

40.715
С84
1187192

НОВОЕ
В МЕХАНИЗАЦИИ
ЖИВОТНОВОДСТВА



Д.С. СТРЕБКОВ
А.Т. БЕЛЕНОВ
В.П. МУРУГОВ

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ЭНЕРГИИ СОЛНЦА**

НИВА РОССИИ



НОВОЕ
В МЕХАНИЗАЦИИ
ЖИВОТНОВОДСТВА

Д.С. СТРЕБКОВ
А.Т. БЕЛЕНОВ
В.П. МУРУГОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА

МОСКВА «НИВА РОССИИ» 1992

ББК 40.71
С84
УДК 631.3

Составители библиотечки
В. И. Сыроватка, В. М. Усаковский

Стребков Д. С., Беленов А. Т., Муругов В. П.
С 84 Использование энергии солнца.— М.: «Нива Рос-
сии». 1992.— (Б-чка «Новое в механизации животно-
водства»).— 48 с.: ил.

ISBN 5-260-00594-5

В брошюре изложены принципиальные основы преобра-
зования солнечной энергии в тепловую и электрическую. При-
ведены описания, схемы и параметры реализованных в сельско-
хозяйственной практике тепловых и фотоэлектрических сол-
нечных установок. Рассмотрена энергетическая и экономи-
ческая эффективность гелиоустановок.

Предназначена для специалистов сельского хозяйства.

С 3703020000—010
М104(03)—92 37—91

ББК 40.71

Производственное издание

Стребков Дмитрий Семенович
Беленов Александр Тихонович
Муругов Валентин Павлович

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА

(Б-чка «Новое в механизации животноводства»)

Составители Сыроватка Владимир Иванович,
Усаковский Владимир Моисеевич

Зав. редакцией Э. М. Понина. Редактор Е. В. Шувалова. Художественный редактор
Н. А. Болдырева. Обложка художника Г. Л. Шацкого. Технический редактор
А. А. Айсына. Корректор Т. Д. Звягинцева.

ИБ № 3183

Сдано в набор 27.08.91. Подписано в печать 16.12.91. Формат 84 × 108¹/₃₂. Бумага тип. № 2.
Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,52. Усл. кр.-отт. 2,73. Уч. изд. л. 2,74.

Тираж 2000 экз. Заказ № 1816. Изд. № 1622.

Издательство «Нива России», 117218, Москва, ул. Кржижановского, д. 15, корп. 2.

170000, г. Тверь, Студенческий пер., 28.
Областная типография.

© В. И. Сыроватка, В. М. Усаковский,
составители, 1992

ISBN 5-260-00594-5 © Д. С. Стребков, А. Т. Беленов, В. П. Муругов,
авторы текста, 1992

Солнце — источник неисчерпаемой, повсеместно распространенной экологически чистой энергии.

В сельских регионах нашей страны, благоприятных для использования солнечной энергии (продолжительность сияния 2000—3000 ч в году, приход суммарного солнечного излучения 1250—1850 кВт · ч/м² в год), производится более 50 % валового объема сельскохозяйственной продукции, в том числе около 42 % валовой продукции животноводства.

В сфере животноводства солнечную энергию можно использовать для подогрева и опреснения воды, обогрева и кондиционирования сельскохозяйственных сооружений, досушивания сена, охлаждения продукции и др.

Перспективно использование прямого преобразования солнечной энергии в электрическую (фотоэлектричество), особенно для электроснабжения удаленных от сетей автономных животноводческих объектов, подъема воды на пастбищах. Применение фотоэлектрических систем позволит постепенно заменить традиционные энергоносители (жидкое топливо, гальванические элементы).

Рассмотрению этих вопросов и посвящена данная брошюра.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ СОЛНЦА

Солнечная лучистая энергия представляет собой поток идущего от солнца электромагнитного излучения, почти вся энергия которого сосредоточена в области 200—4000 нм. Этот участок спектра делится на 3 диапазона (рис. 1): ультрафиолетовый с длиной волны менее 380 нм, видимый с длиной волны 380—750 нм и инфракрасный с длиной волны более 750 нм.

Солнечное излучение характеризуют следующие величины:

прямое излучение (прямая радиация) на перпендикулярную лучам поверхность S , поступающее к Земле в виде почти параллельных лучей;

прямое излучение на горизонтальную поверхность S^1 ;
 рассеянное излучение (диффузная радиация) D . Это часть рассеиваемого атмосферой солнечного излучения, поступающее к Земле, на горизонтальную поверхность со всех точек небосвода;

суммарное излучение Q на горизонтальную поверхность (суммарная радиация), которое можно вычислить по формуле: $Q = S^1 + D$.

Возможность использования солнечной энергии на зем-

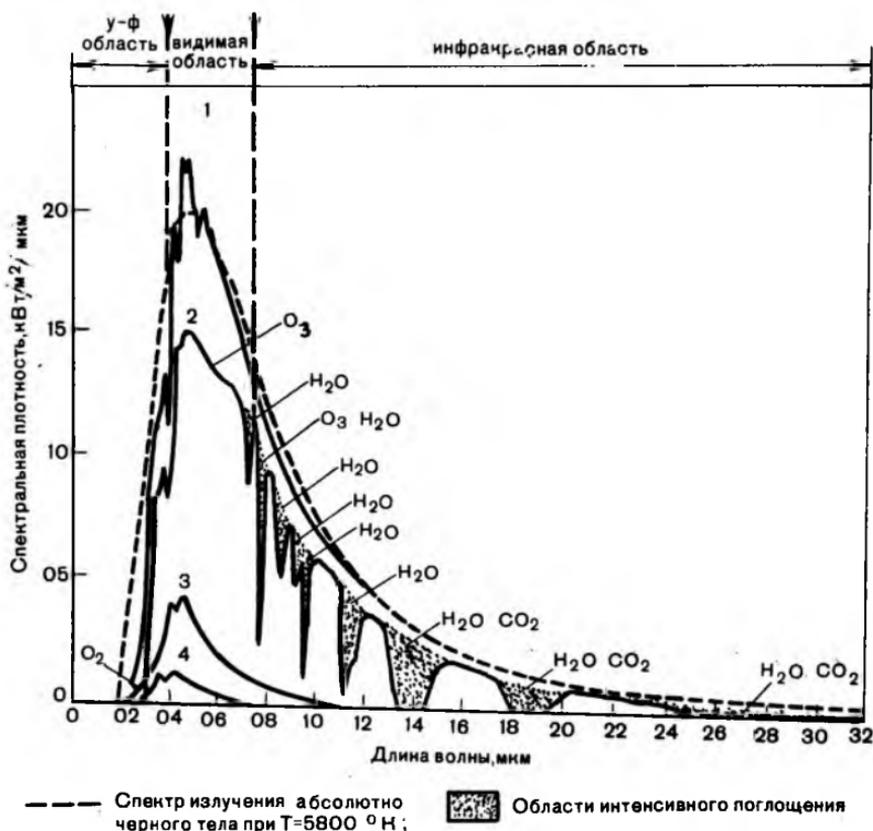


Рис. 1. Спектральный состав солнечного излучения:

1 — на внешней границе атмосферы; 2 — прямое на уровне моря; 3 — диффузное при легкой дымке; 4 — диффузное в высокогорье; O_3 , H_2O , CO_2 — компоненты атмосферы, соответственно озон, водяные пары, углекислый газ.

ной поверхности зависит от широты местности, времени года, состояния погоды, наклона, площади и ориентации лучевоспринимающей поверхности гелиоустановки. При этом влияние первых двух факторов связано с траекторией движения Земли вокруг Солнца. Эти факторы так же, как и состояние погоды, не зависят от потребителя, который только выбирает наклон, задает площадь и ориентирует лучевоспринимающую поверхность. От правильного выбора последних зависит эффективность работы гелиоустановки.

Основной количественной характеристикой солнечного излучения является поток лучистой энергии, проходящий в единицу времени через единицу поверхности. Он называется плотностью потока излучения, а также интенсивностью. В системе СИ интенсивность измеряют в $\text{Вт}/\text{м}^2$, кроме того, в актинометрии широко используют единицы $\text{кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин})$, которые связаны между собой соотношением: $1 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{мин}) = 698 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

При интегральной оценке поступившей солнечной энергии важными показателями являются суммы приходящего излучения (суммы радиации), т. е. количество излучения, пришедшее на единицу площади поверхности за заданное время действия облучения: час, сутки, месяц, год. Суммы радиации измеряют в $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$, $\text{МДж}/\text{м}^2$, $\text{ккал}/\text{см}^2$. Эти единицы показателей связаны между собой соотношениями: $1 \text{ ккал}/\text{см}^2 = 41,9 \text{ МДж}/\text{м}^2 = 11,63 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$.

При среднем расстоянии от Земли до Солнца 149,6 млн. км на внешней части земной атмосферы интенсивность солнечного излучения составляет около $1360 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Эта величина называется солнечной постоянной.

Вследствие различных взаимодействий в атмосфере до земной поверхности доходит лишь часть потока солнечного излучения.

Значения высоты Солнца 90° , 30° , 20° и 12° при безоблачной атмосфере соответствуют интенсивности прямого излучения на объекте, обращенном непосредственно к Солнцу, около 900, 750, 600 и 400 $\text{Вт}/\text{м}^2$. Для ориентировочных расчетов абсолютные значения рассеянной составляющей интенсивности излучения на горизонтальную поверхность для тех же высот Солнца принимают равными около 110, 90, 70 и 50 $\text{Вт}/\text{м}^2$ соответственно. В облачную погоду интенсивность рассеянного излучения может быть выше и ниже указанных величин в зависимости от времени суток, состава и плотности облачности.

Спектральное распределение энергии и плотность потока при прохождении солнечного излучения через атмосферу изменяются. Поглощается озоновым слоем или преобразу-

Таблица 1. Месячные суммы солнечной радиации

Широта местности, град.	Суммарная солнечная				
	январь	февраль	март	апрель	май
65	8,1	32,6	93,0	168,6	233,8
60	20,9	50,0	115,1	186,1	241,9
55	36,1	72,1	136,1	201,2	248,9
50	55,8	95,4	154,7	215,2	258,2
45	77,9	119,8	172,1	226,8	262,8
40	102,3	141,9	190,7	236,1	267,5

ется ультрафиолетовое излучение и часть видимого спектра, поглощается молекулами водяного пара и углекислого газа значительная часть инфракрасного излучения, рассеивается в атмосфере или отражается от туч и облаков видимая часть спектра.

Важнейшей чертой прохождения лучистой энергии в условиях атмосферы является ее молекулярное и аэрозольное рассеивание и образование потока диффузного (рассеянного) излучения. Но, по-видимому, основным фактором, определяющим интенсивность солнечного излучения в той или иной точке земной поверхности, является пройденный им путь в атмосфере, задаваемый высотой Солнца над горизонтом. Потери на этом пути связаны с рассеянием, поглощением, отражением излучения, зависящим от времени суток, сезона и географического местоположения. При этом чем ниже высота Солнца, тем протяженнее путь лучей в атмосфере и тем больше эти величины.

При безоблачном небе приход прямого излучения на горизонтальную поверхность увеличивается с высотой Солнца и улучшением прозрачности атмосферы. Процесс возрастания рассеянного излучения идет с меньшей быстротой, чем возрастание прямого.

Основная часть Российской Федерации расположена в зоне умеренного поступления солнечного излучения. Это обусловлено, главным образом, широтой местности сельскохозяйственных районов, а также преобладанием облачной погоды на европейской территории страны. Высота Солнца в полуденные часы для основных сельскохозяйственных зон России может достигать в июне 49—72° (с севера на юг), а в декабре всего 2—25° (с севера на юг.).

Распределение солнечного излучения, приходящего на земную поверхность, зависит от широты местности и времени года. В таблице 1 приведены месячные суммы суммарной радиации при безоблачном небе для основных сельскохозяй-

на горизонтальную поверхность при безоблачном небе

радиация, кВт·ч/м ²						
июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
265,2	254,7	181,3	110,5	50,0	16,3	2,3
266,3	248,9	194,2	131,4	70,9	30,2	12,8
272,1	254,7	208,2	150,0	90,7	46,5	26,7
275,6	262,8	222,1	167,4	112,8	67,5	34,9
278,0	269,3	233,7	183,8	133,7	90,7	68,6
279,1	272,1	243,1	205,9	153,6	112,8	89,6

ственных районов РСФСР. Однако из-за облачности и территориального изменения прозрачности атмосферы эти показатели существенно отличаются от теоретически возможных, что наглядно подтверждают рисунки 2, 3, где картографически показано реальное распределение годовых сумм числа часов солнечного сияния и суммарного излучения.

Применительно к производственным процессам в животноводстве можно использовать таблицы 2, 3, разработанные Главной геофизической лабораторией (ГГО). При этом пределы изменения сезонных сумм по району соответствуют перемещению с севера на юг.

Т а б л и ц а 2. Доля сезонных сумм прямой радиации в годовом приходе

Район и диапазон широт	Доля сезонных сумм прямой радиации в годовой сумме, %			
	март	июнь	октябрь	декабрь — февраль
Европейская территория страны:				
от 60 до 50° с. ш.	53—45		38—44	8—12
южнее 50° с. ш.	44—35		45—48	12—17
Западная Сибирь:				
от 60 до 50° с. ш.	52—41		40—37	11—18
южнее 50° с. ш.	43—34		41—47	19—26
Восточная Сибирь:				
южнее 60° до госграницы	50—38		43—35	10—15
Дальний Восток:				
от 60 до 50° с. ш.	50—39		38—33	14—28
от 50° до госграницы	39—33		35—32	27—34

С помощью рисунка 2 отдельно или совместно с таблицей 2 можно оценить продолжительность работы гелиоустановки, а пользуясь рисунком 3 отдельно или совместно с таблицей 3. — работу гелиоустановок с плоскими коллекторами.

