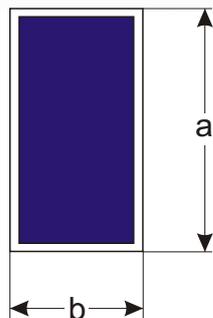


Вакуумный или плоский коллектор?

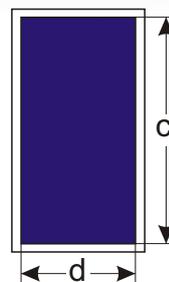
Сравнение площади коллекторов. Аппертурная площадь.

При покупке коллекторов трудно правильно оценить разницу между коллекторами. Поэтому для оценки рабочей поверхности коллекторов, используется понятие аппертурной площади. Аппертурная площадь - это площадь поверхности коллектора, которая принимает солнечное излучение.

Для плоского коллектора

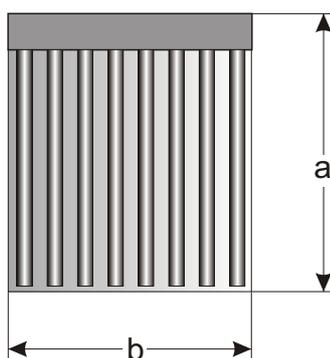


Общая площадь
 $S_{\text{общий}} = a \times b$

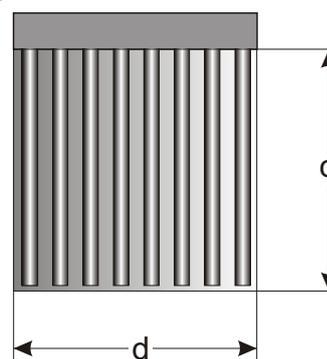


Аппертурная площадь
 $S_{\text{аппертурн.}} = c \times d$

Для вакуумного коллектора с отражателем

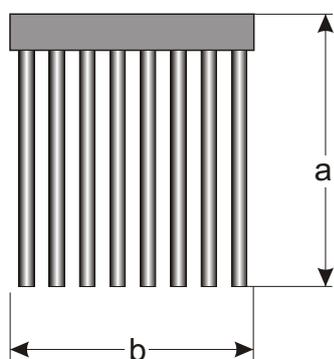


Общая площадь
 $S_{\text{общий}} = a \times b$

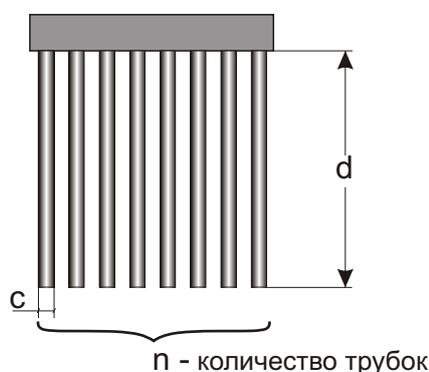


Аппертурная площадь
 $S_{\text{аппертурн.}} = c \times d$

Для вакуумного коллектора без отражателя



Общая площадь
 $S_{\text{общий}} = a \times b$



Аппертурная площадь
 $S_{\text{аппертурн.}} = c \times d \times n$

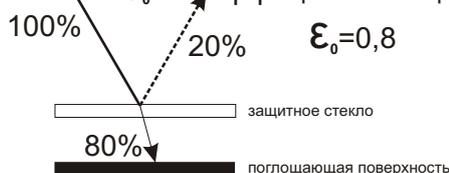
Следует обратить внимание, при оценке аппертурной поверхности вакуумного коллектора с отражателем используется площадь отражателя. При оценке рабочей поверхности коллектора без отражателя используется сумма проекций трубок.

Конверсия солнечного коллектора. От чего она зависит.

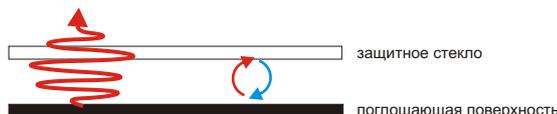
Задача солнечного коллектора поглощать солнечную энергию и преобразовывать ее в тепло. Поэтому можно говорить о так называемом КПД солнечного коллектора, или как это принято называть -солнечной конверсии. Солнечная конверсия - это отношение произведенной коллектором тепловой энергии к мощности солнечного излучения при определенных условиях. То есть, это коэффициент от 0 до 1 на который нужно умножить мощность солнечного излучения, что бы получить мощность которую производит коллектор.

От чего зависит уровень солнечной конверсии:

1. Светопропускная способность стекла - ϵ_0 . Коэффициент от 0 до 1 который зависит от отражающей способности стекла.



