

Слънчева инсталация

Юрий Бибин
Никифор Бибин

Предлага се решение на слънчева инсталация, предназначена за задоволяване на нуждите от отопление (40 %) и топла вода за битови нужди (90%) за малко бунгало. Изграждането ѝ е напълно оправдано икономически, тъй като България със своето географско местоположение има средно 260 слънчеви дни в годината. В табл. 9 е даден броят на слънчевите дни за една година (по средностатистически данни) за някои по-големи градове в страната. В табл. 10 е дадено количеството на слънчевата енергия в kWh/m² колекторна площ през различните месеци в годината. Така се получава сравнително обективна представа за възможностите за оползотворяване на слънчевата енергия.

Таблица 9

Град	Брой на слънчевите дни
Бургас	284
Варна	300
Гоце Делчев	317
Дряново	290
Елхово	300
Кнежа	287
Кърджали	309
Лом	259
Пловдив	307
Резово	294
Русе	286
Самоков	305
Смолян	315
София	300
Търговище	301
Чирпан	304

Таблица 10

Месец	Количество слънчева енергия при наклон на колектора 40° kWh/m ²
Януари	1,6
Февруари	2,2
Март	3,1
Април	4,4
Май	5,0
Юни	5,7
Юли	6,1
Август	6,0
Септември	5,0
Октомври	3,4
Ноември	1,7
Декември	1,5

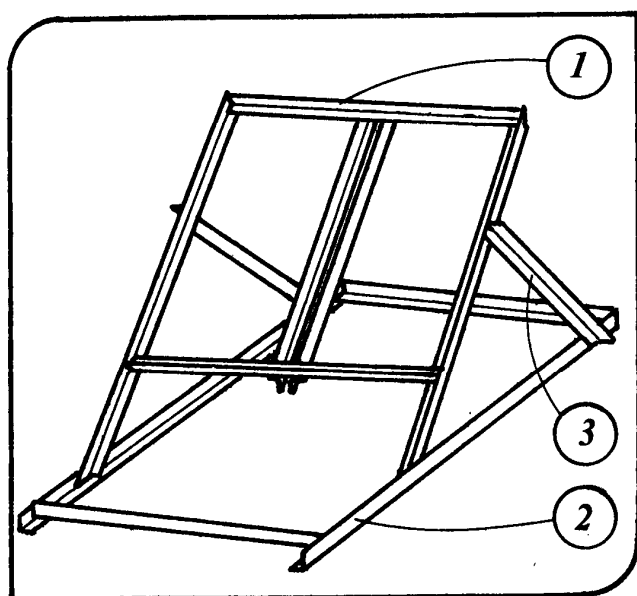
Слънчевата инсталация е проектирана на базата на два комбинирани слънчеви колектора, работещи с топлоносител вода, въздух или вода и въздух едновременно, което позволява те да се използват през цялата година. Тяхната обща площ е $2,6 \text{ m}^2$. При средно слънчев ден могат да се получат $200\text{—}250 \text{ l}$ вода с температура $40\text{—}45^\circ\text{C}$ или около $150 \text{ m}^3/\text{h}$ въздух с температура $35\text{—}50^\circ\text{C}$.

Слънчевите колектори се монтират с ориентация юг под наклон 40° . На фиг. 102 е показана схема на носещата конструкция, изградена от елементите 1, 2 и 3, която се поставя на терена. Отделните

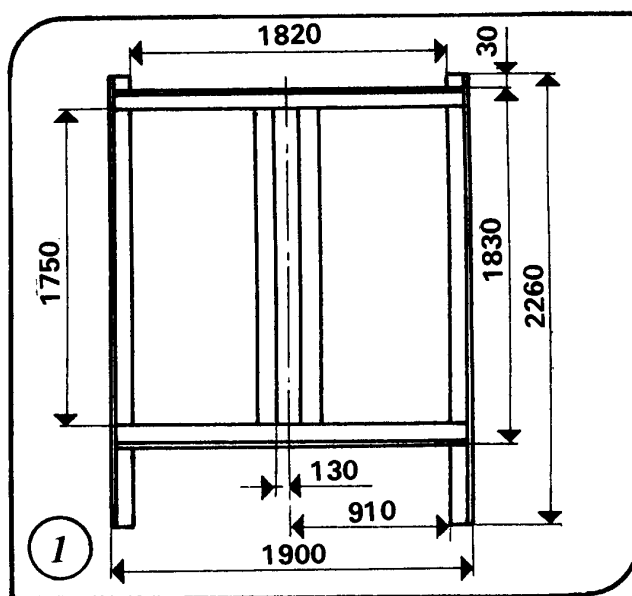
елементи на конструкцията са дадени на фиг. 103 и 104. Те са направени от стоманен ъглов профил $40 \times 40 \times 4 \text{ mm}$ и се свързват чрез заваряване или с болтове М8.

На фиг. 105 е показана тръбната мрежа на колектора. Тя се състои от долен и горен събирателен колектор 4 и 4' с диаметър на тръбите 40 mm и тръби 5 с диаметър 20 mm . Използват се черни газови тръби.

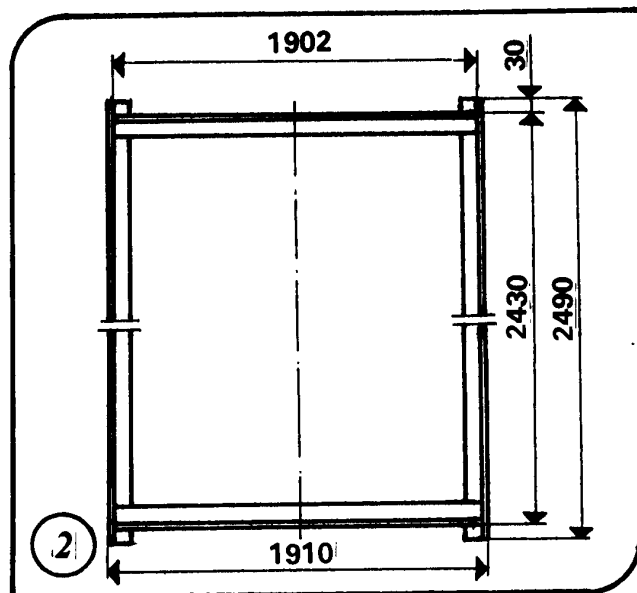
На фиг. 106 са показани елементите, с които тръбната мрежа се фиксира към абсорбера 6. Абсорберът (фиг. 107) се изработва от поцинкована ламарина.