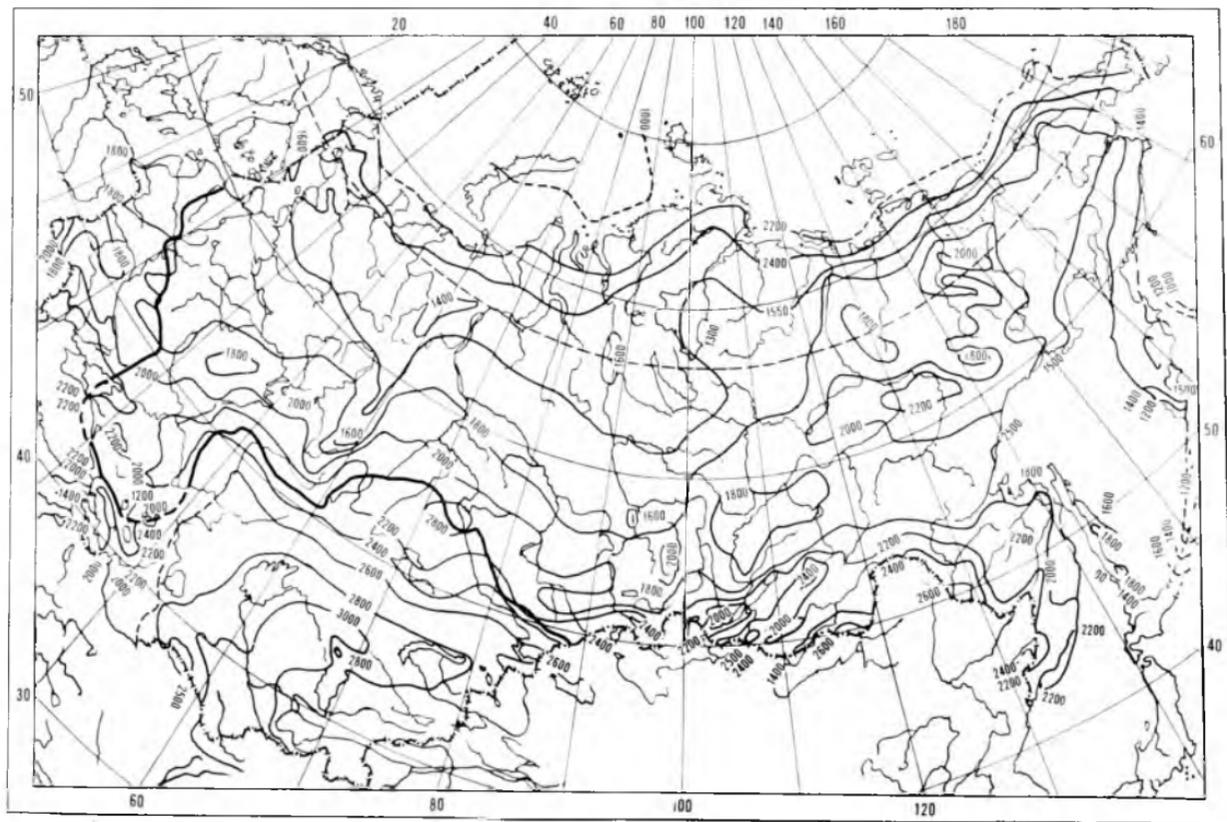


Рис. 2. Территориальное распределение годовой продолжительности солнечного сияния (часы)

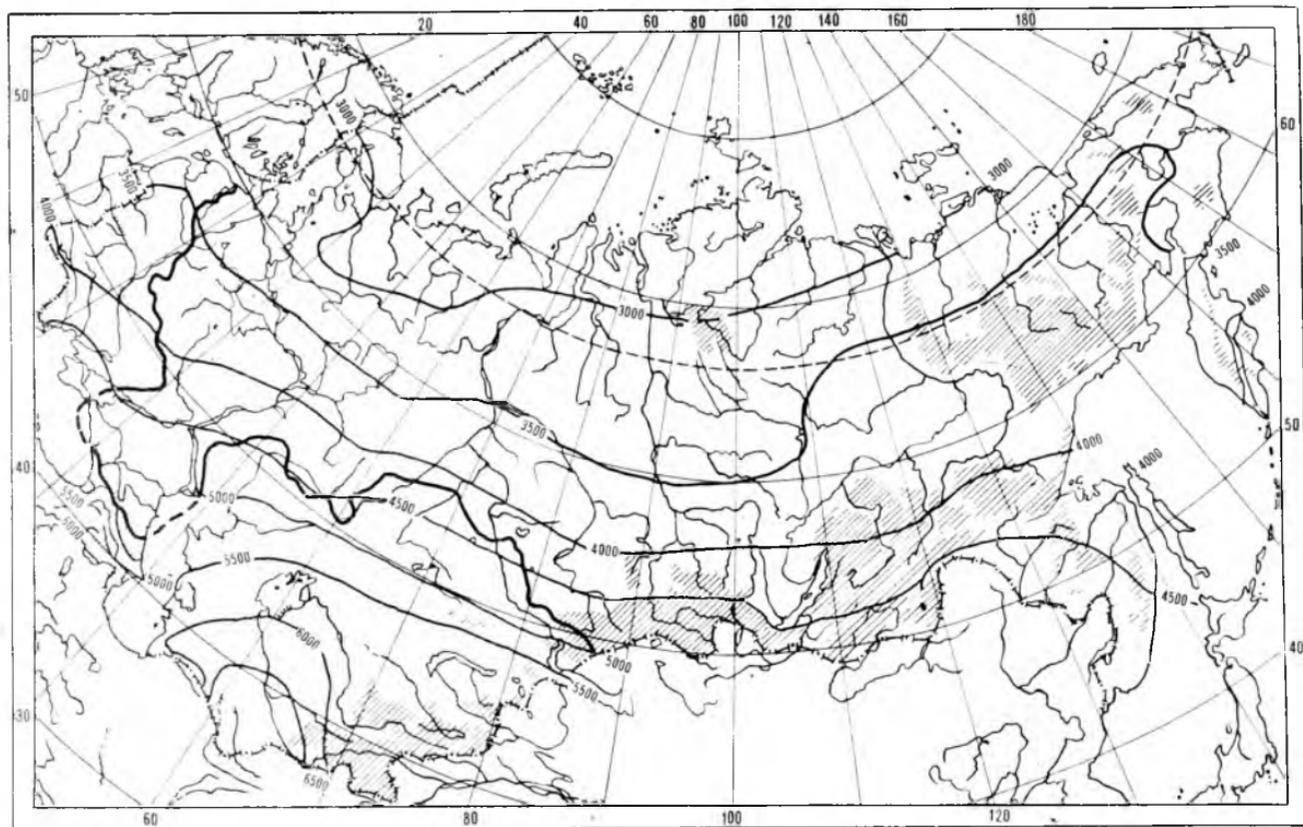


Рис. 3. Территориальное распределение средних многолетних годовых сумм суммарного солнечного излучения на горизонтальную поверхность ($4500 \text{ МДж/м}^2 = 1251 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$; $4000 \text{ МДж/м}^2 = 1112 \text{ кВт} \cdot \text{ч/м}^2$)

Т а б л и ц а 3. Доля сезонных сумм суммарной радиации в годовом приходе

Район	Доля сезонных сумм суммарной радиации в годовом приходе, %					
	март	июнь	июль	октябрь	декабрь	февраль
Северная часть европейской территории страны	59—51		38—41		3—8	
Южная часть европейской территории страны	50—43		40—45		10—17	
Северная часть азиатской территории страны	61—52		37—40		2—8	
Южная часть Западной и Восточной Сибири	51—47		38—39		11—14	
Юг Дальнего Востока	44—41		38—36		15—20	

На рисунке 4 приведено территориальное распределение сезонных сумм суммарной радиации за 4-месячный цикл (май — август) сельскохозяйственного производства.

СОЛНЕЧНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ СИСТЕМЫ И УСТАНОВКИ

Системы гелионагрева широко используют для горячего водоснабжения и обогрева на фермах, теплоснабжения низкотемпературных производственных и бытовых процессов, сушки сельскохозяйственной продукции, опреснения воды.

Превращение солнечной энергии в тепловую издавна использовали для сушки сельскохозяйственных и пищевых продуктов, опреснения воды. И сейчас устройства, работа которых основана на непосредственном преобразовании солнечной энергии в тепловую, получили более широкое распространение, чем устройства, преобразующие ее в другие виды, например, в электроэнергию. Применительно к сельскому хозяйству это обусловлено следующими предпосылками.

Потребность в низкопотенциальной тепловой энергии составляет около 30—45 % от общего энергопотребления в сельском хозяйстве.

Для выполнения многих производственных и бытовых операций и процессов на объектах животноводства, как правило, необходимы низкотемпературные (до плюс 65° С) теплоносители в виде жидкости (обычно воды) или воздуха.

Низкотемпературные гелионагреватели имеют достаточно

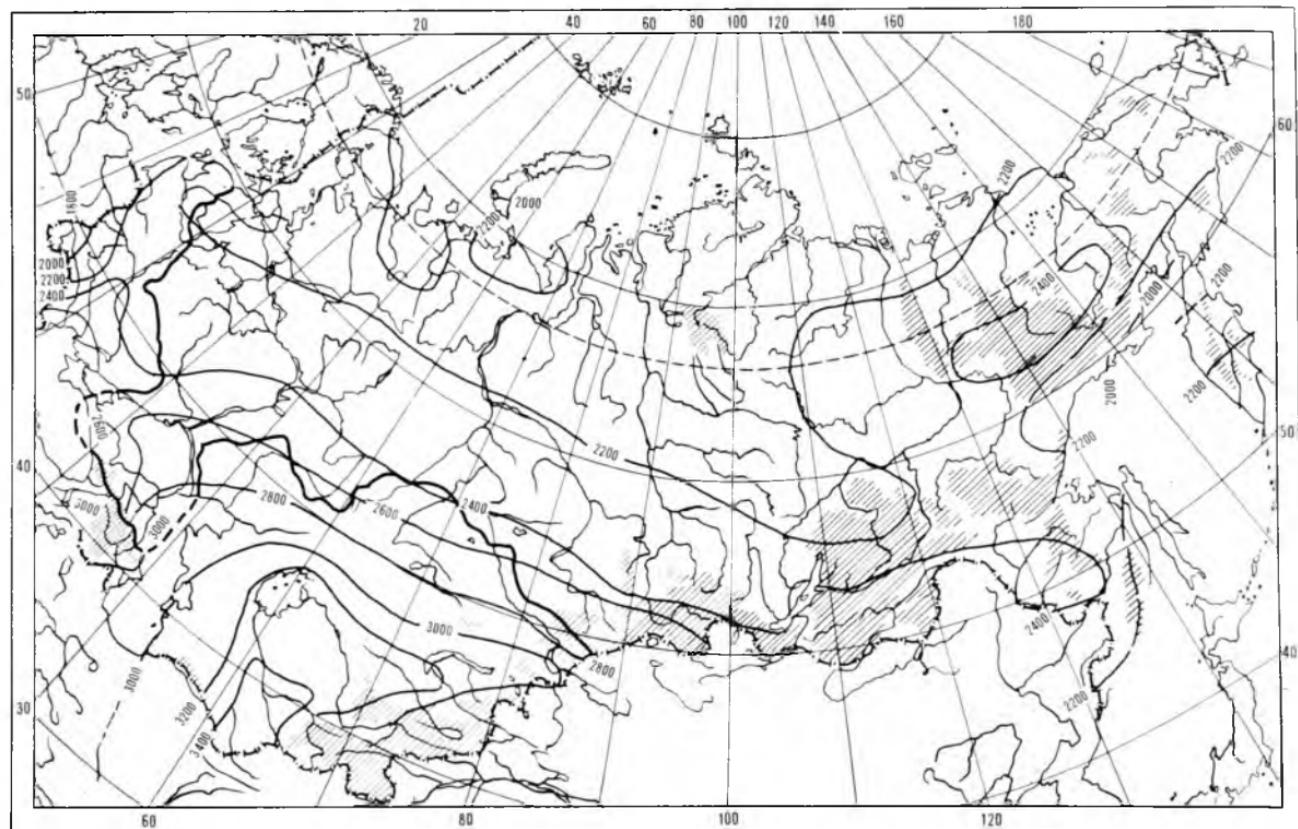


Рис. 4. Территориальное распределение сезонных сумм суммарного солнечного излучения за 4-месячный цикл сельскохозяйственного производства май – август (2200 МДж = 612 кВт·ч; 2600 МДж = 723 кВт·ч; 3000 МДж = 834 кВт·ч)

высокий коэффициент преобразования энергии (0,3—0,75), просты по конструкции, могут функционировать без концентраторов и систем непрерывной ориентации.

Использование солнечной теплоты для нагрева ведет к экономии дефицитного органического топлива и электроэнергии, может полностью исключить затраты на их доставку (что важно для отдаленных потребителей), а также предотвращает загрязнение окружающей среды и сельскохозяйственной продукции.

Использование солнечных систем позволит замещать от 20 до 60 % тепловой нагрузки в зависимости от климатического расположения и вида применяемой системы гелиотеплоснабжения.

Применяют два основных типа гелиосистем — пассивные и активные, или их комбинацию.

Пассивная система гелионагрева состоит из элементов строительных конструкций, деталей и узлов, при помощи которых обеспечивается естественная передача теплоты (для отопления, нагрева воды, либо кондиционирования воздуха), полученной в результате преобразования солнечной энергии. При этом здания ориентируют на местности, учитывают теплоизоляционные свойства почвы при заглублении их в грунт, применяют поглощающие поверхности строительных конструкций, солнцезащитные и теплоизолирующие экраны, скользящие и сворачиваемые шторы.

В пассивных системах нагрев осуществляется в основном за счет «парникового эффекта» и усиленной теплоизоляции со стороны холодных ветров. Обычное оконное стекло, имеющее высокую пропускную способность в спектре солнечной радиации для длин волн от 400 до 3000 нм, практически не пропускает инфракрасные лучи с длиной волны более 10 м (испускаемые предметами, нагретыми до комнатной температуры), что обеспечивает «парниковый эффект» нагрева помещения.

В пассивную систему внутри помещения входят хорошо поглощающие солнечный свет темные поверхности, обладающие высокой теплоемкостью для аккумуляции поглощенной теплоты, гелиоприемник (оконный проем, терраса, гелиоколлектор).