2. Потери тепла через теплопроводность защитного стекла - $A1$. Потери стекла через конвекцию и излучение - $A2$



Эти зависимости связаны формулой, по которой можно определить конверсию солнечного коллектора.

$$K = \epsilon_0 - A1 \frac{t_{\text{возд.}} - t_{\text{коллект.}}}{G} - A2 \frac{(t_{\text{возд.}} - t_{\text{коллект.}})^2}{G}$$

Где K - уровень конверсии в %
 $t_{\text{возд.}}$ - температура воздуха
 $t_{\text{коллект.}}$ - температура внутри коллектора
 G - мощность солнечной инсоляции

Таким образом мы установили:

1. Уровень конверсии солнечного коллектора постоянно меняется.
2. Чем выше уровень солнечной инсоляции G и коэффициент пропускной способности стекла ϵ_0 , тем большую производительность коллектора мы будем иметь.
3. Чем выше коэффициенты теплопотерь $A1$ и $A2$, и разница температур между температурой воздуха и коллектора, тем меньшую производительность коллектора мы получим.

Мощность солнечного коллектора. От чего она зависит.

Солнечная конверсия зависит от коэффициентов A_1 , A_2 , ξ_0 . Эти параметры устанавливаются в результате лабораторных испытаний солнечных коллекторов различными исследовательскими институтами. Они рассчитываются исходя из поглощающей способности коллектора на единицу аппертурной площади, и определяются при условии что солнечные лучи будут падать перпендикулярно плоскости коллектора.

Для того что бы определить мощность солнечного коллектора необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$Q = K \times G \times S$$

Где: K - уровень конверсии коллектора при определенных условиях

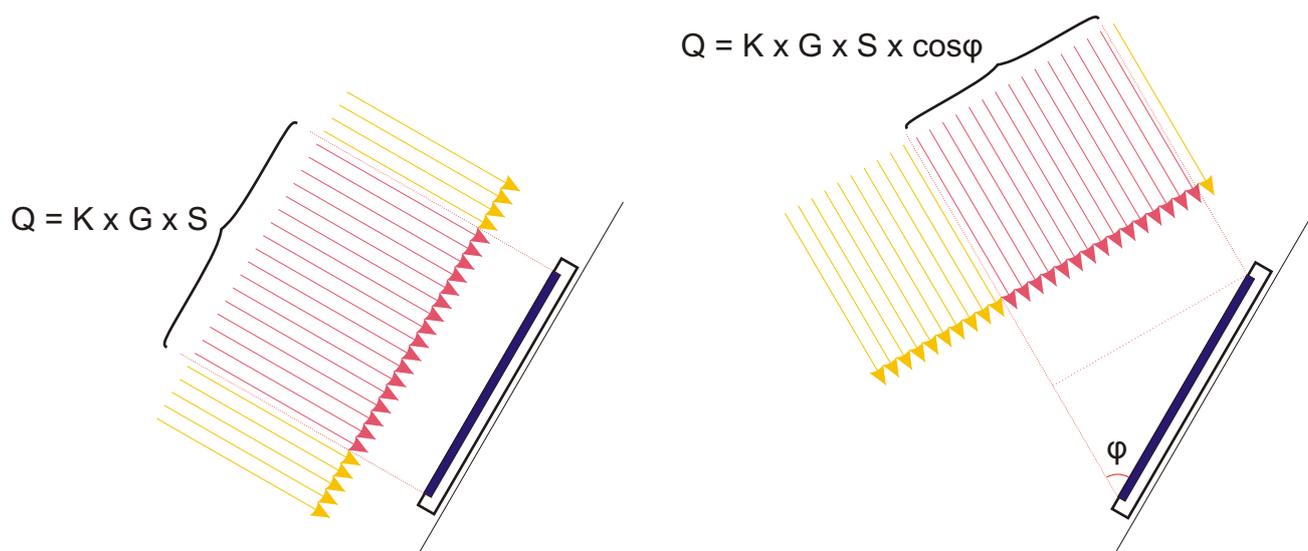
G - мощность солнечного излучения, $Вт/м^2$

S - аппертурная площадь коллектора, $м^2$

Q - производительность коллектора

Угол падения солнечных лучей. Изменение угла на протяжении года.

В предыдущей главе мы научились определять мощность коллектора в зависимости от некоторых переменных. Но есть еще один важный фактор который очень сильно влияет на производительность коллектора. Это угол падения солнечных лучей. Предыдущая формула справедлива, но если лучи падают под углом к плоскости солнечного коллектора, то на площадь коллектора не сможет попасть прежнее количество солнечного излучения.



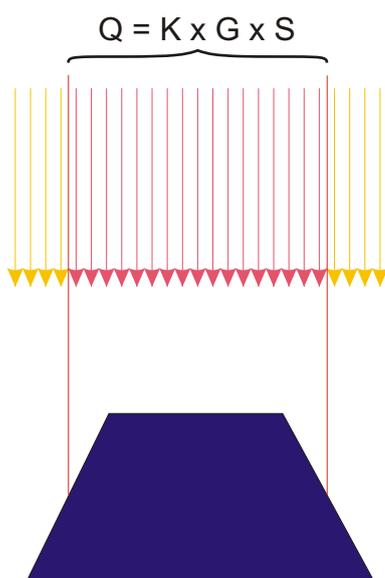
В дополнение к этому, коэффициент светопропускной способности меняется в меньшую сторону (сказывается отражение от поверхности стекла). Исходя из этого мощность и вакуумного и плоского солнечного коллектора меняется вслед за изменением положения солнца на небе от лета к зиме и наоборот. Из практики рекомендуют использовать оптимальный угол, который равен географической широте места установки. Такой угол позволяет получить максимальное количество солнечных лучей зимой, не теряя много производительности коллектора летом.