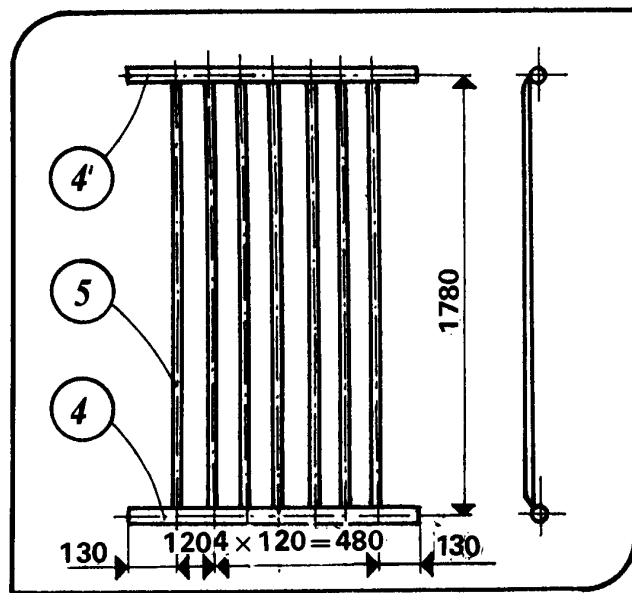
Фиг. 102



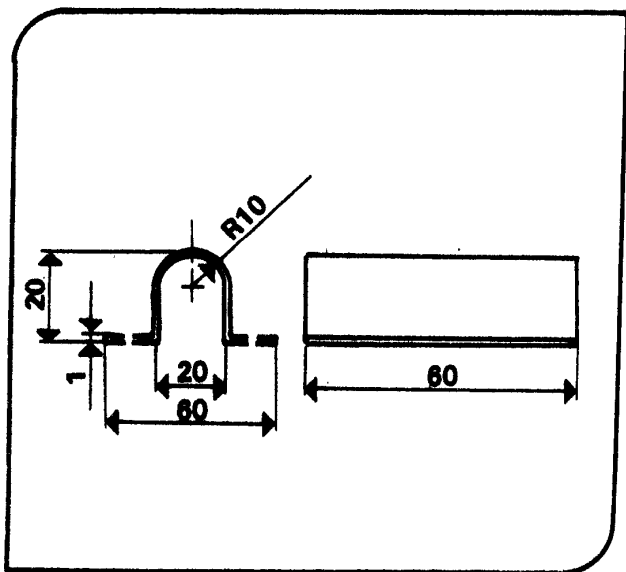
Фиг. 103



Фиг. 104



Фиг. 105

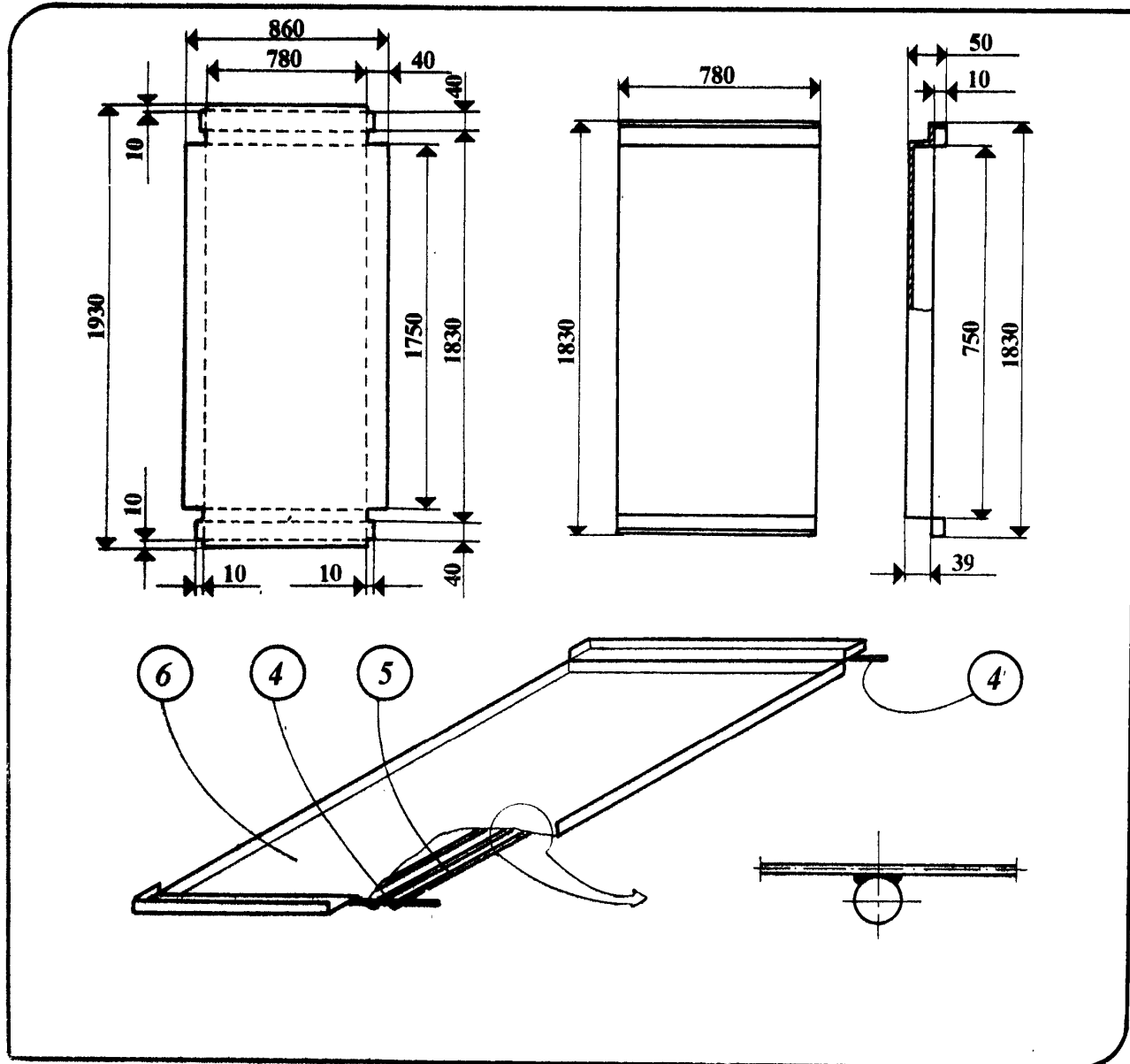


Фиг. 106

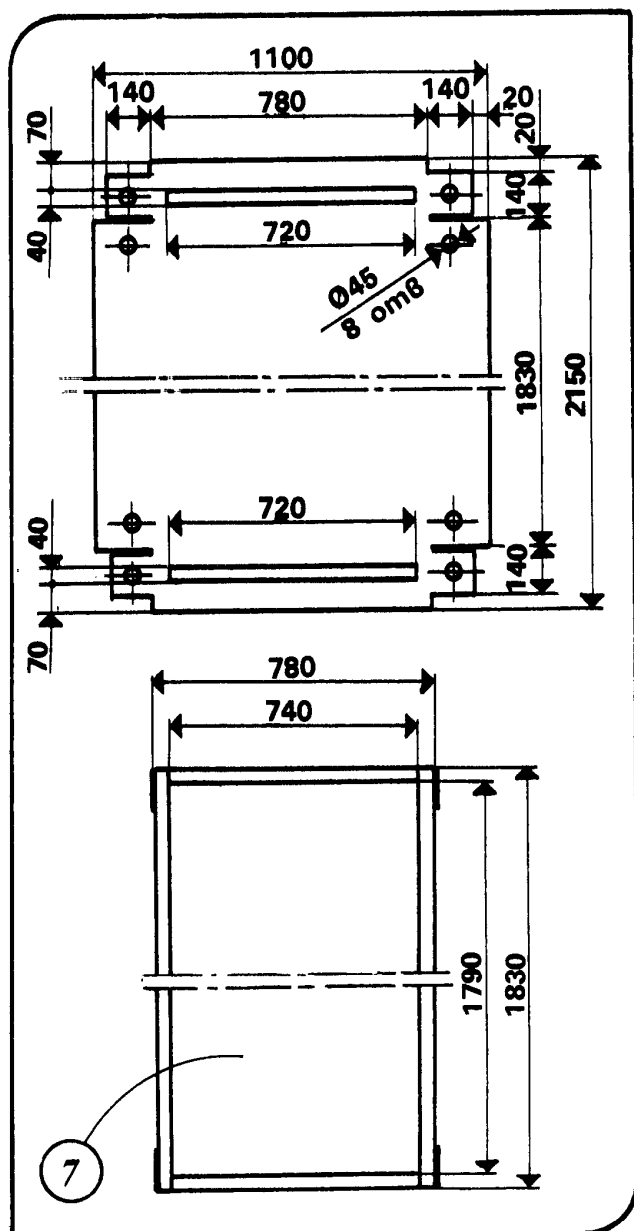
Дадена е схемата за присъединяване на тръбната мрежа към абсорбера. Необходимо е да се знае, че елементите от фиг. 106 се поставят през 0,2 m, а връзката им с абсорбера се прави с болтчета М4. За по-добър топлинен контакт фугите между свързващите тръби 5 и абсорбера 6 се запълват с мек припой.

Кутията 7 на колектора се изработва от поцинкована ламарина (фиг. 108).