Простейшая система пассивного солнечного нагрева включает в себя зачерненную стену, обращенную на юг.

Активная система гелионагрева включает специальное оборудование для сбора, хранения и распределения энергии солнечной радиации. Повышает эффективность использования солнечной энергии, обеспечивает большие возможности регулирования тепловой нагрузки.

Она включает солнечный коллектор (гелиоколлектор), аккумулятор, теплообменники, дублирующие источники теплоты, сантехническую арматуру, распределительные и регулирующие устройства, средства автоматики.

Выбор, состав и компоновка элементов активных систем гелионагрева в каждом конкретном случае определяются климатическими факторами, типом животноводческого объекта, режимом теплопотребления, экономическими показателями, требованиями технологического процесса и т. п.

Основной частью активной системы является гелиоколлектор — устройство для собирания лучистого потока.

Солнечный коллектор плоский включает лучевоспринимающую пластину, теплоизолирующий материал с тыльной и всех боковых сторон, пластины и лицевое светопроницаемое прозрачное покрытие, которые заключены в общем каркасе. В лучевоспринимающую пластину могут быть встроены трубы или каналы для пропускания жидкого или газообразного теплоносителя.

При воздействии солнечного излучения пластина нагревается до тех пор, пока не достигнет равновесной температуры, величина которой зависит как от интенсивности излучения, поглощающей способности пластины, качества теплоизоляции (с их ростом температура увеличивается), так и от излучательной способности пластины (чем она выше, тем пластина нагревается меньше).

Эффективность работы коллектора можно увеличить с использованием селективных поглотителей и прозрачных покрытий. Применение селективного поглотителя позволяет повысить равновесную температуру (в абсолютных значениях К) более чем в 1,2 раза. Однако большинство таких селективных поглотителей очень чувствительны к пылевому загрязнению и в естественных условиях их характеристики быстро ухудшаются. Применение прозрачного покрытия (из стекла или чистых пластмасс) усиливает так называемый «парниковый эффект»: стекло, покрывающее теплицу, хорошо пропускает солнечное излучение, но поглощает длинноволновое излучение, испускаемое внутренними элементами теплицы (грунтом, конструкциями и т. п.). Даже наличие одного слоя прозрачного покрытия дает значительный эффект. С увеличением числа слоев «парниковый эффект» возрастает, однако при этом частично ослабляется передача солнечной энергии к поглотителю и затрудняется прохождение наклонно падающих лучей. Поэтому обычно используют однослойное прозрачное покрытие.

Общая классификация солнечных коллекторов приведена на рисунке 5. Она учитывает как конструктивные варианты,

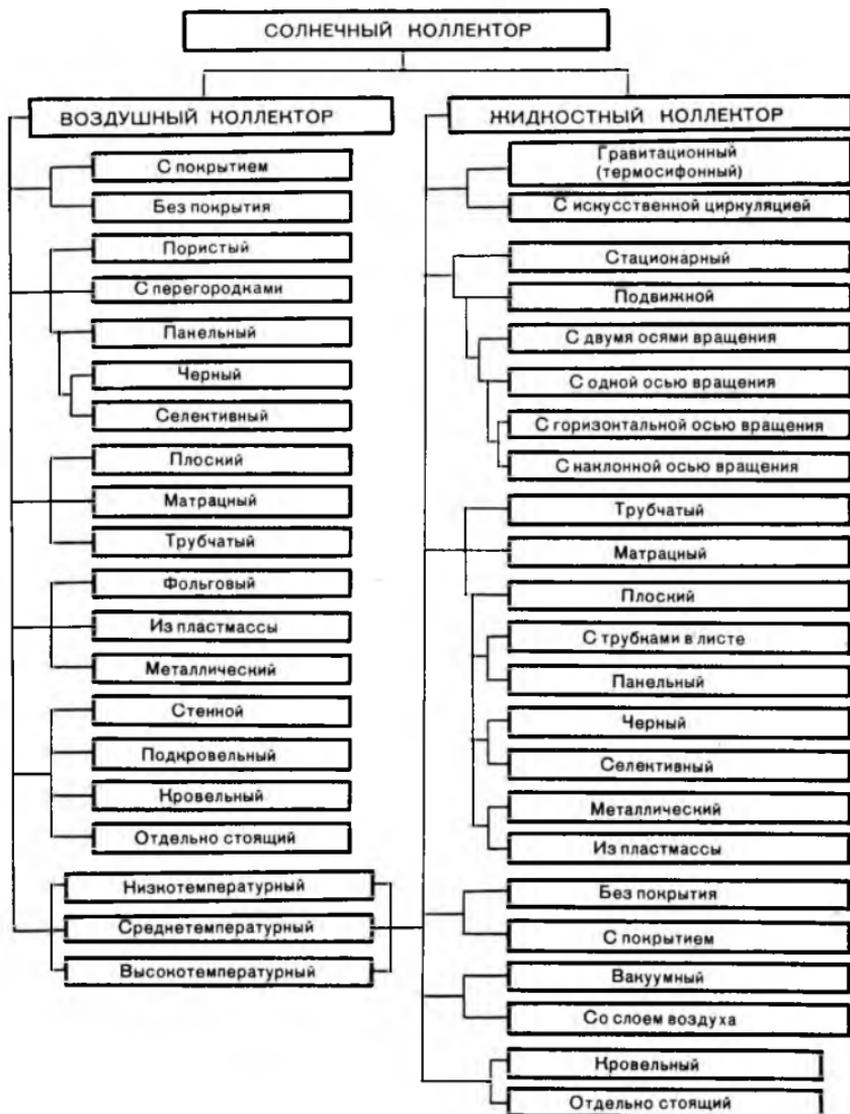


Рис. 5. Классификация солнечных тепловых коллекторов

так и технологическое предназначение и вид нагреваемого рабочего тела.

Техническая характеристика гелиоколлекторов приведена в таблице 4.

Коллекторы спроектированы на основе штамповарных и прокатно-сварных элементов из стали, алюминия, пластмасс, минеральных или пенопластовых теплоизоляционных материалов с покрытием из стекла и пленки. Например,

Таблица 4. Техническая характеристика тепловых гелиоколлекторов

Коллектор	Площадь тепловоспринимающей панели, м ²	Материал, из которого изготовлены составные части			Удельная масса, кг/м ²	Удельный объем жидкости в панели, л/м ²	Разработчик
		поглощающая панель	теплоизоляция	корпус			
1	2	3	4	5	6	7	8
Коллектор солнечный Б00.041 типа СК	0,8	Низкоуглеродистая сталь	Пенопласт, минеральная вата	Низкоуглеродистая сталь	63,0	5,0	КиевНИИСТ, ОКБ-1 ЭНИН
Коллектор солнечный	0,6	Низкоуглеродистая сталь в комбинации с алюминиевым профилем	То же	Алюминиевый сплав, фанера	—	6,25	КиевЗНИИЭП
Водонагреватель солнечный В.8203	0,61	То же	Плита минераловатная	Низкоуглеродистая сталь	43,5	1,3	ФТИ АН УзССР
Гелиоприемник ГП-03.00.00	0,68	»	Пенопласт	Алюминиевый сплав, оргалит	47,0	9,2	КиевЗНИИЭП
Водонагреватель «Лист» (ДИЛ. 01)	2,25	»	То же	Низкоуглеродистая сталь	84,0	10	НПО «Солнце»
Солнечный коллектор СКО-1	0,85	»	»	То же	37,6	4,7	НПО «Казсельхозмеханизация»
Солнечный коллектор в пластмассовом корпусе	0,7	Алюминиевый сплав	»	Стеклопластик	40	—	ИВТАН, Дагграданпроект
Коллектор солнечной энергии УСВ-335.01	0,8	Сталь низкоуглеродистая	Пенополиуретан эластичный	Низкоуглеродистая сталь	55	3,1	ОКБ-1 ЭНИН
Коллектор солнечной энергии ГК-1	0,82	Алюминиевый сплав	Пенополиуретан	Алюминиевый сплав	34	0,91	ВИЛС

1	2	3	4	5	6	7	8
Коллектор солнечной энергии ГК-1	0,8	То же	Минеральная вата	То же	36	0,94	ВИЛС
Водонагреватель солнечный КС-174	1,0	»	Пенополиуретан	»	37	1,9	ОКБ-1 ЭНИН, ЭНИН
Коллектор солнечный КС-171	0,89	Низкоуглеродистая сталь	То же	Низкоуглеродистая сталь	55	7,8	ОКБ-1 ЭНИН, ЭНИН
Плоский солнечный коллектор повышенной надежности КС-479	1,6	Сталь с селективным покрытием «черный никель»	»	То же	37,5	—	ЭНИН
Коллектор солнечный	1,6	Алюминиевый сплав с селективным покрытием	»	Алюминиевый сплав	—	—	ОКБ-1 ЭНИН, «Сельэлектросетьстрой»
Теплоприемник «Подушка»	1,43	Низкоуглеродистая сталь		Низкоуглеродистая сталь	107	100	СПКБ «Гелиопроект», НПО «Солнце»
Солнечный водонагреватель аккумуляторного типа	1,0	Полиэтилен	«Сельэлектросетьстрой»	То же	15	80	ИВТАН, НПО «Рострубыпласт»
Солнечный полимерный аккумулирующий коллектор	0,5	Полипропилен черный	Полипропилен	Полипропилен	10	—	НПО «Полимерсинтез», ВИЭСХ

металлические гелиоколлекторы для жидкого теплоносителя с лицевой наружной стороны имеют один слой стекла толщиной 3—6 мм, а между штампованным радиатором и днищем из листового материала проложен слой пенопластовой или минераловатной теплоизоляции. Для повышения эффективности поглощения солнечного излучения применяют лакокрасочные или гальванические, а также селективные покрытия. Удельный расход материала на жидкостный гелиоколлектор в среднем составляет для стали 50—60, алюминия 30—40, пластмассы 20—25 кг/м². Удельная годовая теплопроизводительность 1,7—2,3 ГДж/м², годовая экономия топлива 100—200 кг с каждого квадратного метра гелиоколлектора.

Схема коллектора, предназначенного для двухконтурных систем теплоснабжения, показана на рисунке 6. В случае круглогодичного использования такой коллектор заполняют антифризом (раствором этиленгликоля или жидкостью НОЖ-2). При сезонной эксплуатации в теплый период года применяют химически подготовленную деаэрированную воду.

Для повышения коррозионной стойкости разработаны солнечные коллекторы на основе черных полимерных труб диаметром 60—110 мм или черной упроченной пленки для низкотемпературных систем гелионагрева воды. Проводится работа по созданию гелиоколлекторов типа СЭНЕР целиком

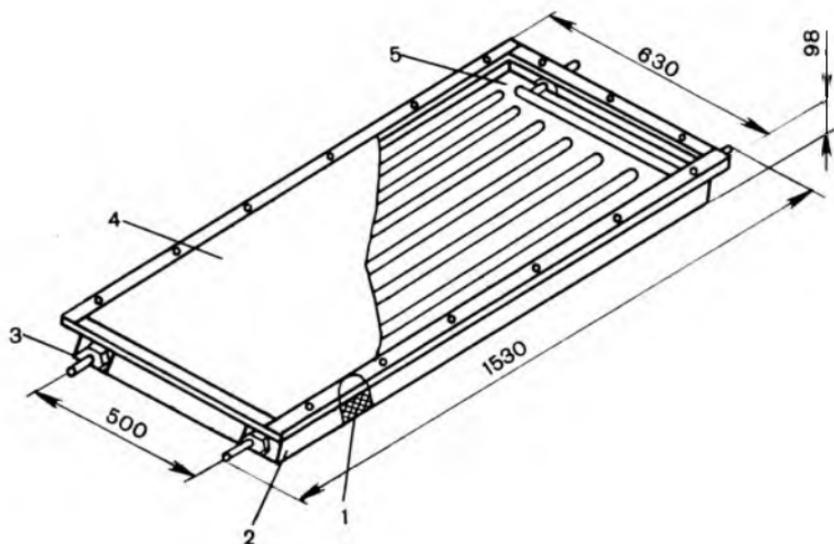


Рис. 6. Схема солнечного коллектора Б.00.041.00.00:

1 — теплоизоляция; 2 — корпус; 3 — присоединительные патрубки; 4 — стекло; 5 — лучепоглощающая панель.

из полимерных материалов с целью снижения материалоемкости и его стоимости, повышения технологичности изготовления, а также для обеспечения удобства эксплуатации на сезонных объектах сельского хозяйства. Использование в гелиоустановках пластмассовых коллекторов снижает их стоимость на 40 %.

УСТАНОВКИ ДЛЯ НАГРЕВА ВОДЫ

Промышленность выпускает солнечные установки для горячего водоснабжения, отопления и кондиционирования. Их использование менее металлоемко и может дать быстрый и ощутимый энергетический и экономический эффект. В первую очередь целесообразно использовать солнечную энергию на фермах и комплексах молочного животноводства для замещения применяемой в настоящее время электротепловой энергии для нагрева воды.

Вследствие непостоянства поступления солнечной энергии технологические схемы солнечного горячего водоснабжения должны включать тепловой дублер и теплоаккумулирующие емкости. Применение для этих целей емкостных электроводонагревателей типа САЭС соответствующей вместимости либо электродных водонагревателей типа ЭПЗ совместно с баками-аккумуляторами позволяет создать полностью автоматизированную систему гарантированного гелиоэлектрического горячего водоснабжения.

В качестве теплообменников допускается применение серийно выпускаемого оборудования с соответствующими параметрами. Однако предпочтительнее использовать специальные проточные или емкостные теплообменники, рассчитанные на перепад температур теплоносителей менее 10°.

Для ориентировочной оценки потребителями возможностей солнечных водонагревательных установок по теплопроизводительности в ЭНИИ им. Г. М. Кржижановского разработал карту южных районов СССР с изолиниями среднегодовой удельной теплопроизводительности в кВт · ч/м² для двухконтурных систем солнечного горячего водоснабжения при коэффициенте замещения (доли использования солнечной энергии в покрытии нагрузки), равном 0,5.