Вакуумный или плоский коллектор

Угол падения солнечных лучей. Изменение угла на протяжении дня.

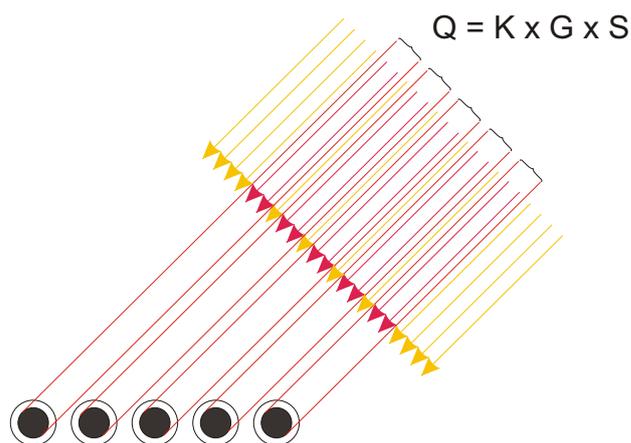
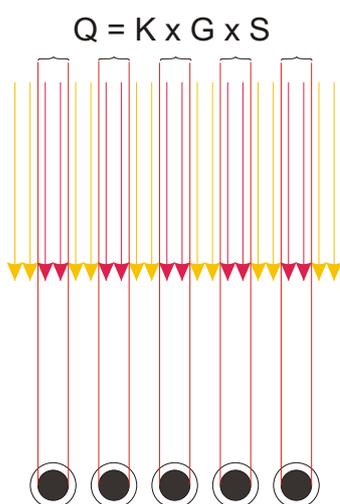
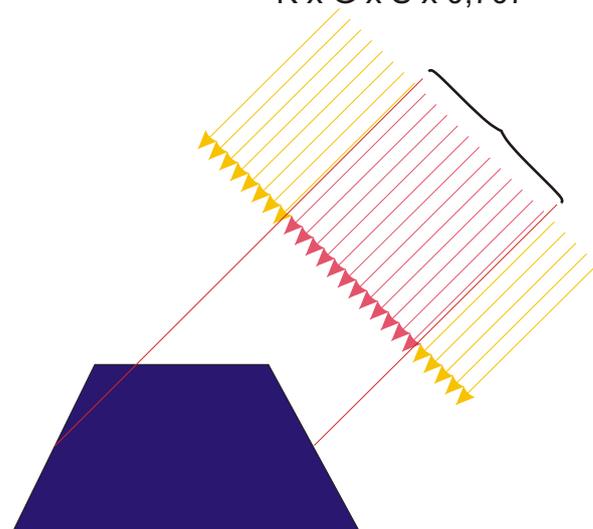
На протяжении дня солнце на небе меняет свое положение с востока (утром) на запад (вечером). Каждый час солнце сдвигается по небосклону на 15° . В этом случае можно увидеть большую разницу в принципах поглощения солнечной инсоляции различными типами коллекторов.

Падение солнечных лучей в полдень.
Угол 0° к вертикали.



Падение солнечных лучей в 9.00 и 15.00
Угол 45° к вертикали.

$$Q = K \times G \times S \times \cos 45^\circ = K \times G \times S \times 0,707$$



- K - уровень конверсии коллектора при определенных условиях
- G - мощность солнечного излучения, $\text{Вт}/\text{м}^2$
- S - аппертурная площадь коллектора, м^2
- Q - производительность коллектора

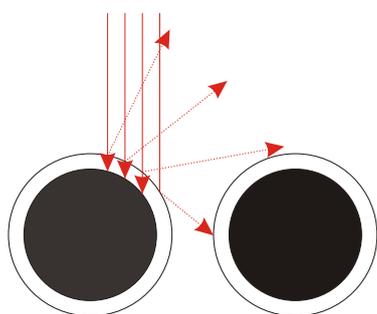
Таким образом, при отклонении солнца от зенита, разница между производительностью плоского и вакуумного коллекторов начинает расти. Например в 9 часов утра и в 3 часа по полудни, в одних и тех же условиях вакуумный трубчатый коллектор будет эффективнее не менее чем на 30%.

Дополнительное отражение в вакуумном солнечном коллекторе.

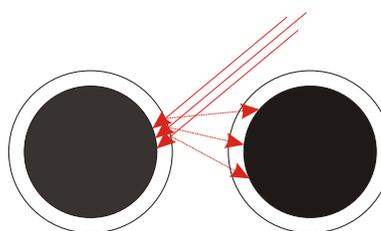
В отличие от плоских солнечных коллекторов, вакуумные имеют защитное стекло круглой формы. Из-за этого светопропускная способность любого вакуумного коллектора хуже чем плоского - круглая форма стекла сильнее преломляет солнечные лучи и способствует отражению.

Эту разницу всегда видно по коэффициенту светопропускной способности ξ_0 . Но круглая форма стекла и абсорбера дают преимущество в дополнительном отражении света, и позволяют дополнительно поглощать отраженные лучи неосвещенной частью абсорбера. Как это выглядит на самом деле.