На фиг. 109 е показан събраният колектор 10. Той има два входа (4А и 4Б) и два изхода (4А и 4Б), което е направено за облекчаване на монтажа при различни схеми на свързване. В случая е използван вход 4А и изход 4Б, а вход 4Б и изход 4А се затварят с тапи. За изолация може да



Фиг. 107



Фиг. 108

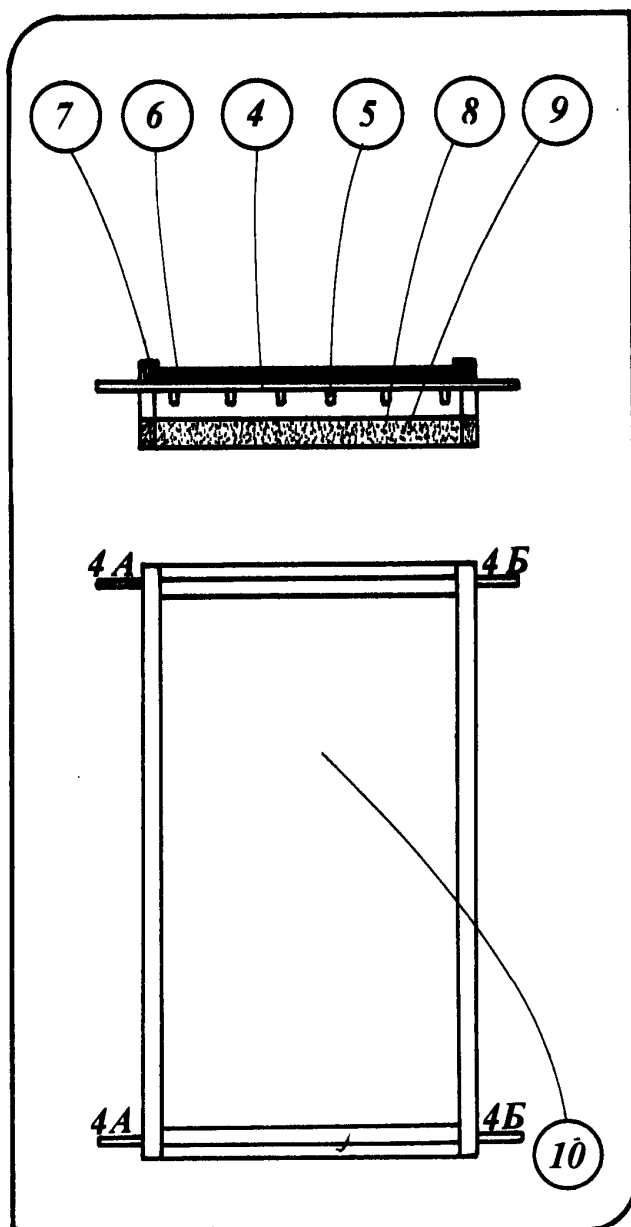
се използва стъклена вата или стиропор с дебелина 50 mm. Изолацията 9 е покрита с поцинкована ламарина 8, между която и абсорбера 6 с тръбната мрежа се образува въздушна междина. През нея минава загряваният въздух, който отнема топлина от тръбите 5 и абсорбера 6.