Для круглогодичного солнечного горячего водоснабжения ферм и блоков на 400 голов требуются гелиоколлекторы площадью от 192 до 512 м², что значительно увеличивает капитальные затраты на указанное техническое решение, то же самое можно сказать и о комплексно-механизированных фермах на 200 голов, где площадь коллекторов должна

составлять от 75 до 200 м². Поэтому горячее водоснабжение с круглогодичным использованием гелиоколлекторов можно признать приемлемым только для частично механизированных ферм на 100 голов южнее 52—54° с. ш. При сезонном использовании гелиоводонагревательных установок (например, с марта по октябрь) потребность в энергии на подогрев воды снижается примерно наполовину, вследствие повышения начальной температуры поступающей воды на 3—10° С. В то же время доля суммарного солнечного излучения, приходящего в этот период в южных районах, остается весьма высокой (80—90 % от суммы излучения в течение года, см. табл. 2).

Применительно к типу ферм крупного рогатого скота молочного направления необходимые площади гелиоколлекторов для нагрева воды на технологические нужды в сезонно действующих гелиоустановках приведены в таблице 5.

Для одноконтурных схем горячего водоснабжения при сезонном использовании гелиоколлекторов площади коллекторов, приведенные в таблице, могут быть снижены на 10—15 %.

Ниже описаны установки, применяемые в молочном животноводстве и свиноводстве.

Гелиоустановки для горячего водоснабжения животноводческих ферм ГГВ-2500/32 и ГГВ-1000/12,8. Разработаны НПО «Казсельхозмеханизация». Предназначены для нагрева воды, используемой на технологические нужды молочных блоков коровников и доильных площадок с суточным расходом горячей воды 2500 и 1000 л (примерно на 200 и 100 голов КРС соответственно). В состав установок входят неподвижный ориентированный на юг гелиоприемник, состоящий из коллекторов отопительного оборудования Братского завода, бак-аккумулятор соответствующей вместимости и соединительные трубопроводы. Соединение коллекторов последовательно-параллельное (по 2 последовательно). Гидравлическая схема установки — одноконтурная с естественной циркуляцией теплоносителя (воды) между коллекторами и баком.

Технические показатели установок НПО «Казсельхозмеханизация» приведены в таблице 6.

Установки эксплуатируют с электрическим дублером, например, с комплектом оборудования для горячего водоснабжения КОГВ-1000/25.

Гелиоводонагревательная установка для животноводческой фермы. Разработана УНИИМЭСХ. Предназначена для нагрева воды и теплоснабжения на животноводческой ферме на 100—200 голов. Представляет собой активную систему

Т а б л и ц а 5. Площади гелиоколлекторов для установок горячего водоснабжения ферм и комплексов молочного направления в теплый период года

Поголовье, голов	Тип фермы (блока)	Расход замещаемой электротепловой энергии в течение сезона на нагрев воды, кВт · ч/год	Площадь гелиоколлектора, м ² , в зоне расположения фермы (комплекса)									
			на европейской территории				на азиатской территории					
			52° с. ш.	48° с. ш.	44° с. ш.	42° с. ш.	54° с. ш.	52° с. ш.	50° с. ш.	45° с. ш.	40° с. ш.	
100	Частично-механизованная	6 350	23,8	17,8	14,3	11,9	23,8	17,8	14,3	10,9	9,5	
	Комплексно-механизованная	15 000	56,2	42,1	33,7	28,1	56,2	42,1	33,7	25,7	22,5	
200	Частично механизованная	12 700	47,6	35,6	28,6	23,8	47,6	35,6	28,6	21,8	19,0	
	Комплексно-механизованная	30 000	112,4	84,2	67,4	56,2	112,4	84,2	67,4	51,4	45,0	
400	Комплексно-механизованная	60 000	225	168	135	112	225	168	135	103	90	
	Блок молочного комплекса	768 000	288	216	173	144	288	216	173	131	115	
800	Блок молочного комплекса	153 600	575	433	345	288	575	431	345	262	230	

Т а б л и ц а 6. **Техническая характеристика гелиоустановок для горячего водоснабжения**

Показатель	Гелиоустановки	
	ГГВ-2500/32	ГГВ-1000/12,8
Средняя мощность, кВт	15	6,5
Площадь гелиоприемника, м ²	33,6	14,4
Количество коллекторов, шт.	42	18
Вместимость бака-аккумулятора, м ³	2,5	1,0
Возможное замещение электроэнергии за сезон (для средней полосы), тыс. кВт · ч	10 13	5 — 8
Габариты, мм	15 000 × 6000 × × 6000	6000 × 6000 × × 6000
Масса, г	3,7	2,2

гелионагрева. Коллекторы закреплены на раме и могут вращаться вокруг оси, наклон которой зависит от широты местности и времени года. При непрерывном слежении за Солнцем, когда плоскость коллекторов перпендикулярна солнечным лучам, скорость нагрева воды и теплопроизводительность установки увеличиваются на 20 % по сравнению с неподвижным положением.

Площадь гелиоколлектора — 8 м², вместимость бака-аккумулятора — 2 м³, размеры лицевой поверхности — 3500 × 3000 мм, температура нагрева воды — плюс 54—60° С, масса установки (без фундамента) — 850 кг.

Гелиоустановка обеспечивает замещение до 13,6 тыс. кВт · ч электроэнергии за сезон.

Стационарные гелиоустановки для летних доильных площадок ГВУ-1600, ГВУ-800, ГВУ-2400 (рис. 7). Разработаны ВНИПТИМЭСХ. Предназначены для снабжения горячей водой доильных площадок на пастбищах и в летних лагерях с апреля по октябрь.

Технологическая схема гелиоустановок включает блок гелиоприемников 1, бак-теплоаккумулятор 3 с трубчатым электроводонагревателем 4, трубопроводы, вентили и клапаны.

Блок гелиоприемников площадью 10—12 м² может иметь параллельное соединение 12—14 коллекторов или последовательное соединение по 2 коллектора в 6—7 параллельных ветвей. Гелиоустановки с площадью коллекторов более 20 м² (более 25 шт.) рекомендуется выполнять только из последовательно-параллельных соединенных групп коллекторов.

В качестве бака-теплоаккумулятора используют серийно выпускаемые емкостные электронагреватели типа САЗС

соответствующей вместимости. Циркуляция воды из бака через блок гелиоприемников осуществляется без насоса под действием сил гравитации (по принципу термосифона). Для обеспечения режима устойчивой термосифонной циркуляции

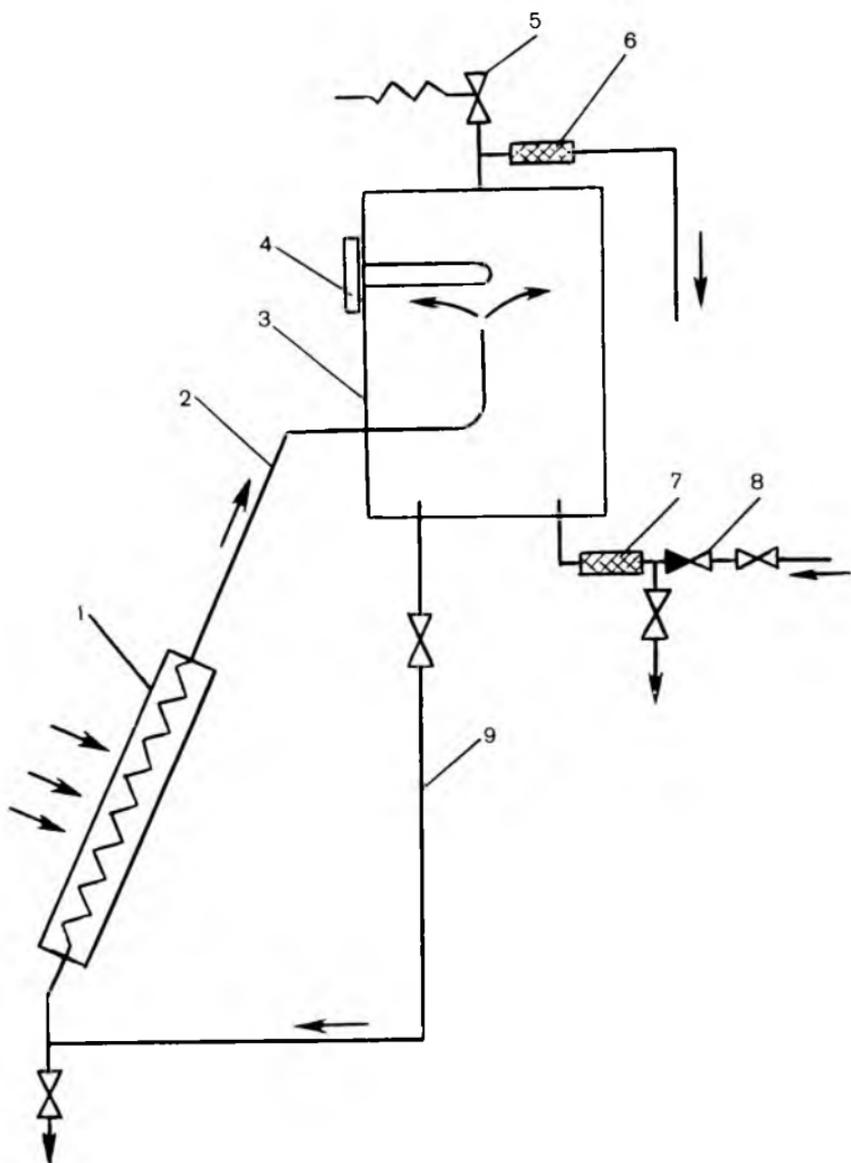


Рис. 7. Схема гелиоустановок ГВУ-800 и ГВУ-1600:

1 гелиоприемник; 2 - подающий трубопровод; 3 - водяной бак-теплоаккумулятор; 4 - электронагреватель; 5 - предохранительный клапан; 6, 7 - электроизолирующие вставки; 8 - обратный клапан; 9 - обратный трубопровод.

бак-теплоаккумулятор устанавливают выше гелионагревателей. При этом разность высоты между нижней частью бака и верхней частью гелиоколлектора должна составлять 150—200 мм. Разбор подогретой воды из верхней части бака-теплоаккумулятора осуществляется путем вытеснения ее холодной водой под напором водопроводной сети.

Основные технические характеристики гелиоустановок конструкции ВНИПТИМЭСХ приведены в таблице 7.

Т а б л и ц а 7. Техническая характеристика гелиоустановок

Показатель	Гелиоустановки		
	ГВУ-800	ГВУ-1600	ГВУ-2400
Площадь гелиоприемника, м ²	10	20	30
Вместимость бака-теплоаккумулятора, м ³	0,8	1,6	2,4
Температура воды на выходе из бака, °С	45—60	45—60	45—60
Обслуживаемое поголовье крупного рогатого скота, голов	200	400	400
Замещение электроэнергии за период апрель — октябрь, тыс. кВт · ч	—	8,5	—

Процент гелионагрева в горячем водоснабжении за три сезона эксплуатации установки ГВУ1-600 составил в среднем 65 %, была повышена сортность молока, т. е. было резко сокращено число моек молочного оборудования холодной водой, имевших место при отказах электронагревателей и перерывах в электроснабжении.

В настоящее время подобные установки внедрены в нескольких хозяйствах Мясниковского и Морозовского районов Ростовской области. Однако гелиоколлекторы при сезонной работе на воде при одноконтурной схеме имеют срок службы не более 4 лет. Увеличить этот период можно нанесением антикоррозионного покрытия на внутренние поверхности теплообменников, изготовлением теплообменников из лакированного алюминия или термостойких пластмасс.

Передвижная гелиоустановка с пластмассовыми коллекторами для универсальных доильных станций УДС-3А. Разработана ВНИПТИМЭСХ, ИВТАН и ВИЭСХ. Предназначена для получения горячей технической воды в расчете на поголовье до 200 коров на доильных площадках и в летних лагерях, оборудованных передвижными доильными станциями типа УДС-3А, где теплая вода необходима для подмывания вымени коров перед доением, промывки молокопроводов

и молочного оборудования. Представляет собой вариант усовершенствования гелиоустановок доильных площадок. Обеспечивает выполнение более жестких требований по санитарному состоянию нагреваемой воды (на отсутствие ржавчины) и более чем вдвое увеличивает срок службы коллекторов при сезонном использовании только в теплый период года.

Состоит из смонтированных на полозьях секций гелиоприемников и водяного бака-аккумулятора с дублирующим электронагревателем (или без него при отсутствии электросети).

**Техническая характеристика передвижной гелиоустановки
с пластмассовыми коллекторами**

Общая площадь гелиоприемников, м ²	12
Вместимость одного гелиоколлектора, л	80
Вместимость бака-аккумулятора, м ³	0,8
Температура нагреваемой воды, °С	40—50
Габариты одного гелиоколлектора по фасаду, м	1 × 2

За сезон работы с апреля по октябрь в Ростовской области такая установка обеспечивает замещение до 5 тыс. кВт · ч электроэнергии, что эквивалентно 2 ту · т.

Применение толстостенных пластмассовых лучевоспринимающих элементов обеспечивает проявление аккумуляционного эффекта, т. е. такая гелиоустановка обладает большой инерцией при нагреве и охлаждении воды.

Аккумуляционные пластмассовые гелиоприемники нагревают воду без ее разбора до 67—72° С в верхней части и до 39—46° С в нижней части коллектора. Наибольшее приращение температуры соответствует периоду до 15—16,4, а затем происходит процесс охлаждения со скоростью 1,5—2,2 град/ч. В течение ночи температура воды в аккумуляционном гелиоколлекторе снижается до 30° С. В связи с этим всю полученную горячую воду целесообразно перекачивать в теплоизолированный бак-аккумулятор.

На температурные и энергетические показатели такой установки влияет кратность отбора воды в течение суток. Максимальная температура воды при двукратном отборе составляет 67° С для верхней части и 46° С для нижней части гелиоприемника. При этом среднедневной термический КПД гелиоустановки 0,53, а коэффициент замещения тепловой нагрузки 0,6.