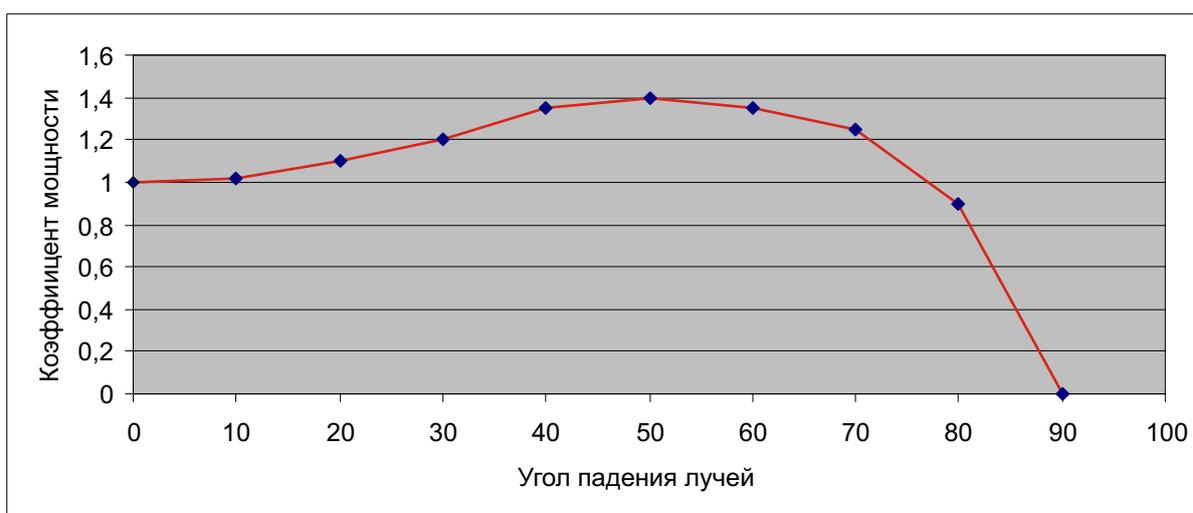
Угол 0° к вертикали.



Угол 50° к вертикали.



Поэтому вакуумный коллектор с круглым абсорбером имеет увеличенную производительность при падении солнечных лучей под углом. Эта производительность зависит от диаметра трубок и расстояния между ними и для каждого производителя коллекторов такого типа будет разной. Для вакуумного солнечного коллектора Apricus AP-30, зависимость производительности от угла падения лучей можно рассмотреть на следующей диаграмме.



Отсюда следует что вакуумный коллектор с круглым абсорбером может дополнительно вырабатывать на 40% больше тепла в тот момент когда солнечные лучи падают под углом 50° к вертикали. Это соответствует времени 8.40 утра и 15.20 дня.

Вакуумный или плоский коллектор



Сравнение производительности вакуумного коллектора Apricus AP-30 и плоского коллектора Apricus FPC-A32

Исходя из перечисленной выше методики получения производительности солнечных коллекторов, попробуем определить разницу в производительности вакуумного и плоского коллектора Apricus, для четырех разных дней в разное время года, в г. Одессе

Вакуумный коллектор Apricus AP-30

Аппертурная площадь - 2,83 кв.м.
Светопропускная способность E0 - 0,687
Коэффициент теплопотерь A1 - 1,505
Коэффициент теплопотерь A2 - 0,011

Плоский коллектор Apricus FPC A-32

Аппертурная площадь - 2,8 кв.м.
Светопропускная способность E0 - 0,749
Коэффициент теплопотерь A1 - 2,77
Коэффициент теплопотерь A2 - 0,023

Исходные данные

Средний уровень солнечной инсоляции под углом 48 град. и температура воздуха на протяжении суток в январе в Одессе, кВт*час/кв.м																								
Время	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Мощность							0,02	0,03	0,05	0,14	0,23	0,32	0,30	0,28	0,26	0,18	0,10	0,02	0,01	0,01				
Температура 18.01.2012	-4,5	-4,7	-4,7	-5,0	-6,0	-6,6	-6,5	-6,7	-6,7	-6,5	-6,2	-5,0	-5,1	-4,8	-4,9	-5,2	-5,3	-5,4	-5,5	-5,7	-5,8	-6,2	-6,5	-6,8

Средний уровень солнечной инсоляции под углом 48 град. и температура воздуха на протяжении суток в апреле в Одессе, кВт*час/кв.м																								
Время	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Мощность						0,02	0,05	0,07	0,28	0,37	0,46	0,55	0,52	0,50	0,47	0,37	0,28	0,16	0,11	0,05				
Температура 24.04.2012	12,9	12,5	12,1	11,3	10,8	10,3	9,5	9,9	13,0	14,5	14,9	15,5	15,7	16,2	16,0	15,7	15,3	16,3	16,6	15,8	14,9	14,7	14,4	14,1