На фиг. 110 е дадена схема на ъглите, необходими за фиксиране на стъклото (с дебелина 4—5 mm) към кутията.

Напълно готовият слънчев колектор 10 е показан на фиг. 111.

За да се обясни по-добре действието на комбинираните слънчеви колектори в слънчевата инсталация, те са разделени на водни и въздушни.

Дадена е схема на свързване (фиг. 112)



Фиг. 109

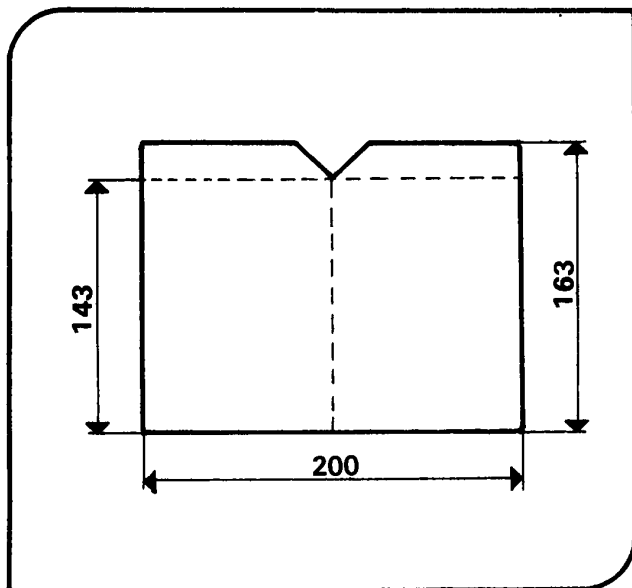
на водните колектори 10 към акумулатора за топлата вода 14. Той представлява вател с обем 150—200 l, който е изолиран със стъклена вата 24, замазана с гипс и покрита с найлон.

Инсталацията се пуска в действие в следната последователност:

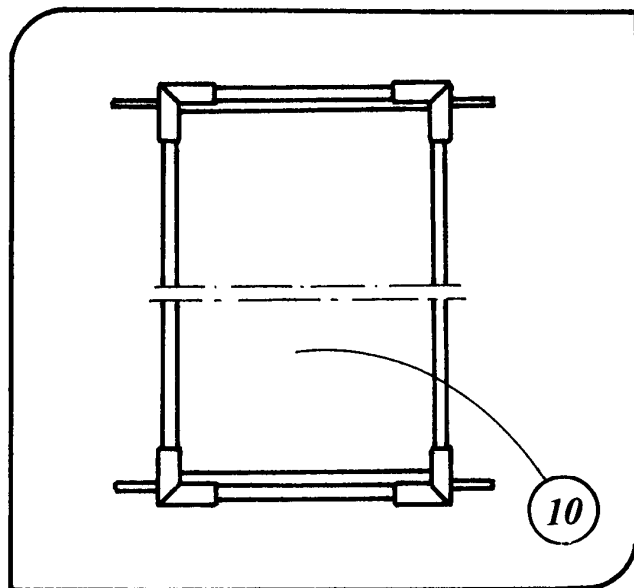
1. Отваря се вентилът 12.
2. Затварят се вентилите 17, 20 и 22.

Водата, постъпваща в мрежата 11, започва да пълни инсталацията. Вентилът 12 остава отворен, докато от изхода 19 на акумулатора 14 потече равномерна струя вода. Това показва, че инсталацията е напълнена и обезвъздушена, след което вентилът 12 се затваря.

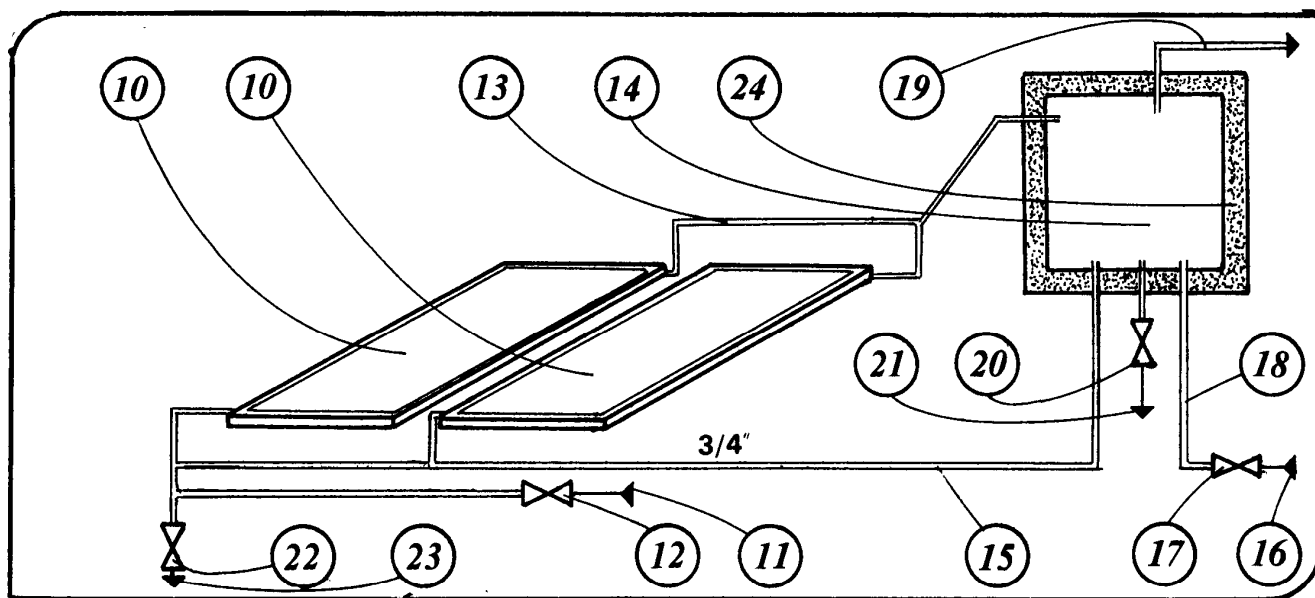
При слънчево време водата в колекто-



Фиг. 110



Фиг. 111



Фиг. 112

рите започва да се нагрява. Нейната плътност намалява и тя започва да се изкачва нагоре по тръбите 13, изтласквана от студената вода, идваща от акумулатора по тръбопровода 15. След като слънцето залезе, циркулацията на водата спира. За да се избегне обратна циркулация, при което се охлажда водата в акумулатора, е необходимо долният му край да е с 0,7—1 m по-високо от горния край на колекторите.