Размещение секций гелиоколлекторов и бака-аккумулятора на полозьях позволяет легко транспортировать их на тракторной тяге вместе с передвижной доильной станцией.

Гелиоустановка для нагрева воды. Разработана СибИМЭ. Предназначена для нагрева воды на летних доильных площадках при обслуживании 200 коров. В условиях Новосибирской области за день с 1 м² гелиоустановки можно получить до 70—80 л горячей воды с температурой плюс 65° С. Особенность гелиоустановки — горизонтальное расположение бака-теплоаккумулятора.

Площадь поверхности гелиоколлектора при обслуживании крупного рогатого скота — 12 м², вместимость бака-теплоаккумулятора — 1,5 м³, температура нагрева воды — плюс 65° С.

Установка обеспечивает сезонное замещение электроэнергии в объемах 5500 кВт · ч.

Мобильная гелиоустановка. Разработана Харьковоблагпромпэнерго. Предназначена для нагрева воды за счет солнечной энергии для бытовых и технологических целей.

Состоит из металлического каркаса, на котором закреплены 10 гелиоколлекторов и емкость на 400 л. Устанавливают на ровную горизонтальную площадку размером 4 × 2 без изготовления фундаментов.

Гелиоприемники соединяются между собой параллельно-последовательно, что приводит к ускоренной циркуляции воды за счет уменьшения внутреннего сопротивления в коллекторах.

Передвижное гелиоустройство «Мзиури». Разработано ГрузНИИМЭСХ. Смонтировано на одноосной тележке. Включает гелиоколлектор площадью 5 м², баки для холодной и горячей воды. Обеспечивает нагревание воды до температуры плюс 60° С. Габариты — 4900 × 2000 × 2050 мм.

СИСТЕМЫ ГЕЛИОЭЛЕКТРОТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

На крупных фермах и комплексах гелиоустановки можно использовать не только для нагрева технической воды, но и в других технологических схемах, например, в контурах отопления, охлаждения и т. п. В этих случаях гелиоэнергия играет, как правило, роль вспомогательного энергоносителя в дополнении к основному виду — электроэнергии и используется для частичного замещения ее в теплый период года.

Система гелиоэлектротеплоснабжения свинарника-маточника (рис. 8). Разработана ВНИПТИМЭСХ. Предназначена для круглогодичного горячего водоснабжения свинарников-маточников за счет электрической и солнечной энергии.

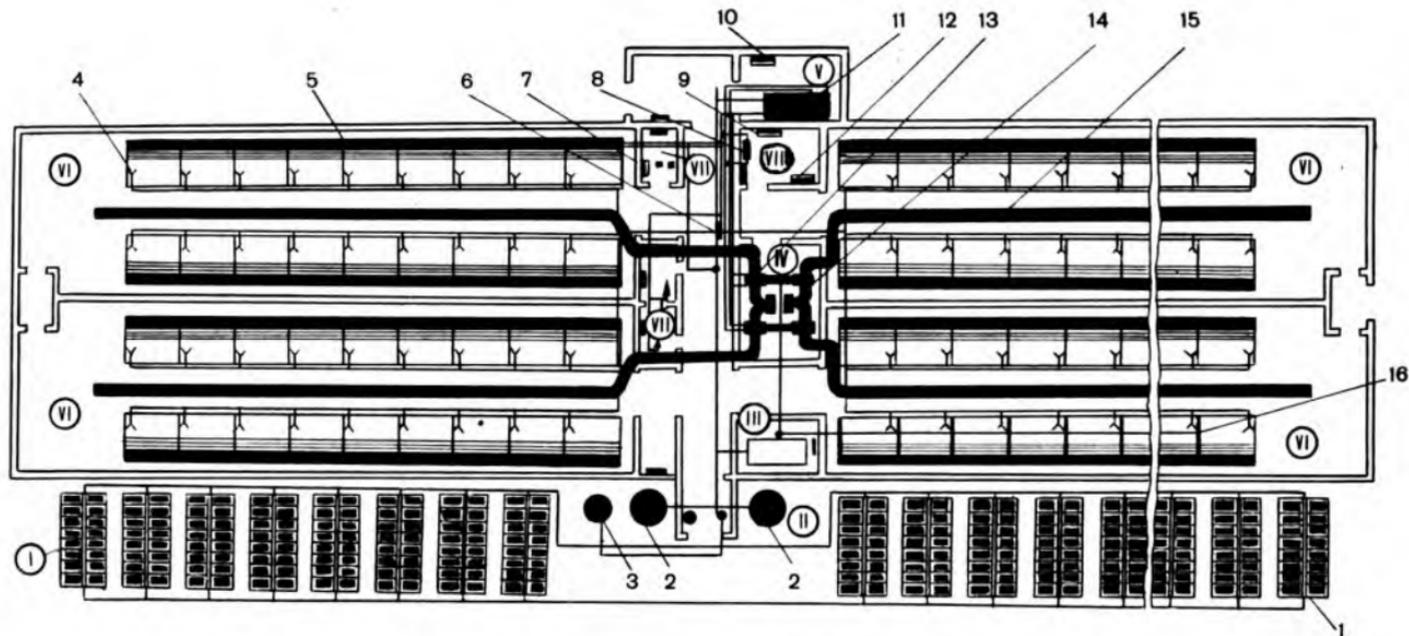


Рис. 8. Система геолоэлектротеплоснабжения свиарника-маточника (ТН-802-210):

1 — батареи геолонагревателей (2 секции); II — теплоаккумулирующие емкости ($2 \times 6 \text{ м}^3$); III — геолоохлаждающая установка АХСУ-40А с воздушно-панельным охлаждением в станках; IV — отопительно-вентиляционная установка с воздуховодами; V — электрокотельная; VI — секции станков (1, 2, 3, 4) ОСМ-60 с подогревом воды для поения, местным подогревом пола, УФ- и ИК-облучением; VII — помещение отбора горячей воды для технологических нужд; VIII — электроаппаратные; 1 — геолоприемники; 2 — теплоаккумулятор; 3 — стратификатор геолоколлектора; 4 — панели; 5 — подяной обогрев пола; 6 — смеситель системы поения; 7 — шкаф управления местным обогревом и УФ- и ИК-облучением; 8 — радиатор отопления; 9 — вводный шкаф; 10 — шкаф управления электрокотельной; 11 — электротеплогенератор; 12 — шкаф управления вентиляцией; 13 — водяной калорифер; 14 — вентилятор; 15 — воздухоподогреватель; 16 — охлаждающие панели

В период с ноября по март энергоисточником является автоматизированная теплоаккумулирующая электростанция, потребляющая внепиковую электроэнергию. В период с апреля по октябрь теплоснабжение и горячее водоснабжение осуществляется главным образом за счет гелиоэнергии с частичным использованием внепиковой электроэнергии. При этом в переходные периоды осуществляется обогрев бетонных полов в зоне содержания молодняка, подогрев воды для поения молодняка, частичное отопление помещений, подогрев воды для технологических нужд. В летний период тепловая энергия расходуется на обогрев бетонных полов и нагрев технологической воды, охлаждение родительского стада.

Система гелиоэлектротеплоснабжения состоит из двух секций — гелиоприемников, установленных с южной стороны здания, циркуляционного насоса, автоматизированной электростанции, баков-теплоаккумуляторов и теплопотребителей (отопительных батарей, греющих регистров, бетонных полов, водяных калориферов, теплообменников), шкафов управления.

Техническая характеристика системы гелиоэлектротеплоснабжения свинарника-маточника

Площадь гелиоприемников, м ²	130
В том числе на станок, м ²	0,7—0,8
Вместимость баков-аккумуляторов, м ³	6 (не менее 30—40 л на станок)
Мощность, кВт	40
Температура, °С:	
подогреваемой воды	40—60
поверхности пола	28—32

За сезон работы с апреля по октябрь в Ростовской области гелиоустановка вырабатывала 30—38 тыс. кВт · ч тепловой энергии, что эквивалентно 15 ту. т.

В летний и переходные периоды года бетонные полы обогреваются в основном за счет солнечной энергии, что обеспечивает повышение отъемного веса поросят до 1,5 кг на голову.

Система заблокированного гелиоэлектроснабжения двух свинарников-маточников. Разработана ВНИПТИ МЭСХ. Предназначена для использования одной гелиоустановки как энергоисточника при теплоснабжении двух рядом расположенных свинарников-маточников, связанных общим графиком проведения опоросов. При этом учитывают различную

теплопотребность поросят в зависимости от возраста. В то время как в одном из свинарников содержат поросят в возрасте до одного месяца, в другом — от одного до двух месяцев. Теплопотребность первых превышает теплопотребность вторых примерно в 2,3 раза. Направляя в первый свинарник 70 % общей теплопроизводительности гелиоустановки, а во второй 30 %, возможно обеспечить полную теплопотребность всех животных и при этом существенно сократить капиталовложения.

Гелиоустановка обеспечивает гелиоэлектрический обогрев полов посредством водяных регистров в свинарниках-маточниках на 120 голов. Состоит из гелиоконтра и контра потребления тепловой энергии. Каждый из них может работать совместно с другими или автономно: первый на зарядку теплоаккумулятора, второй на использование аккумулярованного тепла. В качестве теплоаккумуляторов применяют емкостные электроводонагреватели САЗС-800.

Теплота вырабатывается либо в гелиоконтра с использованием коллекторов Братского завода отопительного оборудования, либо трубчатыми электронагревателями, встроенными в бак. Теплоноситель транспортируется насосом к группам последовательно включенных греющих регистров обогреваемых участков бетонных полов. В свинарнике на 120 свиноматок группа включает 30 греющих регистров; в каждом из двух свинарников содержат по 4 таких группы, соединенных между собой параллельно.

По мощности нагревателей гелиоустановка обеспечивает только обогрев полов и отбор теплой воды для технологических нужд.

Техническая характеристика системы гелиотеплоэлектроснабжения двух свинарников-маточников приведена в таблице 8.

Таблица 8. Техническая характеристика заблокированной системы гелиоэлектротеплоснабжения двух свинарников-маточников

Показатель	Свинарники-маточники	
	на 72 головы	на 120 голов
Площадь гелиоприемников, м ²	2×20	4×20
Вместимость баков, м ³	2×0,8	4×0,8
Температура, °С:		
воды в баках	60—65	60—65
поверхности бетонных полов	28—32	28—32
Мощность дублирующих электроводонагревателей, кВт	2×12	4×12

Гелиосистема горячего водоснабжения. Разработана ГрузНИИМЭСХ. Предназначена для горячего водоснабжения комплекса на 800 коров. Представляет собой стационарное сооружение.

Общая площадь коллекторов — 236 м².

На Телецком животноводческом комплексе объем воды, нагреваемой до плюс 65° С за 7 месяцев, составляет 3200 м³. В течение сезона за счет гелиосистемы покрывается 80 % общей потребности в энергии (остальные 20 % — за счет электроэнергии). Экономия топлива за сезон — 28,3 ту · т.

ГЕЛИОСУШИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Солнечную энергию широко применяют для подогрева воздуха в процессах сушки разнообразной сельскохозяйственной продукции, в том числе сена. Методом активного вентилирования при досушивании сена в скирдах и на сеновалах (сараях) можно существенно повысить его качество. Интенсифицировать этот процесс позволяет подогрев атмосферного воздуха. Так, время досушивания воздухом, подогретым до плюс 30° С, сокращается в 2 раза, а до плюс 40° С — в 2,7 раза по сравнению с досушиванием неподогретым воздухом.

Пленочный солнечный коллектор. Разработан ВНИИ кормов им. Вильямса. Предназначен для сушки сена, семенников и семян трав и зерновых, табака и фруктов. Коллектор бескаркасной конструкции многоразового использования с цилиндрическими модулями, в которых труба из черной пленки вложена в трубу из прозрачной пленки большего диаметра, сборно-разборный.

Представляет собой 10 цилиндрических модулей, присоединенных с одного конца к распределителю, с другого — к приемнику. Подача воздуха в коллектор осуществляется отдельным вентилятором с двигателем мощностью 4,5 кВт. Нагнетаемый в распределитель воздух растекается по модулям, где, омывая нагретую солнечными лучами черную пленку с обеих сторон, нагревается и через приемную полость направляется к заборному устройству установки активного вентилирования и в смеси с атмосферным воздухом поступает в подстожный канал скирды.

В солнечный день коллектор подогревает воздух до 20—35° С, снижая при этом относительную влажность воздуха с 50—70 % до 30—40 %. При облачной погоде без осадков под действием рассеянной радиации воздух в кол-

лекторе подогревается на $6-8^{\circ}\text{C}$, а его относительная влажность снижается на $15-30\%$.