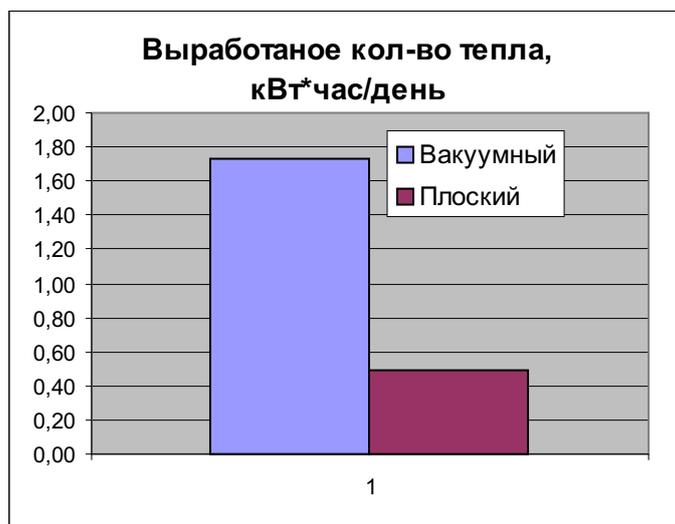
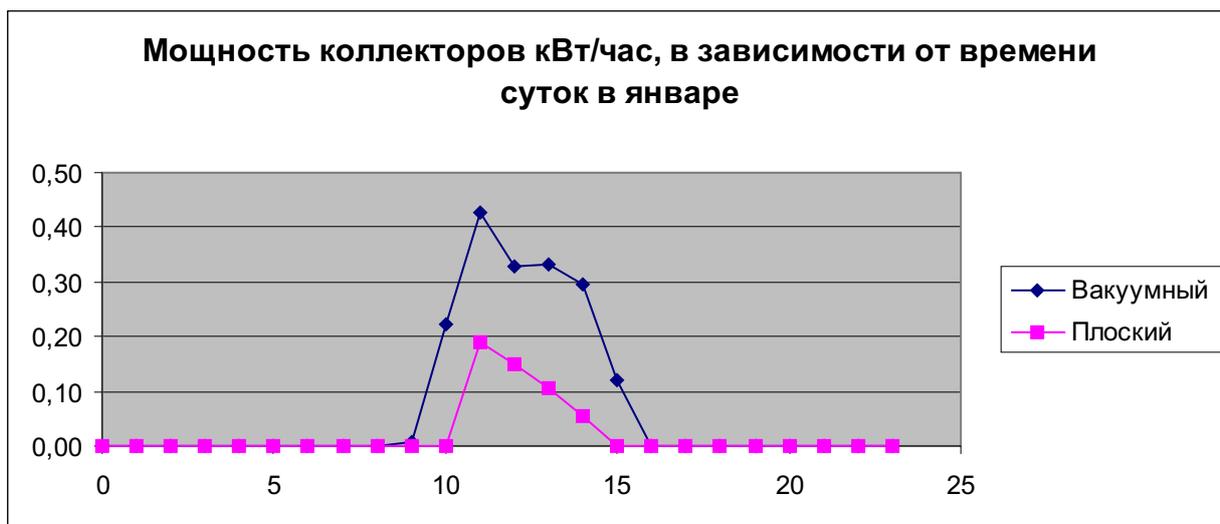
Средний уровень солнечной инсоляции под углом 48 град. и температура воздуха на протяжении суток в июле в Одессе, кВт*час/кв.м																								
Время	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Мощность						0,02	0,04	0,15	0,22	0,36	0,43	0,51	0,59	0,56	0,53	0,50	0,41	0,32	0,23	0,18	0,14	0,09	0,04	
Температура 20.07.2012	26,4	26,2	26,0	25,4	25,4	24,7	24,1	27,2	28,6	29,7	30,1	32,8	33,1	32,1	29,4	28,5	28,6	27,8	27,5	27,9	29,4	29,5	25,3	24,6

Средний уровень солнечной инсоляции под углом 48 град. и температура воздуха на протяжении суток в октябре в Одессе, кВт*час/кв.м																								
Время	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Мощность								0,14	0,21	0,31	0,41	0,51	0,53	0,51	0,51	0,48	0,45	0,42	0,39	0,35				
Температура 21.10.2012	14,0	13,5	13,3	12,8	12,2	12,6	12,7	12,9	13,0	13,1	14,6	15,1	15,5	16,3	17,6	18,2	17,4	17,3	16,5	16,1	15,8	15,6	15,8	15,2