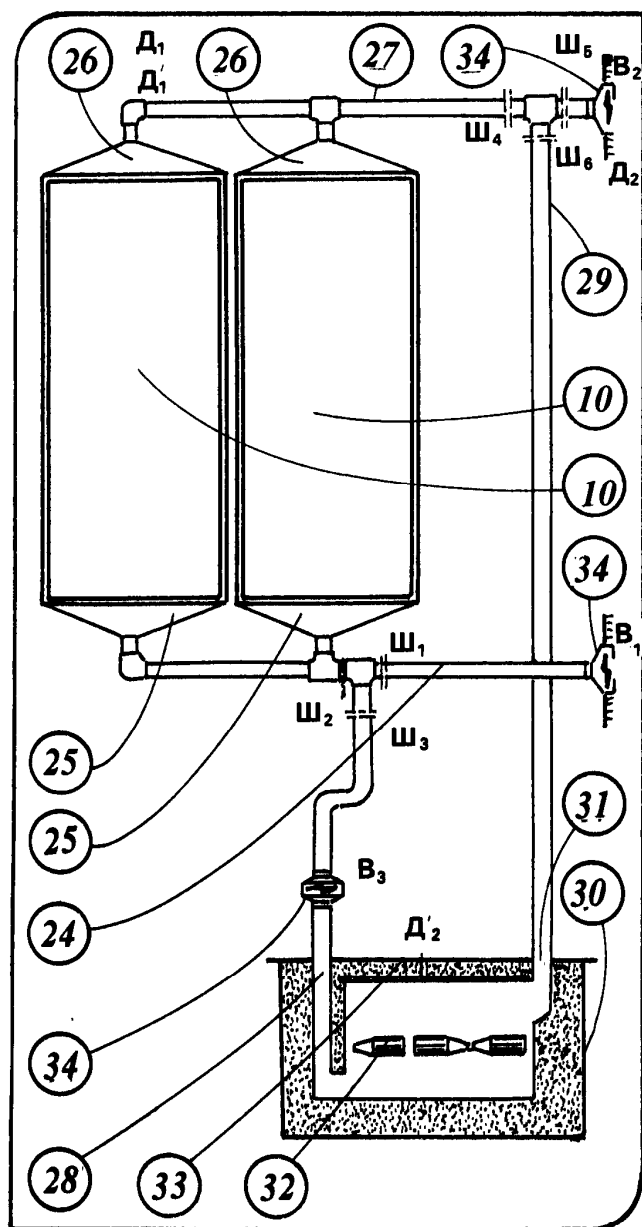
За да се използва затоплената вода, се отваря вентилът 17. Под налягането в мрежата студената вода постъпва в системата през входа 16, по тръбопровода 18 в акумулатора 14, като изтласква топлата вода от него и тя изтича по тръбопровода 19.

При настъпване на есенно-зимния се-

зон, когато има вероятност температурите да паднат под нулата, инсталацията се изпразва, за да не замръзне водата. Тази операция се извършва така: при затворени вентили 12 и 17 се отварят вентилите 20 и 22. Водата по тръбопроводите 21 и 23 се отвежда в канализационната мрежа.

Дадена е и схема (фиг. 113) на въздушния колектор и на съответния акумулатор 30. За акумулиращ обем се използват стъклени бутилки, пълни с вода и подредени по показания начин. Бутилките могат да бъдат от 0,7 или 1 l (50 l/m²).

Въздухопроводната мрежа е изпълнена от ПВХ тръби с диаметър 110 mm и стандартна ПВХ арматура за същия диаметър.

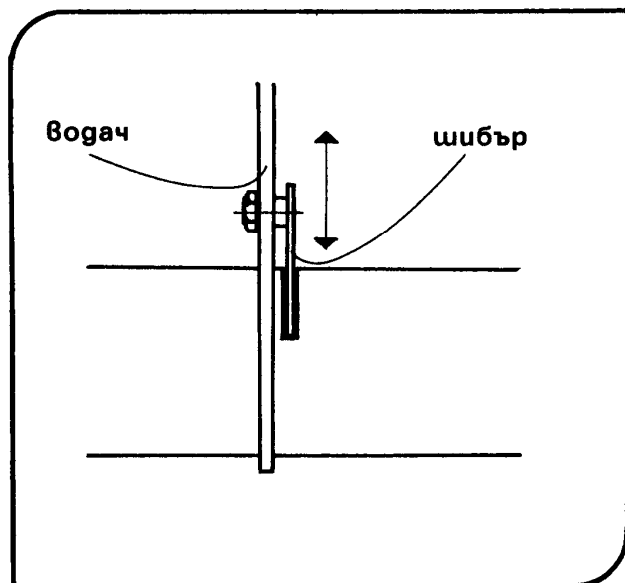


Фиг. 113

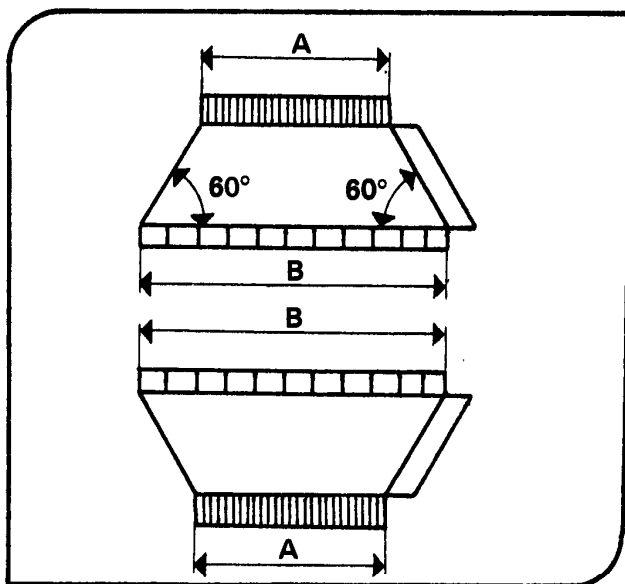
Вижда се и един от шибрите (общо те са 6) за регулиране в системата (фиг. 114). Той е изработен от поцинкована ламарина. Водачът се изработва от по-дебела пластмаса и се монтира на въздухопровода според схемата.