Техническая характеристика пленочного коллектора

Тепловая мощность, кВт	40
Рабочая площадь, м^2	150
Диаметр теплопоглощающей трубы, м	0,85
Диаметр прозрачного слоя, м	1,0
Рабочая длина, м	15
Среднее значение КПД, %	60
Производительность вентилятора, $\text{м}^3/\text{ч}$	170
Масса без вентилятора на входе, кг	180

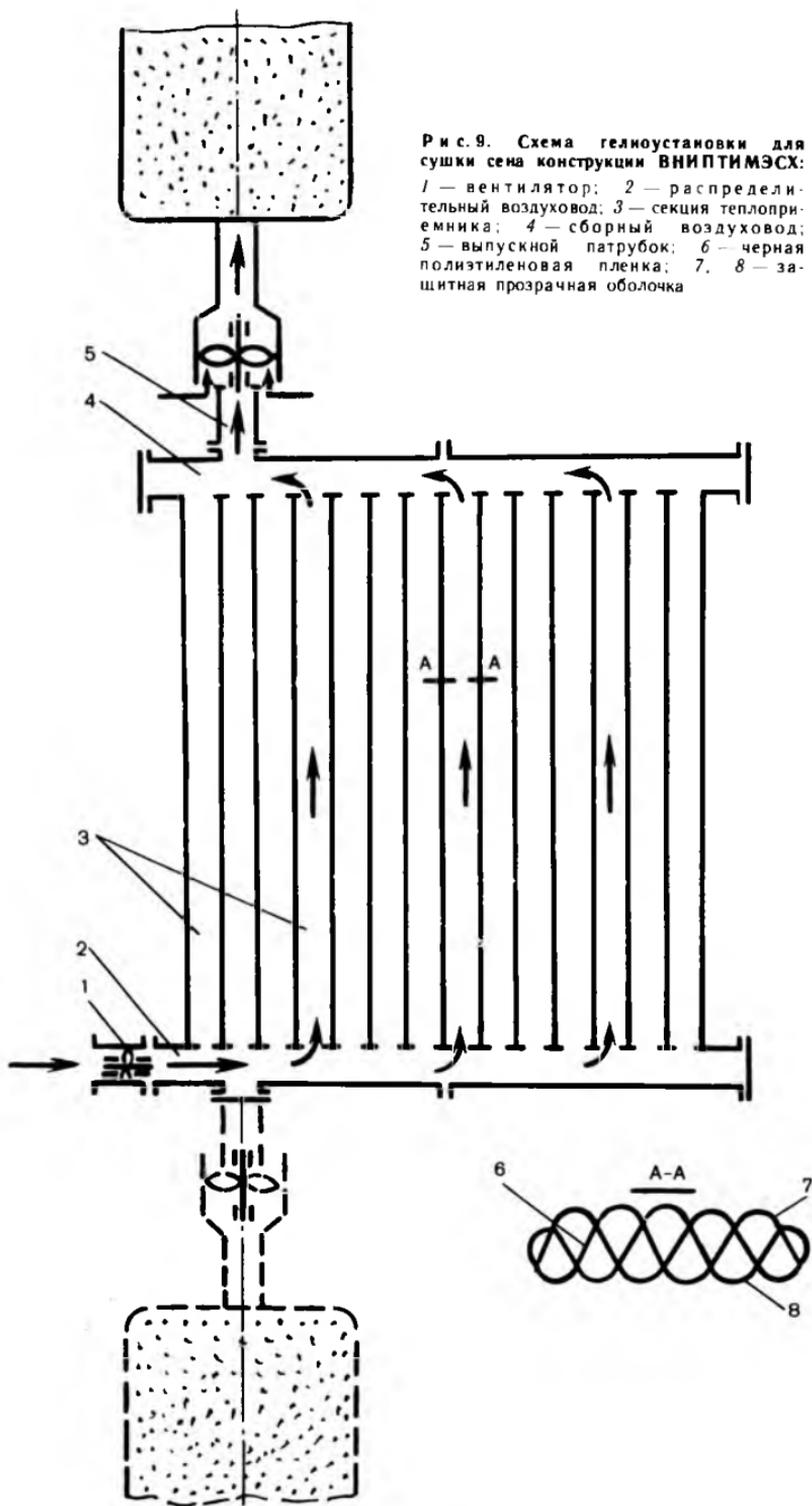
Гелиоустановка для сушки сена. Разработана ВНИПТИМЭСХ. Предназначена для подогрева воздуха при досушивании сена активным вентилированием в скирдах и хранилищах. Может быть использована также при сушке вороха семенников трав, зерна кукурузы и маслосемян подсолнечника.

Состоит из осевого нагнетательного вентилятора 1 (рис. 9) и надувного пленочного коллектора, включающего распределительный 2 и сборный 4 воздухопроводы и секции 3 теплоприемника. Распределительный и сборный воздухопроводы взаимозаменяемы и состоят каждый из 2 секций. На крайних секциях имеются окна, к которым присоединены выпускные патрубки 5. Секция теплоприемника 3 представляет собой черную полиэтиленовую пленку W-образной волнистости 6, соединенную по вершинам с верхней 7 и нижней 8 прозрачными защитными оболочками. Секции теплоприемников соединены со сборным и распределительным трубопроводами переходными рамками.

Атмосферный воздух нагнетается вентилятором в распределительный трубопровод и через окна поступает в полости секций теплоприемника. При достижении определенного давления секции коллектора расправляются и приводятся в рабочее состояние. Воздух, омывая теплоприемную поверхность коллектора, нагревается и через выпускные патрубки сборного трубопровода подается к заборному отверстию вентилятора установки УВС-16, где смешивается с атмосферным воздухом, нагнетаемым в подстожный канал скирды.

Техническая характеристика гелиоустановки для сушки сена

Рабочая площадь коллектора, м^2	200
Расход воздуха, тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$	11—16
Количество секций теплоприемника, шт.	13
Длина секции теплоприемника, м	15



Толщина пленок, мм:	
теплопоглощающей	0,25
защитного покрытия	0,15
трубопроводов (армированная)	0,6
Мощность электродвигателя нагнетательного вентилятора, кВт	3
Масса коллектора, кг	220

Гелиоколлектор для сушки сена. Разработан ЛитНИИМЭСХ. Выпускается в двух вариантах.

В первом случае представляет односкатное перекрытие с прозрачным покрытием. Применяют для реконструкции уже существующих сенохранилищ и при сооружении новых. Устанавливают с южной стороны помещения.

Коллектор состоит из каркаса высотой 250—300 мм, который крепится к окрашенной в черный цвет трансформирующей плоскости. К каркасу прикреплено прозрачное покрытие — армированная поливинилхлоридная пленка.

Теплоноситель — всасываемый вентиляторами атмосферный воздух протекает через канал, образуемый между трансформирующей плоскостью и прозрачным покрытием, нагревается и в дальнейшем нагнетается в штабель сена.

При площади коллектора 600 м^2 на южном скате сенохранилища за день получают 2,7—3,0 тыс. кВт · ч тепловой энергии, что позволяет в среднем за это время подогреть воздух на $3,0—3,4^\circ \text{С}$ при часовом расходе 180 тыс. м^3 . При этом увеличивается интенсивность сушки в 1,5—3,0 раза, повышается качество корма на 18—30 % и уменьшаются энергозатраты на 40—80 кВт · ч на каждую тонну сена.

Во втором варианте солнечный коллектор, который одновременно служит покрытием и ограждением, выполнен из стеклопластика и ПВХ-пленки.

Коллектор устанавливают на обоих (восточном и западном) скатах и стенах помещения габаритными размерами $60 \times 18 \times 11 \text{ м}$. Производительность сушиллки за сезон с такими коллекторами — 1200 т.

Техническая характеристика гелиоколлектора для сушки сена

Общая площадь коллектора, м^2	2000
Средняя дневная теплопроизводительность, кВт · ч	6400—11 200
Мощность, кВт · ч	620—750
Число вентиляторов, шт.	20
Производительность вентиляторов, тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$	760

В период сеноуборки продолжительность подогрева воздуха за счет солнечной энергии в этом варианте составляет 16 часов в сутки.

Гелиосушилка для сушки сена. Разработана СибИМЭ. Производительность — 1200 т за сезон, поверхность коллектора — 1200 м². Сезонная экономия электроэнергии — 250 тыс. кВт · ч. Установка ускоряет сушку в 2—3 раза.

Солнечный коллектор жесткой конструкции без нагнетающих вентиляторов с общей производительностью по воздуху до 50 тыс. м³/ч.

Гелиовоздухонагреватель. Разработан НИПТИМЭСХ Нечерноземной зоны РСФСР. Предназначен для поглощения лучистой энергии солнца, преобразования ее в теплоту и передачи последней воздуху, нагнетаемому в сенохранилища для досушивания провяленной травы вентилярованием.

Гелиовоздухонагреватель (рис. 10, а, б) монтируют на крыше и боковой стене сенохранилища, собран из отдельных модулей. Модуль (см. рис. 10, в) состоит из центральной (неподвижной) части 2 в виде короба, зачерненное днище которого является теплопоглотителем, и двух боковых секций 1, выполненных в виде трехгранных призм, у которых одна из граней 4 изготовлена из зачерненной листовой стали. Боковые секции соединяют с центральной при помощи

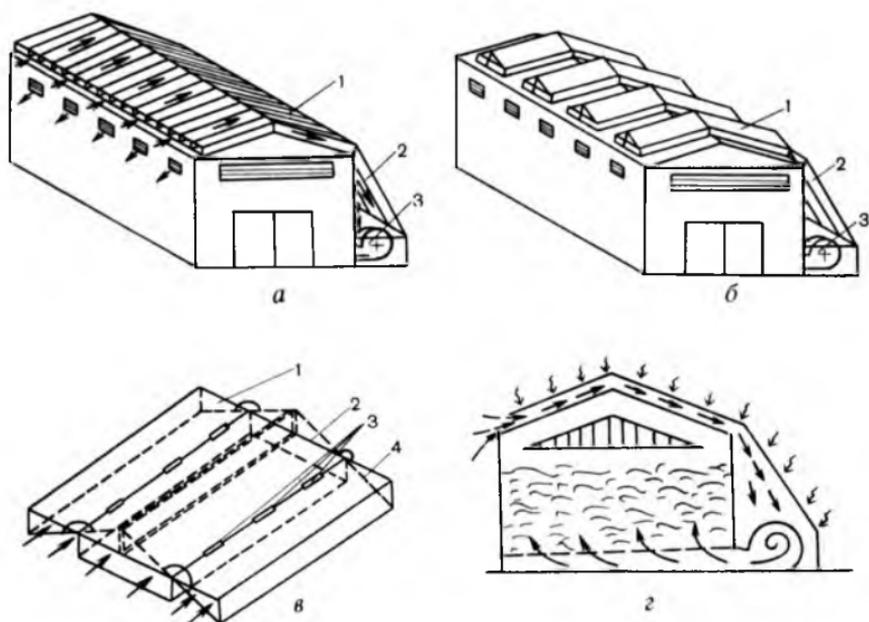


Рис. 10. Гелиовоздухонагреватель сушилки конструкции НИПТИМЭСХ НЗ РСФСР:

а — расположение в сенохранилище в рабочем режиме; б — расположение в сенохранилище в режиме хранения; 1 — модули; 2 — боковой нагреватель; 3 — вентилятор; в — модуль; 1 — боковые секции; 2 — центральный короб; 3 — шарниры; 4 — грань из листовой стали; г — схема воздушного потока

шарниров 3. В рабочем (раскрытом) положении все секции имеют светопрозрачное покрытие из полимерной пленки.

Модули гелиовоздухонагревателя размещают на крыше таким образом, чтобы образовался единый канал для потока воздуха, проходящего в вентилятор. Боковой гелиовоздухонагреватель 2 располагают вдоль стены сенохранилища так, чтобы вентиляторы 3 оказались внутри него. На наклонные рейки таких нагревателей натягивают полимерную пленку. Схема воздушного потока показана на рисунке 9, г.

Для увеличения срока службы прозрачного покрытия после окончания сушки травы гелиовоздухонагреватель на крыше сенохранилища переводят в режим хранения. Для этого подвижные боковые секции 1 поворачивают вокруг шарниров 3 и укладывают пленкой вниз на поверхность центральной (закрепленной на крыше) секции. При этом прозрачное покрытие оказывается защищенным от атмосферных осадков, ветра и пыли двухскатной крышей, образованной металлическими теплопоглощающими поверхностями боковых секций.

Коэффициент полезного действия гелиовоздухонагревателя составляет 0,4.

Срок окупаемости затрат на оборудование сенохранилища гелиовоздухонагревателями составляет около года при продолжительности их службы без капитального ремонта не менее пяти лет.

Гелиоколлектор-сушилка. Разработан СибИМЭ. Используют для сушки сена в скирдах активным вентилярованием с нагревом сушильного агента — воздуха как за счет солнечной энергии, так и теплоты воздуха, выходящего из скирды. Состоит из гибких наддувных элементов по форме стога с двумя нагнетательными (снизу) и одним сборным (сверху) каналами. Кроме вентилятора УВС-16 используют вспомогательный вентилятор. Процесс сушки сена в такой сушилке ускоряется в 1,3—1,5 раза по сравнению с вентилярованием атмосферным воздухом. Рассчитан на стандартный размер скирды.

Техническая характеристика гелиоколлектора-сушилки

Активная площадь коллектора, м ²	250
Объем просушиваемого сена, м ³	600
Масса сена, т	160—180
Расход воздуха, м ³ /ч	12 000
Мощность вспомогательного вентилятора, кВт	2,2
Нагрев воздуха, °С	10—15

Надувная гелиоустановка. Разработана ВНИИ механизации сельского хозяйства. Предназначена для сушки сельскохозяйственных материалов солнечной энергией. Коллекторы надувные с прозрачным покрытием и поглощающей поверхностью из черной пленки.

Техническая характеристика надувной гелиоустановки

Тепловая мощность, кВт	37,5
Площадь коллектора, м ²	80
Максимальный расход теплоносителя, тыс. м ³ /ч	15
Степень подогрева воздуха при максимальном расходе, °С	6
Экономия жидкого топлива за 4-месячный сезон работы гелиоустановки, т	1,5
Масса, кг	150

Гелиовоздухонагревательная установка ГУ-15. Разработана НПО «Армсельхозмеханизация». Предназначена для нагрева воздуха за счет солнечной энергии в системах теплоснабжения сушилок различных сельскохозяйственных материалов. Применяют в зонах со средней интенсивностью солнечного излучения в летне-осенний период 700 Вт/м² (не менее 6 часов в сутки).

Имеет жесткую конструкцию.

Материал каркаса алюминиевый. Система требует дополнительного вентилятора, питаемого от сети переменного тока.

Техническая характеристика гелиовоздухонагревательной установки

Тепловая мощность, кВт	0,7
Объем воздуха, обогреваемого в одном модуле, м ³ /ч	50
Максимальная температура подогрева воздуха, °С	20—25
КПД установки	0,4
Габариты, мм	2000 × 1000 × 120
Масса (без воздуховодов), кг	50

Общий срок службы установки — не менее 7 лет. Техническое обслуживание можно проводить не чаще 1 раза в месяц.

Для установки площадью 344 м² экономия дизельного топлива в течение сушильного сезона (100 дней) составляет 12 т.

Воздухонагреватель. Разработан ЦНИПТИМЭЖ. Предназначен для подогрева воздуха солнечной энергией.

Представляет собой жесткую конструкцию типа «горячий ящик», лицевая часть которого выполнена из прозрачной полиэтиленовой пленки, а абсорбер — из черного материала.

