­стоя­щее вре­мя пред­поч­ти­тель­ная об­ласть при­ме­не­ния ФЭП - ис­кус­ст­вен­ные спут­ни­ки Зем­ли, ор­би­таль­ные кос­ми­че­ские стан­ции, меж­пла­нет­ные зон­ды и дру­гие КЛА. Дос­то­ин­ст­ва ФЭП: боль­шой срок служ­бы; дос­та­точ­ная ап­па­ра­тур­ная на­деж­ность; от­сут­ст­вие рас­хо­да ак­тив­но­го ве­ще­ст­ва или то­п­ли­ва. Не­дос­тат­ки ФЭП: не­об­хо­ди­мость уст­ройств для ори­ен­та­ции на Солн­це; слож­ность ме­ха­низ­мов, раз­во­ра­чи­ваю­щих па­не­ли ФЭП по­сле вы­хо­да КЛА на ор­би­ту; не­ра­бо­то­спо­соб­ность в от­сут­ст­вие ос­ве­ще­ния; от­но­си­тель­но боль­шие пло­ща­ди об­лу­чае­мых по­верх­но­стей. Для со­вре­мен­ных ФЭП ха­рак­тер­ны удель­ная мас­са 20 - 60 кг/кВт (без уче­та ме­ха­низ­мов раз­во­ро­та и ав­то­ма­тов сле­же­ния) и удель­ная мощ­ность  КПД пре­об­ра­зо­ва­ния сол­неч­ной энер­гии в элек­тро­энер­гию для обыч­ных крем­ние­вых ФЭ ра­вен  В кас­кад­ных ФЭП с про­зрач­ны­ми мо­но­кри­стал­ла­ми эле­мен­тов  при двух­слой­ном и  при трех­слой­ном ис­пол­не­нии. Для пер­спек­тив­ных АЭУ, со­че­таю­щих сол­неч­ные кон­цен­тра­то­ры (па­ра­бо­ли­че­ские зер­ка­ла) и ФЭП на ос­но­ве ге­те­ро­ст­рук­ту­ры двух раз­лич­ных по­лу­про­вод­ни­ков - ар­се­ни­дов гал­лия и алю­ми­ния, так­же мож­но ожи­дать .

Ра­бо­та ФЭ ос­но­ва­на на внут­рен­нем фо­то­элек­три­че­ском эф­фек­те в по­лу­про­вод­ни­ках. Внеш­ние ра­диа­ци­он­ные (све­то­вые, те­п­ло­вые ) воз­дей­ст­вия обу­слав­ли­ва­ют в сло­ях 2 и 3 по­яв­ле­ние не­ос­нов­ных но­си­те­лей за­ря­дов, зна­ки ко­то­рых про­ти­во­по­лож­ны зна­кам ос­нов­ных но­си­те­лей *р-* и *п*-об­лас­тях. Под влия­ни­ем элек­тро­ста­ти­че­ско­го при­тя­же­ния раз­но­имен­ные сво­бод­ные ос­нов­ные но­си­те­ли диф­фун­ди­ру­ют че­рез гра­ни­цу со­при­кос­но­ве­ния об­лас­тей и об­ра­зу­ют вбли­зи нее *р-п* ге­те­ро­пе­ре­ход с на­пря­жен­но­стью элек­три­че­ско­го по­ля ЕК , кон­такт­ной раз­но­стью по­тен­циа­лов *UK = SEK* и по­тен­ци­аль­ным энер­ге­ти­че­ским барь­е­ром *WK=eUK*  для ос­нов­ных но­си­те­лей, имею­щих за­ряд *е*. На­пря­жен­ность по­ля *EK* пре­пят­ст­ву­ет их диф­фу­зии за пре­де­лы по­гра­нич­но­го слоя ши­ри­ной *S* . На­пря­же­ние 