ЯНВАРЬ

Время	Мощность инсоляции, кВт*час/кв.м.	Температура воздуха (18.01.12), С	Конверсия вакуумного, %	Конверсия плоского, %	Мощность вакуумного (без учета угла отклонения), кВт	Мощность плоского (без учета угла отклонения), кВт	Угол отклонения солнечных лучей от вертикали, град.	Потеря плоского из-за косинуса угла, %	Прибавка вакуумного из-за угла отклонения, %	Мощность вакуумного коллектора, кВт	Мощность плоского коллектора, кВт
0		-4,5					180			0,00	0,00
1		-4,7					165			0,00	0,00
2		-4,7					150			0,00	0,00
3		-5,0					135			0,00	0,00
4		-6,0					120			0,00	0,00
5		-6,6					105			0,00	0,00
6	0,02	-6,5					90			0,00	0,00
7	0,03	-6,7					75	0,26	1,08	0,00	0,00
8	0,05	-6,7					60	0,50	1,35	0,00	0,00
9	0,14	-6,5	0,01		0,01		45	0,71	1,38	0,01	0,00
10	0,23	-6,2	0,28		0,18	0,00	30	0,87	1,2	0,22	0,00
11	0,32	-5	0,41	0,22	0,37	0,20	15	0,97	1,15	0,43	0,19
12	0,30	-5,1	0,39	0,18	0,33	0,15	0	1,00	1,00	0,33	0,15
13	0,28	-4,8	0,37	0,14	0,29	0,11	15	0,97	1,15	0,33	0,10
14	0,26	-4,9	0,34	0,09	0,25	0,06	30	0,87	1,20	0,30	0,05
15	0,18	-5,2	0,18		0,09		45	0,71	1,38	0,12	0,00
16	0,10	-5,3					60	0,50	1,35	0,00	0,00
17	0,02	-5,4					75	0,26	1,08	0,00	0,00
18	0,01	-5,5					90			0,00	0,00
19	0,01	-5,7					105			0,00	0,00
20		-5,8					120			0,00	0,00
21		-6,2					135			0,00	0,00
22		-6,5					150			0,00	0,00
23		-6,8					165			0,00	0,00

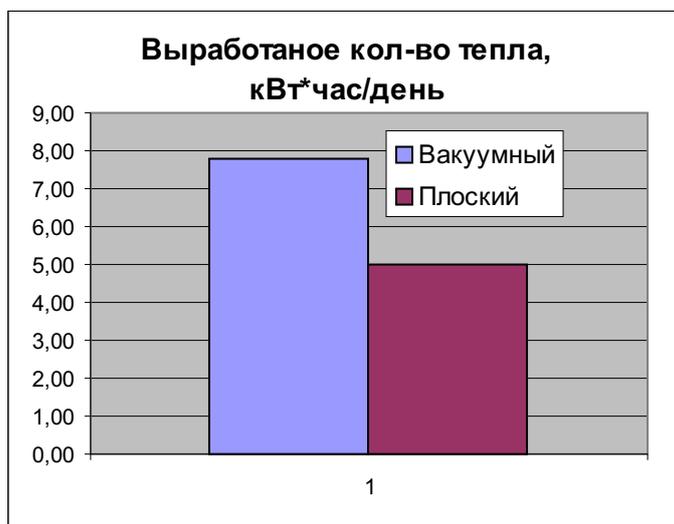
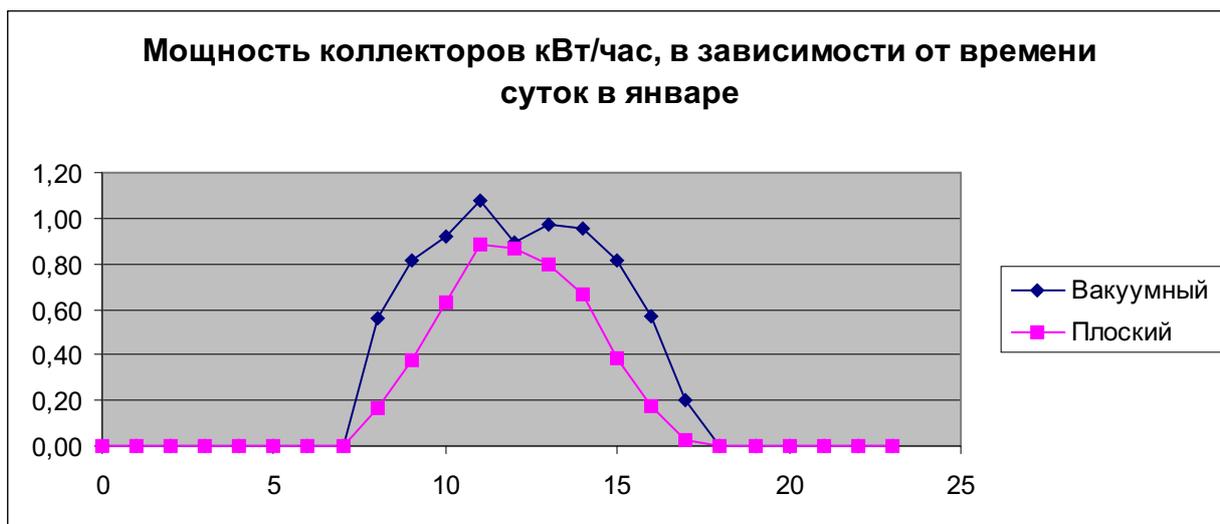
ЯНВАРЬ