Техническая характеристика воздухонагревателя

Площадь абсорбера, м ²	25
Расход воздуха, тыс. м ³ /ч	5—7
Подогрев воздуха, °С	5
Коэффициент эффективности	0,8
Максимальная утилизируемая мощность, кВт	До 15
Металлоемкость, кг/м ²	5
Габариты, мм	12 500 × 600 × × 1250

Абсорбер коллектора может выполняться в двух вариантах: из окрашенной черной краской стеклоткани или из черной полиэтиленовой пленки с применением специальных мероприятий по уменьшению теплопотерь.

Солнечный коллектор выполнен из сборных деревянных элементов, обтянутых пленкой и образующих конструкцию ромбовидного сечения.

В сенохранилищах используют один коллектор на каждую вентиляционную установку, а при заготовке сена в стогу их комплектуют по четыре штуки для работы с установкой УВС-10 или УВС-16.

Затраты электроэнергии при использовании солнечного воздухонагревателя снижаются вдвое по сравнению с сухой атмосферным воздухом без подогрева.

СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Электрическая энергия является наиболее удобной формой энергоносителя. Преобразование солнечной энергии в электрическую возможно как с помощью электромагнитных генераторов и солнечных тепловых машин, так и с использованием таких явлений, как термоионная эмиссия, термоэлектричество, фотоэлектрический эффект. В настоящее время в стране практически реализовано три вида солнечных электрических установок с использованием двигателя Стирлинга, термодинамического цикла Ренкина, фотоэлектрических преобразователей.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ

В Физико-техническом институте АН УзССР и в НПО «Солнце» разработаны солнечные энергоустановки на основе двигателя Стирлинга, имеющие выходную мощность 0,5—5 кВт. Они имеют зеркальный параболический концентратор, приемник гелиоэнергии, рассчитанный на высокие температуры. Снабжены специальной двухкоординатной системой слежения за положением Солнца. Отличаются большой массой и сложной кинематической схемой с преобразованием возвратно-поступательного движения во вращательное, обладают существенной инерционностью в начале работы из-за необходимости нагрева рабочего тела до требуемых параметров.

Автономная солнечная энергетическая установка на основе двигателя Стирлинга АСЭУ-0,5. Разработана Центральным проектно-конструкторским и технологическим бюро научного приборостроения АН УзССР. Предназначена для последовательного преобразования солнечной энергии, концентрируемой в теплоприемнике, в механическую, а затем с помощью электромагнитного генератора в электрическую.

Техническая характеристика установки на основе двигателя Стирлинга

Электрическая мощность, Вт	500—800
Напряжение постоянного тока, В	24—28
Мощность теплового потока, концентрируемого в теплоприемнике, кВт	7,0—8,5
Площадь отражающей поверхности, м ²	18
Масса, кг	3200

Солнечная энергетическая установка на основе термодинамического цикла Ренкина. Разработана НПО «Солнце». Имеет небольшую мощность. Использует лучистую энергию Солнца для привода насоса, перекачивающего воду из источника в баки или оросительные каналы, а также обеспечивает электроэнергией автономных потребителей с установленной мощностью не более 3 кВт. Работает по термодинамическому циклу Ренкина при температуре источника теплоты плюс 65—90° С. Состоит из плоских солнечных коллекторов 1 (рис. 11), теплообменника 2, турбогенератора 3, двух питательных насосов 6, основного электронасоса 5 и системы трубопроводов.

Источником теплоты является нагреваемая Солнцем вода, циркулирующая по замкнутому контуру через ряд

неподвижных солнечных коллекторов общей площадью 115 м².

Поднятая насосом вода охлаждает конденсатор 4. Рабочее тело во втором контуре (трифтортрихлорэтан или перхлорэтилен) при контакте с источником теплоты испаряется и создает давление 0,3—0,4 МПа. Пары рабочего тела расширяются в замкнутом турбогенераторе и конденсируются при охлаждении поднятой водой. Затем с помощью питательного насоса конденсат вновь подается в испаритель. Электрогенератор приводит в движение турбину и питает электронасосы подач воды и конденсата в коллектор. Контур с рабочим телом герметически замкнут. Для аккумуляции энергии часть теплового потока от источника теплоты отводится к резервуару горячей воды.

Общая производительность установки — 65 м³ воды в сутки.

Подобные сооружения экономически целесообразно строить для объектов, удаленных более 30 км от источников пресной воды и линий электропередачи, в районах, где поступление солнечной энергии в период пастбищного сезона составляет более 5 кВт · ч/м².

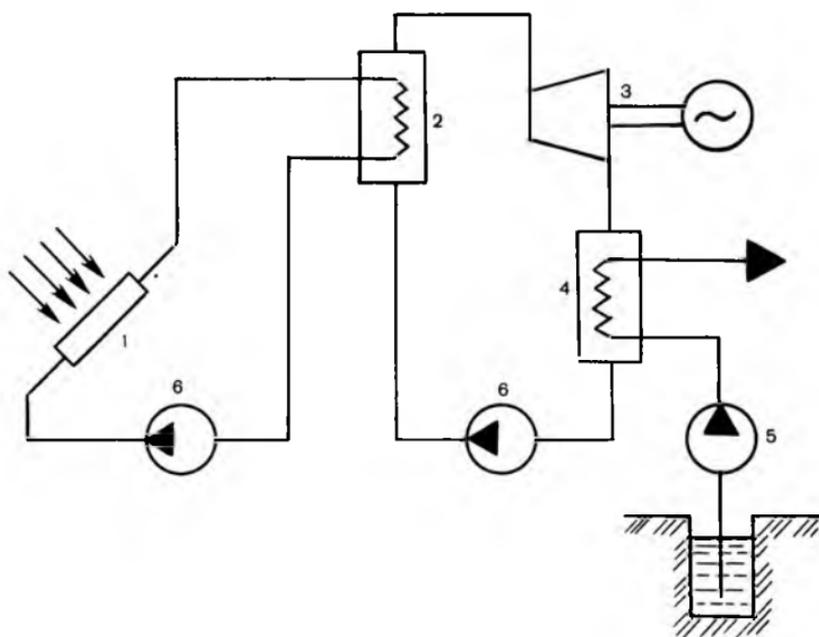


Рис. 11. Схема солнечной энергетической установки на основе термодинамического цикла Ренкина для подъема воды и автономного электроснабжения:

1 - солнечный коллектор; 2 - теплообменник; 3 - турбогенератор; 4 - конденсатор; 5 - основной электронасос; 6 - питательные насосы

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Солнечные фотоэлектрические преобразователи — солнечные элементы (СЭ) обеспечивают наиболее короткую схему превращения солнечного излучения в электроэнергию. Они работают на принципе внутреннего фотоэффекта, возникающего в легированных полупроводниковых структурах, при воздействии на них квантов света (фотонов), генерируют постоянный ток и в работе практически безынерционны.

В настоящее время наибольшее практическое применение получили СЭ на основе кремния.

СЭ генерируют электрическое напряжение только при освещении, а выходной ток зависит от интенсивности облучения и размера элемента. Кремниевые СЭ используют лишь часть солнечного спектра от фиолетовой границы световой области (380 нм) до инфракрасной области с длиной волны 1100 нм. КПД лучших образцов кремниевых фотопреобразователей достигает 16—18 %, серийно выпускаемых — 10—12 %.

СЭ вырабатывают постоянный ток, характеризуются непостоянством рабочих параметров, зависящих от интенсивности солнечного излучения. Имеют относительно низкое значение оптимального напряжения (0,4—0,45 В на элемент). Просты в эксплуатации.

На работу СЭ влияет температура нагрева, определяемая температурой окружающей среды, интенсивностью облучения (непреобразуемые СЭ инфракрасные лучи нагревают конструкцию) и условиями охлаждения. При повышении температуры несколько уменьшается вырабатываемое напряжение, а следовательно, и мощность.

Простейшие СЭ (например, на основе кремния) по КПД (10—18 %) не превосходят электрогенерирующие системы на основе механических тепловых машин. Одной из причин этого является то, что не весь световой поток полезно воспринимается. Для устранения этого создают каскадные структуры, в которых сочетание двух соединенных последовательно солнечных элементов позволяет получить более высокий (в 1,5—2 раза) суммарный КПД. Применение для их изготовления интегральной технологии и создание так называемого интегрального фотопреобразователя создают возможности для дальнейшего совершенствования СЭ. Их КПД можно повысить до 50—60 %, а теоретически даже до 93 %.

В настоящее время особое внимание уделяется вопросу удешевления конструкций СЭ, которые являются весьма дорогостоящими. Их высокая стоимость обусловлена чрезвы-

чайно высокими требованиями к чистоте полупроводниковых материалов, недопустимостью какой-либо деформации структурной решетки полупроводника (вследствие чего элементы необходимо вырезать из единого кристалла), точностью технологии легирования, представляющего собой целенаправленное введение в полупроводник примесных атомов с концентрацией не выше одной миллионной и т. д.

Применяя легированный кремний в поликристаллической форме, можно избежать продолжительной и дорогостоящей стадии выращивания монокристалла. КПД элементов из поликристаллического кремния снижается примерно на 4 %, но при этом их стоимость уменьшается в 2—3 раза. Удешевления СЭ можно добиться, используя тонкопленочную технологию. Тонкопленочные преобразователи имеют КПД до 7 %. При этом они обладают более прочной конструкцией батареи и имеют меньшие весовые показатели по сравнению с батареями из монокристаллических элементов.

Последовательное соединение СЭ приводит к увеличению напряжения, параллельное — к увеличению тока. Соединение СЭ в любой комбинации для получения необходимых выходных параметров напряжения и мощности, требуемых потребителем, осуществляется с помощью СБ, в которых обеспечивается надежная сборка и герметизация СЭ.

Солнечные батареи (СБ) как автономные источники питания являются энергетической основой любой солнечной фотоэлектрической установки.

В зависимости от уровня мощности СБ, как правило, представляет собой один или несколько блоков, соединенных последовательно-параллельно. Каждый из блоков, в свою очередь, содержит несколько конструктивных модулей. В модуле несколько единиц или десятков (в зависимости от формы и размеров) СЭ закреплены на жестком каркасе. На положительном выводе модуля устанавливают развязывающий диод. Защитное светопрозрачное покрытие могут иметь как отдельный модуль (при размещении в трубе люминесцентной лампы), так и несколько модулей, составляющих блок (при покрытии общим защитным закаленным стеклом).

Фотоэлектрические установки соединены с потребителем по схеме: СБ — преобразователь напряжения — электроприемник, когда процесс осуществляется только днем, или по схеме с использованием электрохимических аккумуляторов: СБ — регулятор заряда — аккумуляторная батарея — электропотребитель, когда требуется круглосуточное потребление энергии.

Системы с непосредственным соединением СБ и потребителя более просты по схемному решению и в эксплуатации.

К ним относятся те фотоэнергоустановки, где аккумулируется вода или водород, либо технологический процесс выполняется, когда светит Солнце.

Фотоэлектрические установки с электрохимическими аккумуляторами или восстанавливаемыми гальваническими элементами осуществляют круглосуточную отдачу электроэнергии в соответствии с требуемым графиком нагрузки потребителя. Это удобно, однако требует введения схемы управления режимом заряда и ограничения разряда химических источников тока.

Фотоэлектрические установки с электрохимическими аккумуляторами и без них имеют мощность от единиц ватта до нескольких киловатт (табл. 9).

Т а б л и ц а 9. Фотоэлектрические установки

Мощность, Вт	Область использования
0,2—1	Переносные приборы для измерения технологических параметров, зарядные устройства для химических источников тока
1—2	Отпугиватели грызунов, системы автоматики неэлектрифицированных механизмов
2—4	Зарядные устройства, электроизгороди переносные
4—10	Электроизгороди стационарные
10—20	Вентиляторы, электроизгороди стационарные (более 7 га)
20—40	Электроочистители воды, электроцентрифуги, водоподъемники
250—500	Стригальные агрегаты, установки вычесывания пуха у коз, кондиционеры, водоподъемные установки
500—4000	Стоянки чабанских бригад, стригальные пункты, хранилища, сушилки

Из всех фотоэлектрических установок наибольшее внимание привлекают фотоэлектрические водоподъемные установки. Это объясняется следующими факторами. В районах, испытывающих недостаток в воде, солнечная энергия, как правило, в избытке, годовой пик потребности в воде совпадает с годовым пиком прихода солнечного излучения, СБ — как источник электроэнергии проста в эксплуатации и не требует квалифицированного обслуживания.

Фотоэлектрическая водоподъемная установка (ФЭВУ). Разработана НПО «Квант», Союзгипроводхоз, ВИЭСХ. Применяют на стационарных водоподъемных пунктах отгонных пастбищ.