за­ви­сит от тем­пе­ра­ту­ры *Т*, кон­цен­тра­ций ды­рок  или элек­тро­нов  в *p-* и *n-*об­лас­тях за­ря­да элек­тро­на *е* и по­сто­ян­ной Больц­ма­на *k*. для не­ос­нов­ных но­си­те­лей *EK* - дви­жу­щее по­ле. Оно обу­слов­ли­ва­ет пе­ре­ме­ще­ние дрей­фую­щих элек­тро­нов из об­лас­ти *р* в об­ласть *п,* а ды­рок - из об­лас­ти *п* в об­ласть *р*. Об­ласть *п* при­об­ре­та­ет от­ри­ца­тель­ный за­ряд, а об­ласть *р-* по­ло­жи­тель­ный, что эк­ви­ва­лент­но при­ло­же­нию к *р-п* пе­ре­хо­ду внеш­не­го элек­три­че­ско­го по­ля с на­пря­жен­но­стью *EВШ*, встреч­но­го с *EK*. По­ле с на­пря­жен­но­стью *EВШ* - за­пи­раю­щее для не­ос­нов­ных и дви­жу­щее для ос­нов­ных но­си­те­лей. Ди­на­ми­че­ское рав­но­ве­сие по­то­ка но­си­те­лей че­рез *р-п* пе­ре­ход пе­ре­во­дит к ус­та­нов­ле­нию на элек­тро­дах 1 и 4 раз­но­сти по­тен­циа­лов *U0* - ЭДС хо­ло­сто­го хо­да ФЭ. Эти яв­ле­ния мо­гут про­ис­хо­дить да­же при от­сут­ст­вии ос­ве­ще­ния *р-п* пе­ре­хо­да. Пусть ФЭ об­лу­ча­ет­ся по­то­ком све­то­вых кван­тов (фо­то­нов), ко­то­рые стал­ки­ва­ют­ся со свя­зан­ны­ми (ва­лент­ны­ми) элек­тро­на­ми кри­стал­ла с энер­ге­ти­че­ски­ми уров­ня­ми *W*. Ес­ли энер­гия фо­то­на *Wф=hv* (*v* -час­то­та вол­ны све­та, *h* - по­сто­ян­ная План­ка) боль­ше *W,* элек­трон по­ки­да­ет уро­вень и по­ро­ж­да­ет здесь дыр­ку; *р-п* пе­ре­ход раз­де­ля­ет па­ры элек­трон - дыр­ка, и ЭДС *U0* уве­ли­чи­ва­ет­ся. Ес­ли под­клю­чить со­про­тив­ле­ние на­груз­ки *RН*, по це­пи пой­дет ток *I*, на­прав­ле­ние ко­то­ро­го встреч­но дви­же­нию элек­тро­нов. Пе­ре­ме­ще­ние ды­рок ог­ра­ни­че­но пре­де­ла­ми по­лу­про­вод­ни­ков, во внеш­ней це­пи их нет. Ток *I* воз­рас­та­ет с по­вы­ше­ни­ем ин­тен­сив­но­сти све­то­во­го по­то­ка *Ф*, но не пре­вос­хо­дит пре­дель­но­го то­ка *In* ФЭ, ко­то­рый по­лу­ча­ет­ся при пе­ре­во­де всех ва­лент­ных элек­тро­нов в сво­бод­ное со­стоя­ние: даль­ней­ший рост чис­ла не­ос­нов­ных но­си­те­лей не­воз­мо­жен. В ре­жи­ме К3 (*RН=0, UН=IRН=0*) на­пря­жен­ность по­ля *Евш* =0, *р-п* пе­ре­ход ( на­пря­жен­ность по­ля *ЕК*) наи­бо­лее ин­тен­сив­но раз­де­ля­ет па­ры не­ос­нов­ных но­си­те­лей и по­лу­ча­ет­ся наи­боль­ший ток фо­то­эле­мен­та *IФ* для за­дан­но­го *Ф*. Но в ре­жи­ме К3, как и при хо­ло­стом хо­де (*I*=0), по­лез­ная мощ­ность *P=UНI=0*, а для *0<UН<U0* и *0<I<IФ* бу­дет *Р>0.*



Рис.2. Ти­по­вая внеш­няя

ха­рак­те­ри­сти­ка крем­ний-

гер­ма­ние­во­го фо­то­эле­мен­та

Ти­по­вая внеш­няя ха­рак­те­ри­сти­ка крем­ние­во­го ФЭ для  внут­рен­нее со­про­тив­ле­ние, обу­слов­лен­ное ма­те­риа­лом ФЭ, элек­тро­да­ми и кон­так­та­ми от­во­дов; *q* - пло­щадь ФЭ) пред­став­ле­на на рис. 2. Из­вест­но, что в за­ат­мо­сфер­ных ус­ло­ви­ях , а на уров­не Зем­ли (мо­ря) при рас­по­ло­же­нии Солн­ца в зе­ни­те и по­гло­ще­нии энер­гии све­та во­дя­ны­ми па­ра­ми с от­но­си­тель­ной влаж­но­стью 50% ли­бо при от­кло­не­нии от зе­ни­та на  в от­сут­ст­вии па­ров во­ды .

ФЭП мон­ти­ру­ют­ся на па­не­лях, кон­ст­рук­ция ко­то­рых со­дер­жит ме­ха­низ­мы раз­во­ро­та и ори­ен­та­ции. Для по­вы­ше­ния КПД при­мер­но до 0,3 при­ме­ня­ют­ся кас­кад­ные двух- и трех­слой­ные ис­пол­не­ния ФЭП с про­зрач­ны­ми ФЭ верх­них сло­ев. КПД ФЭП су­ще­ст­вен­но за­ви­сит от оп­ти­че­ских свойств ма­те­риа­лов ФЭ и их тер­мо­ре­гу­ли­рую­щих за­щит­ных по­кры­тий. Ко­эф­фи­ци­ен­ты от­ра­же­ния умень­ша­ют тех­но­ло­ги­че­ским спо­со­бом про­свет­ле­ния ос­ве­щае­мой по­верх­но­сти (для ра­бо­чей час­ти спек­тра). Обу­слов­ли­ваю­щие за­дан­ной ко­эф­фи­ци­ент по­гло­ще­ния по­кры­тия спо­соб­ст­ву­ет ус­та­нов­ле­нию не­об­хо­ди­мо­го те­п­ло­во­го ре­жи­ма в со­от­вет­ст­вии с за­ко­ном Сте­фа­на-Больц­ма­на, что име­ет важ­ное зна­че­ние: на­при­мер, при уве­ли­че­нии *Т* от 300 до 380 *К* КПД ФЭП сни­жа­ет­ся на 1/3.