На фиг. 115 са показани преходните елементи 34, необходими при монтиране на вентилаторите B_1 и B_3 . Размерът A е равен на дължината на окръжността на тръбата (въздухопровода), а B — на фланеца на използвания вентилатор. Готовият преходен елемент 34 може да се види на фиг. 116.

На фиг. 117 е показан един от събирателните въздухопроводи (общо те са 4), изработен от поцинкована ламарина.



Фиг. 114

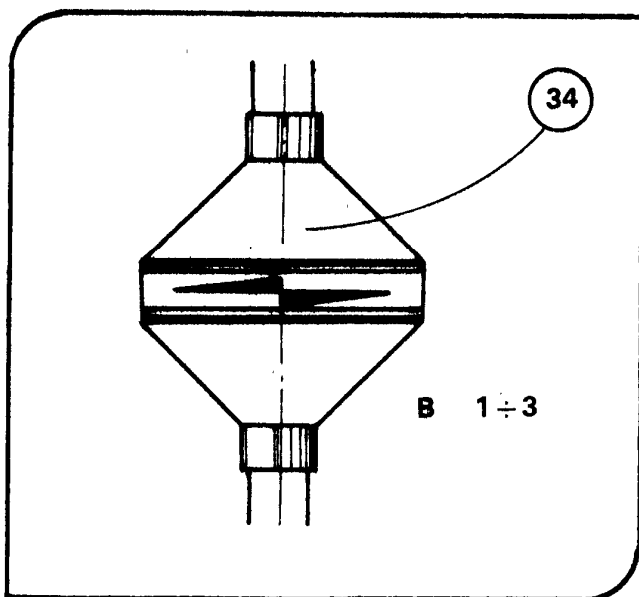


Фиг. 115

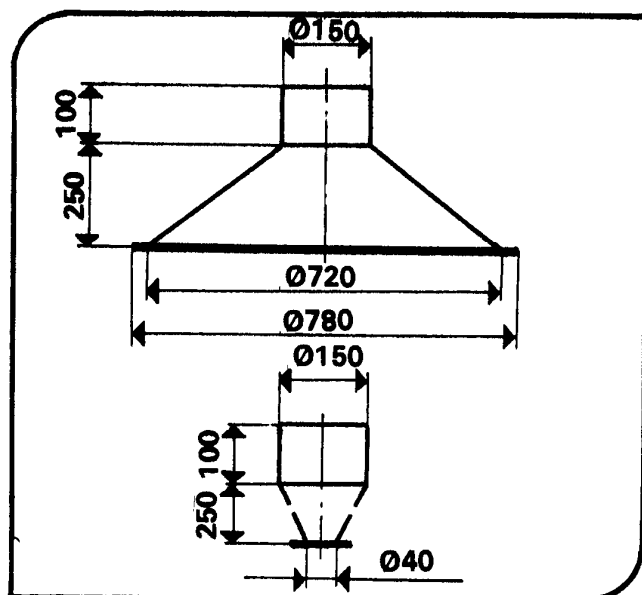
Фиг. 118 представлява аксонометрична скица на въздушния акумулатор 30. В конкретния случай той се намира под антрето на бунгалото. За изграждането му може да се използва керамзитобетон.

Системата, показана на фиг. 113, може да работи в три режима според конкретните условия и нужди.

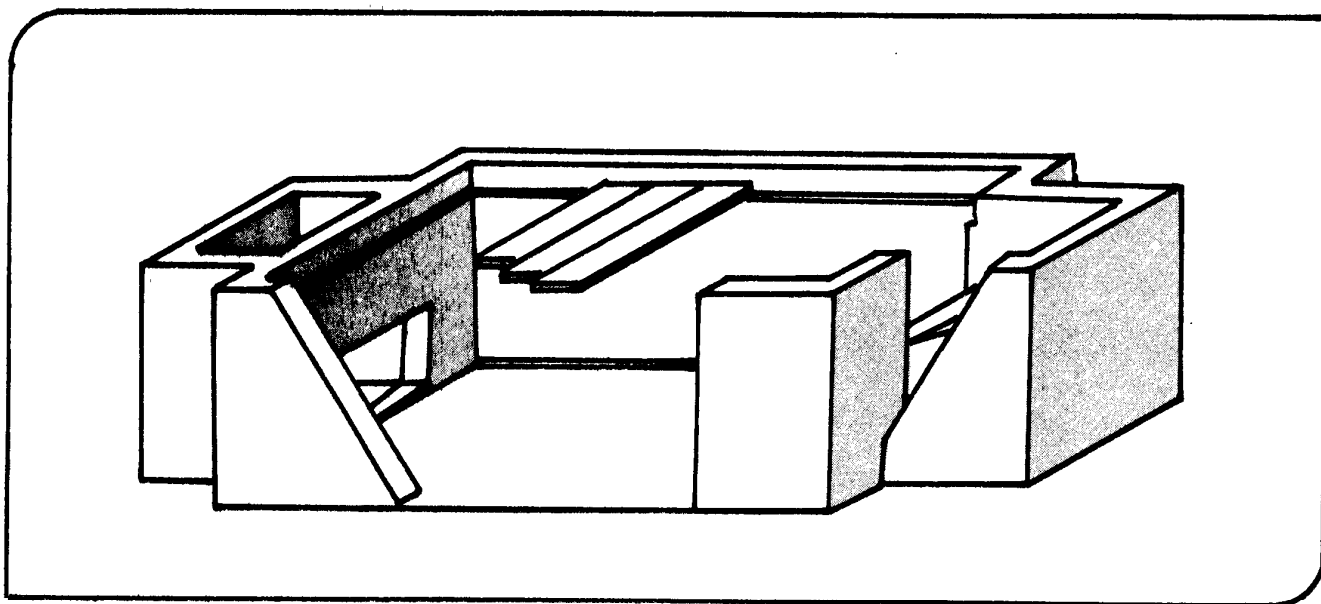
1. Помещение — въздушен колектор — помещение. От долния край на помещението вентилаторът B_1 засмуква въздух, който постъпва на входовете на колекторите 25, минавайки по въздухопровода 24. Въздухът навлиза във въздушната междина, образувана от абсорбера и ламарината, покриваща изолацията, отнема топлина от абсорбера и тръбната мрежа, загря-



Фиг. 116



Фиг. 117



Фиг. 118

ва се и излиза през изходите на колекторите 26. Оттам по въздухопровода 27, засмукван от вентилатора B_2 , отива в горния край на помещението. Цикълът се повтаря до достигане на желаната температура в помещението.