Работает следующим образом. Электроэнергия постоянного тока от СБ поступает в блок 5 (рис. 12), где преобразовывается в переменный ток и подается к электродвигателю 2 насоса 3, поднимающего воду по трубопроводу 4 из

колодца в резервуар-накопитель 8. В блоке 5 имеется выключатель, соединенный с датчиком верхнего уровня накопительного резервуара, который обеспечивает отключение насоса при полном заполнении водой резервуара, а также защиту от «сухого хода». Из водоразборного крана 6 вода поступает потребителю. В качестве водоподъемника могут быть использованы погружные электронасосы, например, типа «Азовец» с водозаполненным асинхронным электродви-

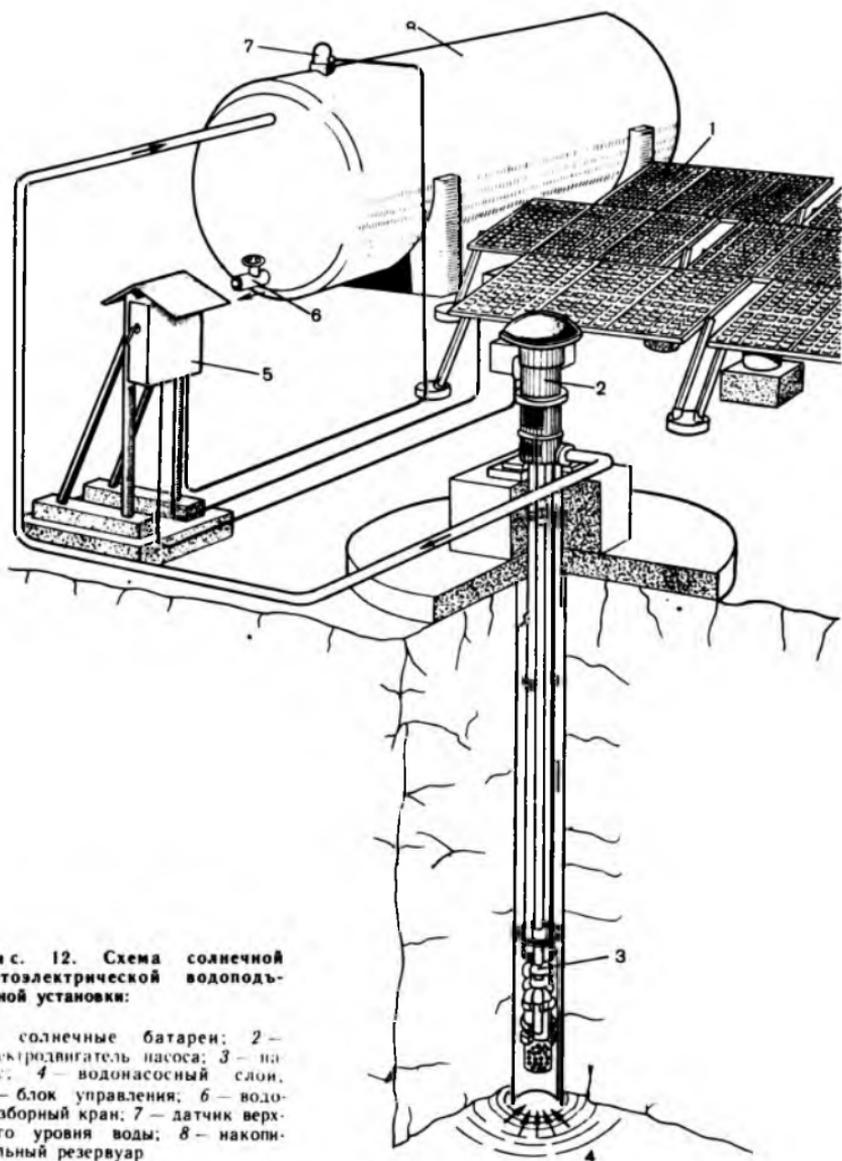


Рис. 12. Схема солнечной фотоэлектрической водоподъемной установки:

1 — солнечные батареи; 2 — электродвигатель насоса; 3 — насос; 4 — водонасосный столб; 5 — блок управления; 6 — водоразборный кран; 7 — датчик верхнего уровня воды; 8 — накопительный резервуар

гателем или вибрационные электромагнитные насосы «Малыш», НЭБ-1-20 и др.

Установки ФЭВУ работают автоматически при поступлении солнечной энергии, достаточной после преобразования для запуска электронасоса. СБ устанавливают с ориентацией на юг (в северном полушарии). Угол наклона СБ по отношению к горизонту меняют 4 раза в году в соответствии с сезоном (лето, осень, зима, весна) с целью максимального получения солнечной энергии, падающей на лучевоспринимающую поверхность, и наибольшей производительности. Выбор угла наклона зависит от широты местности размещения.

Мощность СБ зависит от производительности ФЭВУ, глубины скважины, дебита водоисточника и солнечных энергоресурсов в данной местности, а емкость резервуара-накопителя — от суточной потребности в воде и сезонной производительности установки.

Стационарная фотоэлектрическая водоподъемная установка ФЭВУ-1-20. Разработана НПО «Квант», Союзгипроводхоз и ВИЭСХ. Предназначена для пастбищного водоснабжения сельскохозяйственных объектов на территориях с малыми плотностями нагрузок ($0,1—2$ кВт/км²) при продолжительности солнечного сияния более 2000 ч в год. Обеспечивает водой одной отары овец 600—1000 голов в течение пастбищного сезона.

Состоит из солнечной фотоэлектрической батареи, преобразователя постоянного тока в переменный, электромагнитного вибрационного насоса «Малыш» (НЭБ 1/20, ВБ-0,1-63, «Струмок»). При замене бензоэлектрических и бензомеханических водоподъемников годовая экономия жидкого топлива составляет от 500 до 1500 кг на объект.

Техническая характеристика установки ФЭВУ-1-20

Мощность, генерируемая солнечной батареей при интенсивности излучения 1000 Вт/м ² , Вт	250
Рабочее напряжение на вибронасосе, Вт	170—235
Диапазон интенсивности излучения, достаточный для работы водоподъемника, Вт/м ²	200—1000
Производительность при интенсивности 1000 Вт/м ² при напоре, м, м ³ /ч:	
10	1
45	0,35
Среднесуточный объем добываемой воды при высоте подъема 20 м, м ³ /сутки	6

Переносная сборно-разборная фотоэлектрическая водоподъемная установка. Разработана ВИЭСХ. Применяют

автономно практически на всей территории страны, особенно в регионах с годовой продолжительностью солнечного сияния более 2000 ч, в местностях, удаленных от стационарных электрических сетей, где нет возможности использовать бензоэлектрические агрегаты, затруднен подвоз топлива, сменных аккумуляторов.

Комплект установки состоит из СБ, необслуживаемого аккумулятора, специального электронасоса, блока управления.

Техническая характеристика солнечной батареи

Установленная мощность при интенсивности солнечного излучения 1000 Вт/м ² и температуре окружающей среды плюс 25° С, Вт	50
КПД фотопреобразователей в расчетном режиме, не менее, %	10
Площадь, м ²	0,7
Масса (без жгутов), кг	10

Срок службы СБ — не менее 20 лет.

Необслуживаемый кислотный аккумулятор создан на базе серийного мотоциклетного аккумулятора типа ЗМТ-14 и доработан специально для эксплуатации в системах возобновляемой энергетики. Общая масса аккумулятора с электролитом — 3,5—5,2 кг; КПД по энергии — 90 %. Периодичность технического обслуживания — 1 раз в год. Срок службы — 5 лет.

Техническая характеристика импульсного электронасоса

Номинальная мощность, Вт	50
Производительность, л/ч	До 300
Общий напор, м	10
Потребляемый ток, А	Не более 4
Напряжение питания, В	12
Частота следования импульсов, Гц	5—30
Масса (с электронным блоком), кг	Не более 5,5

Блок управления в комплекте с соединительными жгутами и выносной 4-позиционной розеткой обеспечивает электрическую связь между СБ, аккумуляторами, электронасосом и другими потребителями, а также 4 уровня напряжения: 220 В переменного тока; 6, 9, 12 В постоянного тока. Имеет схемы электронной стабилизации напряжения, содержит регулятор тока заряда аккумулятора, схему защиты от глубокого разряда и чрезмерного перезаряда.

При неработающем электронасосе к комплекту могут

подключаться люминесцентный светильник (8—15 Вт), вентилятор и т. п.

Общая масса переносной сборно-разборной фотоэлектрической водоподъемной установки — не более 40 кг. Обеспечивает минимальный водоподъем $1,5 \text{ м}^3$ в сутки с глубины 10 м.

Генератор импульсов электроизгороди с питанием от СБ. Разработан Горским СХИ, ВИЭСХ. Предназначен для использования в комплекте с переносной электрической изгородью при выпасе крупного рогатого скота. СБ работает параллельно с батареей гальванических элементов типа А 373 «Орион М» или 373.

Техническая характеристика генератора

Минимальная длина электроизгороди, км	2
Рабочее напряжение источника питания, В	11—15
Потребляемая усредненная мощность (при работе на эквивалент ограждения), Вт	0,06—0,32
Расчетная мощность СБ, Вт	2
Габариты СБ, мм	$240 \times 190 \times 9$
Масса, кг:	
генератора	5
СБ	0,66

При использовании СБ расход сухих элементов снижается в 2—3 раза. Длительность работы одного комплекта невозобновляемых сухих элементов 373 — 1 сезон, СБ — 10 лет.

Универсальная фотоэлектрическая установка ФЭУ-40. Разработана ВИЭСХ. Предназначена для автономного электро- и водоснабжения сельскохозяйственных потребителей на объектах, удаленных от централизованного электроснабжения. Установка транспортабельна и рассчитана на круглогодичную эксплуатацию.

Номинальная электрическая мощность СБ при расчетной интенсивности излучения 700 Вт/м^2 — 40 Вт. Номинальная производительность при подъеме воды на 10 м — 200 л/ч.

Масса (без аккумуляторной батареи) — 35 кг.

Может выпускаться в двух модификациях: ФЭУ — 40 э для электроснабжения, ФЭУ — 40 в — для водоподъема. СБ собрана из стандартных трубчатых блоков конструкции ВНИИТ.

КОМБИНИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА ПО ВЫРАБОТКЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Для полного использования всего энергетического спектра потока солнечного излучения, а не только его части (380—1100 нм), воспринимаемой кремниевыми элементами, созданы комбинированные установки по выработке электроэнергии и теплоты. Они особенно эффективны при многократной концентрации светового потока, но при этом возникает опасность перегрева СЭ и снижения их КПД при высокой температуре. Для стабилизации температуры СЭ устраивают специальные системы теплоотвода, в том числе через корпус СБ пропускают холодную воду, которая, отбирая часть теплоты, охлаждает СЭ. В дальнейшем нагретую воду можно использовать в технологических процессах.

Переносная солнечная комбинированная установка ПУСК-20/300. Разработана ВИЭСХ. Применяют для объектов отгонного животноводства, полевых станков и других децентрализованных потребителей малой мощности в зонах с годовой суммой прямой солнечной радиации на перпендикулярную лучам поверхность более $1000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$.

Преобразует прямое солнечное излучение в электрическую (с помощью кремниевых СЭ) и в тепловую энергию для технологических нужд автономных потребителей. Работает при плюсовых и минусовых температурах воздуха (от минус 10 до плюс 45°C).

При интенсивной прямой солнечной радиации $600 \text{ Вт}/\text{м}^2$, температуре воздуха 15°C и начальной температуре воды в баке 15°C установка имеет следующие технические параметры.

Техническая характеристика установки ПУСК-20/300

Мощность, Вт:	
электрическая	20
тепловая	300
Номинальное напряжение, В	6, 9, 12
Объем нагреваемой воды за 6 ч работы, л, до температуры, $^\circ\text{C}$:	
65	30
100	15
Габариты, без бака, мм:	
в рабочем положении	$1900 \times 510 \times$ $\times 500$

в транспортном положении
Масса, кг

1900 × 300 ×
× 50
Не более 20

Установка состоит из линейного концентратора солнечного излучения типа зеркала Френеля, приемника концентрированного излучения, включающего кремниевые фотоэлектрические полупроводниковые преобразователи и прямоугольную трубу, опорно-поворотного устройства, бака для воды с соединительными трубопроводами и арматурой. Солнечный поток концентрируется на фотоприемнике, где часть его преобразуется в электричество, а часть — в теплоту.

В рабочем положении продольная ось концентратора устанавливается в направлении восток — запад $\pm 5^\circ$. Предусмотрен механизм ручной коррекции концентратора за склонением Солнца, которую необходимо осуществлять, как правило, 2 раза в неделю.

Обслуживает установку 1 человек.

Фотоэлектрическая комбинированная станция. Разработана Туркменским отделением НПО «Квант». Предназначена для получения электрической и тепловой энергии.

Используют для замены стационарных энергоустановок с двигателями внутреннего сгорания и нагревателями на угле и мазуте в регионах, удаленных от электрических сетей с годовой суммой прямого солнечного излучения более $1500 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$, в частности на автономных овцеводческих гелиокомплексах.

Станция состоит из водоохлаждаемых фотоэлектрических модулей, параболоцилиндрических концентраторов, системы ориентации по сезонному изменению склонения Солнца, преобразователя постоянного тока в переменный, системы принудительной циркуляции.

Среднесуточная производительность по электроэнергии — $60 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$; среднесуточная производительность по теплоте — $2\text{—}3 \cdot 10^3 \text{ МДж}$. Расчетная мощность электростанции — 10 кВт , тепловая — 120 кВт . Температура воды на выходе — до плюс 80°C .

Электростанция может работать в двух режимах: автономном на индивидуальную трехфазную нагрузку переменного тока 380 В 50 Гц и в ведомом при выдаче вырабатываемой энергии в трехфазную сеть.

Сроки службы СБ — 30 лет, отражателей концентраторов — 5 лет.

Станция имеет модульную конструкцию и состоит из пяти параллельно расположенных секций по 2 кВт каждая.

Техническое обслуживание станции — периодическое 1—2 раза в сезон.

ЛИТЕРАТУРА

- Б. Дж. Бринкворт. Солнечная энергия для человека.— М., 1976.
- Дж. А. Даффи, У. А. Бекман. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии.— М., 1977.
- З. И. Пивоварова, В. В. Стадник. Климатические характеристики солнечной радиации как источника энергии на территории СССР.— Л., 1988.
- Оборудование для использования нетрадиционных и вторичных источников энергии. Каталог выставки Госагропрома СССР.— М., 1988.
- В. М. Усаковский. Возобновляющиеся источники энергии.— М., 1986.
- Состояние и перспективы использования солнечной энергии для систем теплоснабжения жилых и общественных зданий: Обзорная информация. Вып. 6.— М., 1983.
- Разработка и внедрение оборудования для использования возобновляемых источников энергии: Обзорная информация.— М., 1988.
- Г. Раушенбах. Справочник по проектированию солнечных батарей.— М., 1983.
- М. М. Колтун. Солнечные элементы.— М., 1987.

СОДЕРЖАНИЕ

Основные параметры и распределение энергоресурсов солнца	3
Солнечные тепловые системы и установки	10
Установки для нагрева воды	18
Системы гелиоэлектротеплоснабжения	25
Гелиосушильные установки	29
Солнечные электрические установки	36
Термодинамические электроустановки	37
Фотоэлектрические установки	39
Комбинированные средства по выработке электрической и тепловой энергии	46
Литература	48