АПРЕЛЬ

Время	Мощность инсоляции, кВт*час/кв.м.	Температура воздуха (18.01.12), С	Конверсия вакуумного, %	Конверсия плоского, %	Мощность вакуумного (без учета угла отклонения), кВт	Мощность плоского (без учета угла отклонения), кВт	Угол отклонения солнечных лучей от вертикали, град.	Потеря плоского из-за косинуса угла, %	Прибавка вакуумного из-за угла оклонения, %	Мощность вакуумного коллектора, кВт	Мощность плоского коллектора, кВт
0		12,9					180			0,00	0,00
1		12,5					165			0,00	0,00
2		12,1					150			0,00	0,00
3		11,3					135			0,00	0,00
4		10,8					120			0,00	0,00
5	0,02	10,3					105			0,00	0,00
6	0,05	9,5					90			0,00	0,00
7	0,07	9,9					75	0,26	1,08	0,00	0,00
8	0,28	13	0,52	0,42605	0,41	0,34	60	0,50	1,35	0,56	0,17
9	0,37	14,5	0,56	0,5183	0,59	0,54	45	0,71	1,38	0,82	0,38
10	0,46	14,9	0,59	0,56576	0,76	0,73	30	0,87	1,2	0,92	0,63
11	0,55	15,5	0,61	0,59942	0,94	0,92	15	0,97	1,15	1,08	0,89
12	0,52	15,7	0,60	0,59389	0,89	0,87	0	1,00	1,00	0,89	0,87
13	0,50	16,2	0,60	0,59014	0,85	0,82	15	0,97	1,15	0,97	0,79
14	0,47	16	0,60	0,58026	0,80	0,77	30	0,87	1,20	0,96	0,66
15	0,37	15,7	0,57	0,52888	0,59	0,54	45	0,71	1,38	0,82	0,38
16	0,28	15,3	0,53	0,45453	0,42	0,36	60	0,50	1,35	0,57	0,18
17	0,16	16,3	0,42	0,25016	0,19	0,11	75	0,26	1,08	0,20	0,03
18	0,11	16,6	0,29	0,01174	0,09		90	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,05	15,8					105			0,00	0,00
20		14,9					120			0,00	0,00
21		14,7					135			0,00	0,00
22		14,4					150			0,00	0,00
23		14,1					165			0,00	0,00

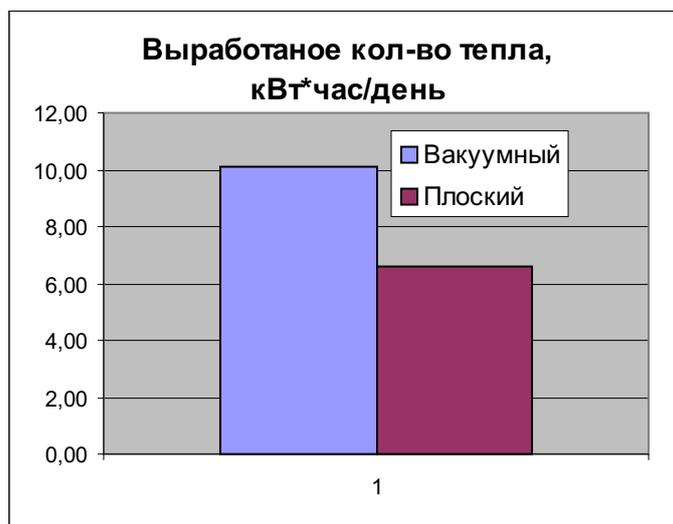
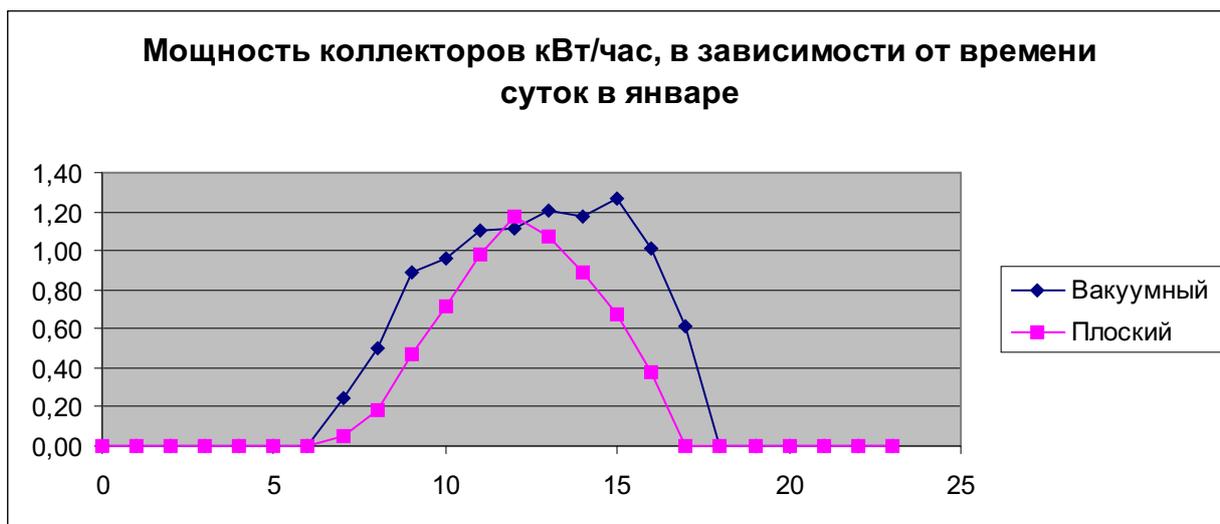
АПРЕЛЬ