При този режим шибрите 3 и 6 са затворени, а шибрите 1, 2, 4 и 5 са отворени.

2. *Акумулатор — въздушен колектор — акумулатор.* Този режим се използва, когато не е необходимо затопляне на помещението. От долния край на акумулатора по въздухопровода 28 под действие на вентилатора B_3 въздухът постъпва на входа на колекторите 25, загрява се, излиза от изход 26 и по въздухопроводи 27 и 29

влиза в горния край 31 на акумулатора, където отдава топлина на акумулиращия обем. При този случай шибри 1 и 5 са затворени, а шибри 3, 2, 4 и 6 са отворени.

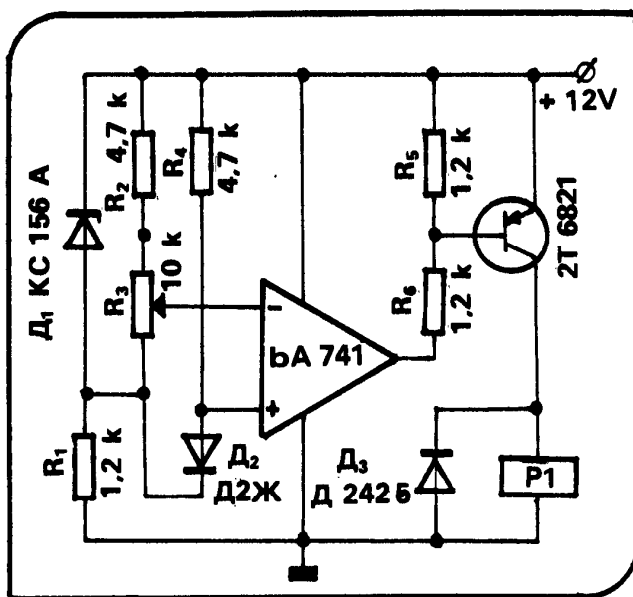
Вечер, при липса на слънчево лъчение или при необходимост от затопляне на помещението, се използва следният режим.

3. *Акумулатор — помещение — акумулатор.* От долния край на помещението се засмуква въздух от вентилатора B_1 , който по въздухопроводи 24 и 28 постъпва в акумулатора. Отнема топлина от акумулиращия обем, загрява се и по въздухопровода 29, засмукван от вентилатора B_2 , навлиза в горния край на помещението.

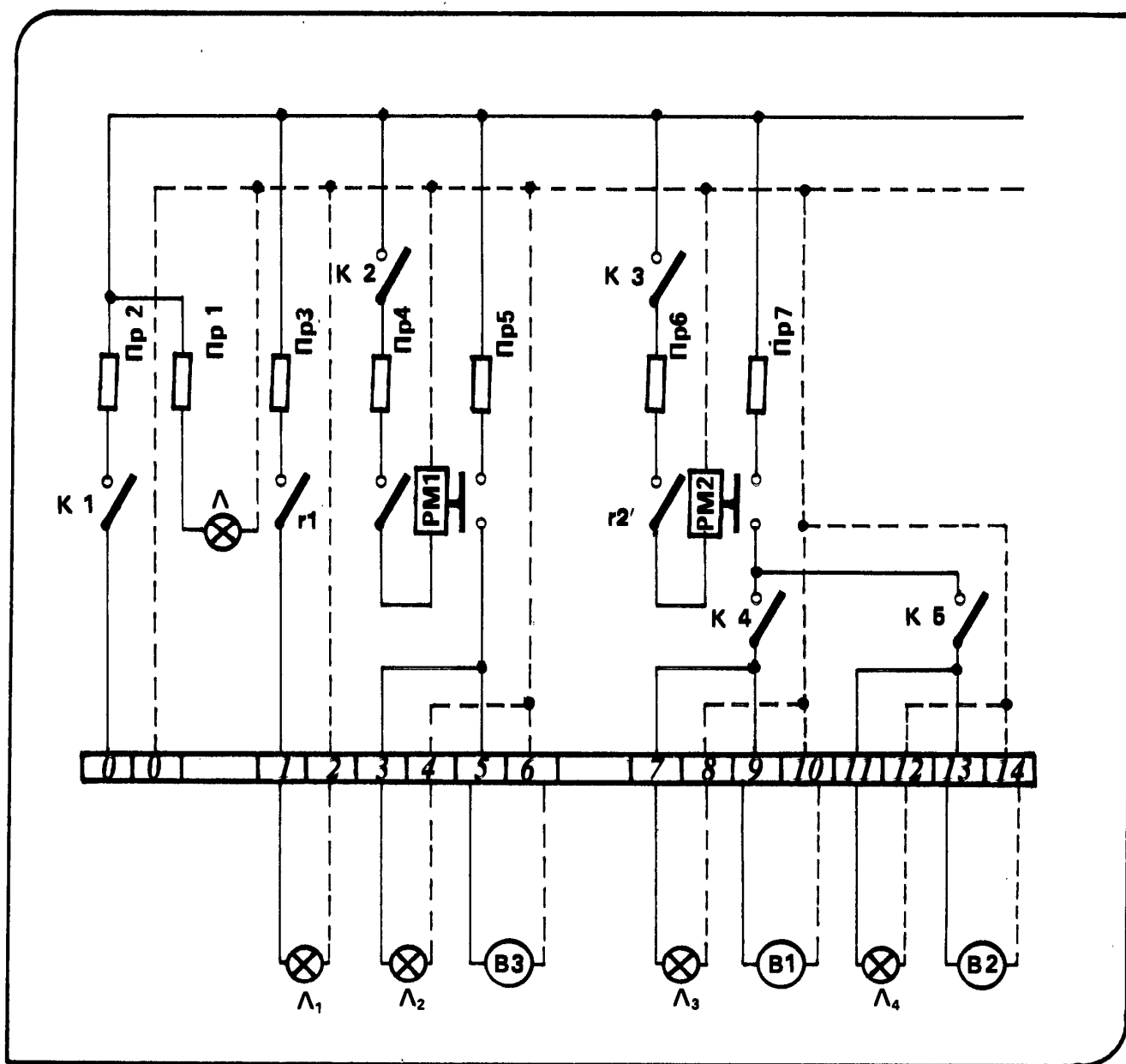
При този режим шибрите 2 и 4 са затворени, а шибрите 1,3,6 и 5 са отворени.