ИЮЛЬ

Время	Мощность инсоляции, кВт*час/кв.м.	Температура воздуха (20.07.2012), С	Конверсия вакуумного, %	Конверсия плоского, %	Мощность вакуумного (без учета угла отклонения), кВт	Мощность плоского (без учета угла отклонения), кВт	Угол отклонения солнечных лучей от вертикали, град.	Потеря плоского из-за косинуса угла, %	Прибавка вакуумного из-за угла отклонения, %	Мощность вакуумного коллектора, кВт	Мощность плоского коллектора, кВт
0		26,4					180			0,00	0,00
1		26,2					165			0,00	0,00
2		26					150			0,00	0,00
3		25,4					135			0,00	0,00
4		25,4					120			0,00	0,00
5	0,02	24,7					105			0,00	0,00
6	0,04	24,1	0,09		0,01		90	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,15	27,2	0,55	0,48541	0,23	0,20	75	0,26	1,08	0,25	0,05
8	0,22	28,6	0,60	0,5899	0,37	0,36	60	0,50	1,35	0,50	0,18
9	0,36	29,7	0,64	0,66228	0,65	0,66	45	0,71	1,38	0,89	0,47
10	0,43	30,1	0,65	0,6807	0,80	0,83	30	0,87	1,2	0,96	0,72
11	0,51	32,8	0,66	0,70771	0,96	1,01	15	0,97	1,15	1,11	0,98
12	0,59	33,1	0,67	0,71471	1,11	1,18	0	1,00	1,00	1,11	1,18
13	0,56	32,1	0,66	0,70732	1,05	1,11	15	0,97	1,15	1,21	1,07
14	0,53	29,4	0,65	0,6887	0,98	1,02	30	0,87	1,20	1,18	0,88
15	0,50	28,5	0,65	0,67921	0,92	0,95	45	0,71	1,38	1,27	0,67
16	0,41	28,6	0,64	0,66484	0,75	0,76	60	0,50	1,35	1,01	0,38
17	0,32	27,8	0,62	0,63321	0,57	0,57	75	0,26	1,08	0,61	0,00
18	0,23	27,5	0,60	0,58437	0,39	0,38	90	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,18	27,9	0,58	0,54911	0,30	0,28	105			0,00	0,00
20	0,14	29,4	0,56	0,51565	0,22	0,20	120			0,00	0,00
21	0,09	29,5	0,50	0,39485	0,13	0,10	135			0,00	0,00
22	0,04	25,3	0,14		0,02		150			0,00	0,00
23		24,6					165			0,00	0,00

ИЮЛЬ



ОКТАБРЬ

Местное время	Мощность инсоляции, кВт*час/кв.м.	Температура воздуха (21.10.12), С	Конверсия вакуумного, %	Конверсия плоского, %	Мощность вакуумного (без учета угла отклонения), кВт	Мощность плоского (без учета угла отклонения), кВт	Угол отклонения солнечных лучей от вертикали, град.	Потеря плоского из-за косинуса угла, %	Прибавка вакуумного из-за угла отклонения, %	Мощность вакуумного коллектора, кВт	Мощность плоского коллектора, кВт
0		14					180			0,00	0,00
1		13,5					165			0,00	0,00
2		13,3					150			0,00	0,00
3		12,8					135			0,00	0,00
4		12,2					120			0,00	0,00
5		12,6					105			0,00	0,00
6		12,7					90	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,14	12,9	0,33	0,086	0,13	0,03	75	0,26	1,08	0,14	0,01
8	0,21	13	0,45	0,30893	0,27	0,18	60	0,50	1,35	0,36	0,09
9	0,31	13,1	0,53	0,45472	0,47	0,39	45	0,71	1,38	0,64	0,28
10	0,41	14,6	0,58	0,54195	0,67	0,62	30	0,87	1,2	0,81	0,54
11	0,51	15,1	0,60	0,58681	0,87	0,84	15	0,97	1,15	1,00	0,81
12	0,53	15,5	0,60	0,59404	0,90	0,88	0	1,00	1,00	0,90	0,88
13	0,51	16,3	0,61	0,5959	0,88	0,86	15	0,97	1,15	1,01	0,83
14	0,51	17,6	0,61	0,60561	0,89	0,87	30	0,87	1,20	1,06	0,75
15	0,48	18,2	0,61	0,60068	0,83	0,81	45	0,71	1,38	1,14	0,57
16	0,45	17,4	0,60	0,58321	0,76	0,73	60	0,50	1,35	1,03	0,37
17	0,42	17,3	0,59	0,5694	0,70	0,66	75	0,26	1,08	0,75	0,00
18	0,39	16,5	0,58	0,54868	0,64	0,60	90	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,35	16,1	0,57	0,52019	0,55	0,51	105			0,00	0,00
20		15,8					120			0,00	0,00
21		15,6					135			0,00	0,00
22		15,8					150			0,00	0,00
23		15,2					165			0,00	0,00

ОКТАБРЬ