За да се улесни и оптимизира работата на слънчевата инсталация, се предлага и система за автоматичен контрол и регулиране. Използвани са схемните решения на Р. М. Марстън, публикувани в книгата „110 схеми с операционни усилватели“.

Показана е ключова схема (фиг. 119), която контролира температурата в помещението чрез датчика D_2 . При достигане на температурата релето $P1$ се включва и светва L (фиг. 120). За по-лесен визуален контрол е добре L_1 да се монтира в помещението. При светването на L_4 трябва да се премине към режима *акумулатор* — *въздушен колектор* — *акумулатор*.



Фиг. 119

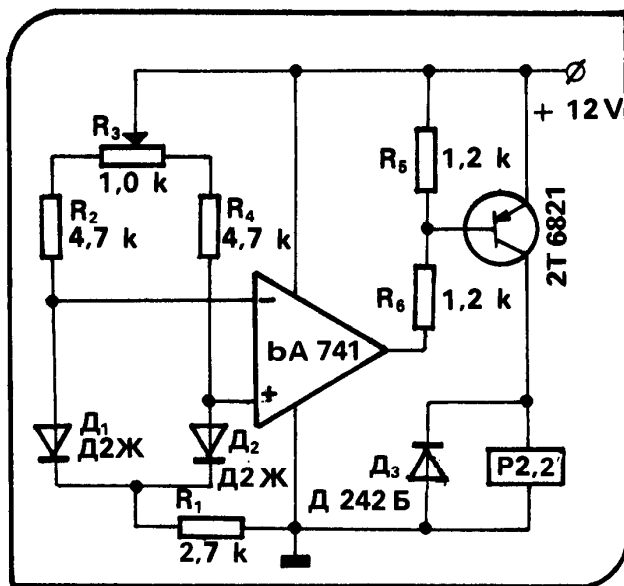


Фиг. 120

Дадена е схема на диференциален регулатор (фиг. 121), който е основен елемент в системата за автоматичен контрол и регулиране. В системата се използват два диференциални регулатора. Единият служи за контролиране и регулиране на режима *помещение* — *въздушен колектор* — *помещение* и работи по следния начин. Датчикът D_1 се монтира на изхода на колектора, а датчикът D_2 — в помещението. Ако температурата на въздуха на изхода на колектора е по-висока от тази в помещението, се включват вентилаторите B_1 и B_2 . В противен случай диференциалният регулатор спира вентилаторите. Другият диференциален регулатор е необходим при режима *акумулатор* — *въздушен колектор* — *акумулатор*. В този случай датчикът D_1 е монтиран също на изхода на колектора, а D_2 в акумулатора. При температура на изхода на колектора, по-висока от температурата в акумулатора, се включва вентилаторът B_3 , а при изравняване на двете температури диференциалният регулатор спира вентилатора. Температурната разлика $D_1 - D_2$ се наглася с потенциометъра и трябва да е в границите на $2-3^\circ\text{C}$.

Цялата инсталация, използваща енергията на слънцето, се изплаща за около 2 години.

За да се улесни и прецизира проектирането на слънчевата инсталация за друг обект (според индивидуалните потребности), предлагаме един сравнително лесен метод за изчисляване на необходимата



Фиг. 121

колекторна площ и обема на акумулатора. Той е разработен въз основа на публикациите на специалисти по слънчева енергетика.

За определянето на колекторната площ на слънчевата инсталация първо трябва да се изчисли необходимата енергия B за получаване на топла вода за битови нужди. Количеството топла вода се определя в зависимост от броя на членовете на семейството.

Необходимата енергия се изчислява по формулата

$$B = \frac{1,16n \nu (t_{кр} - t_{н}) 10^{-3}}{k},$$

където B е необходимото количество енергия, kWh/ден;

n — броят на потребителите;

ν — количеството топла вода на човек за ден (по норма 40—80 l);

$t_{кр}$ — крайната температура на водата (приема се $45-50^\circ\text{C}$);

$t_{н}$ — началната температура на водата (температурата на водата от водопроводната мрежа);

k — коефициентът на полезно действие (за малки инсталации той е в границите 0,6—0,7).

Обемът на акумулатора се определя по формулата:

$$V = \frac{B}{1,16 (t_a - t_{н}) 10^{-3}},$$

където V е обемът на акумулатора, l;

B — необходимото количество енергия, kWh/ден;

t_a — желаната температура на водата в акумулатора (приема се $50-55^\circ$);

$t_{н}$ — температурата на водата от водопроводната мрежа.

След така направените изчисления остава да се определи колекторната площ F :

$$F = \frac{B a}{Q},$$

където F е необходимата колекторна площ, m^2 ;

B — необходимото количество енергия, kWh/ден;

Q — енергията, получена от колекторите за ден, табл. 9, Wh/m^2 ;

a — корекционен коефициент за колектори, ориентирани на югоизток

или югозапад — табл. 11.

При изчисляването трябва да се има предвид, че за Q се избира най-ниската стойност от периода, през който ще се използва инсталацията.

Необходимият брой колектори N се изчислява по формулата:

$$N = \frac{F}{S},$$

където F е необходимата колекторна площ в m^2 ;

S — площта на един слънчев колектор.

Всички водопроводни тръби и въздухопроводи, намиращи се извън сградата, се изолират със стъклена вата на въжета със замазка, а намиращите се в сградата — с дунапрен с дебелина 3 mm. Изолацията на акумулатора е с минимална дебелина 200 mm. Използваните вентилатори са осови, прозоречни, 220 V.

Таблица 11

Отклонение от	Корекционен коефициент (a)	посоки юг
0°	1,00	
15°	1,02	
30°	1,05	
45°	1,12	