**ВСЕРОССИЙСКИЙ МОЛОДЕЖНЫЙ КОНКУРС ПО ПРОБЛЕМАМ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ, ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

# «ЮНЭКО»

---

**Направление: Техническое творчество**

**Тема: Опреснительный комплекс с независимым энергопитанием для малых фермерских скотоводческих хозяйств в районах с неблагоприятной водной обстановкой**

**Соискатель: Чавчавадзе Азамат Ибрагимович**

**Научный руководитель: Грибанов Василий Петрович**

**Место выполнения работы: МАУДО Центр дополнительного образования города Владикавказа, Республика Северная Осетия-Алания**

**2025**

# АННОТАЦИЯ

В настоящей работе рассмотрена проблема нехватки и качества питьевой воды в районах с неблагоприятной водной обстановкой и её решение.

Нехватка питьевой воды, препятствует развитию малых фермерских скотоводческих хозяйств. Зачастую это связано с отсутствием инфраструктуры водообеспечения, создание которой в таких районах нецелесообразно ввиду больших экономических затрат.

В районах с неблагоприятной водной обстановкой чаще всего имеются высокоминерализированные подземные воды. Для получения возможности их использования понадобится технология очистки воды.

В настоящей работе разработан опреснительный комплекс с независимым энергопитанием.

# СОДЕРЖАНИЕ


| | |
|---|---|
| Введение | 4 |
| Основная часть | 5 |
| Выбор альтернативного способа очистки воды | 5 |
| Выбор водоопреснительной установки | 5 |
| Выбор вида электростанции для энергообеспечения опреснительного комплекса с независимым энергопитанием | 13 |
| Ветровая электростанция | 17 |
| Солнечная электростанция | 17 |
| Вариант опреснительного комплекса с независимым энергопитанием | 19 |
| Заключение | 24 |
| Литература | 25 |

# ВВЕДЕНИЕ

Малонаселённые, с неблагоприятной водной обстановкой, районы страны, испытывают нехватку питьевой пресной воды. В этих районах  население, живущее в отдалённых населённых пунктах, испытывает нехватку питьевой воды в связи с отсутствием инфраструктуры, необходимой для забора воды из водоносных пластов [1].

Нехватка питьевой пресной воды приводит к ухудшению условий жизни, вынуждая людей использовать для питья высокоминерализированные подземные воды.

Также, одной из острых проблем становится проблема гигиены, так как люди не могут надлежащим образом мыться, стирать свою одежду и содержать в чистоте свои дома.

**Цель работы:** определить возможность создания опреснительного комплекса с независимым энергопитанием для малых фермерских скотоводческих хозяйств в районах с неблагоприятной водной обстановкой.

**Задачи работы:** рассмотрение проблемы нехватки питьевой пресной воды и её качества; определение путей решения проблемы обеспечения питьевой водой; выбор метода очистки воды; разработка конструкции опреснительного комплекса с независимым энергопитанием для районов с неблагоприятной водной обстановкой.

**Актуальность работы** заключена в том, что малые фермерские скотоводческие хозяйства в районах с неблагоприятной водной обстановкой испытывают острую нехватку питьевой пресной воды, что препятствует развитию скотоводства.

# ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Обеспечение малых фермерских скотоводческих хозяйств питьевой пресной водой для удовлетворения бытовых нужд и самого хозяйства, зависит от решения двух основных проблем: количество пресной воды и того, как она сохраняется, распределяется и используется, а также качество имеющейся воды.

Решение проблемы дефицита питьевой пресной воды, необходимой малым фермерским скотоводческим хозяйствам, можно осуществлять несколькими способами:

1. Экономия воды – уменьшение количества её расхода, не допущение загрязнения, рациональное использование водных ресурсов.
2. Формирование водохранилищ с пресной водой.
3. Совершенствование технологии очистки и переработки воды.
4. Переработка солёной и минерализованной воды в пресную, что является наиболее перспективным способом решения проблемы дефицита воды.

## ▪ ВЫБОР АЛЬТЕРНАТИВНОГО СПОСОБА ОЧИСТКИ ВОДЫ

Для малых фермерских скотоводческих хозяйств в условиях отсутствия водопроводного водоснабжения и нехватки источников пресной воды, пригодной для питья и полива, существенное значение имеет опреснение солёной и минерализованной воды.

Выход видится в использовании близлежащих открытых и подземных источников воды, немалая часть которых может иметь уровень жёсткости воды более допустимого.

Наиболее распространённый способ использования технологий опреснения является производство пресной воды для бытовых целей.

Из современных методов опреснения воды, а именно — *химическое осаждение, ионный обмен, электрический осмос, опреснение вымораживанием, опреснение методом обратного осмоса* — наиболее подходит для водоснабжения малых фермерских скотоводческих хозяйств ***метод обратного осмоса***.

При опреснении воды методом обратного осмоса (рис. 1) пресную воду отделяют от растворённых в ней солей при помощи специальных полимерных мембран, которые задерживают минеральные и органические примеси, вирусы, бактерии, железо, тяжёлые металлы, соли жёсткости и пр. Являясь «молекулярным ситом», они оберегают потребителя от всевозможных неприятных сюрпризов, связанных с ухудшением химических и органолептических свойств воды [2]. Этот метод опреснения характеризуется относительно меньшими расходами энергии на ведение процесса, не требует затрат дорогостоящей тепловой энергии.

## ▪ ВЫБОР ВОДООПРЕСНИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

В настоящее время учёными и инженерами в России, Индии, США, Саудовской Аравии проводятся разработки и реализация разных опреснительных установок.

Как показывает практика за последнее десятилетие, освоенная не так давно технология обратного осмоса в настоящее время завоевала большую популярность на уровне массового применения в производственных процессах, особенно при очистке воды.

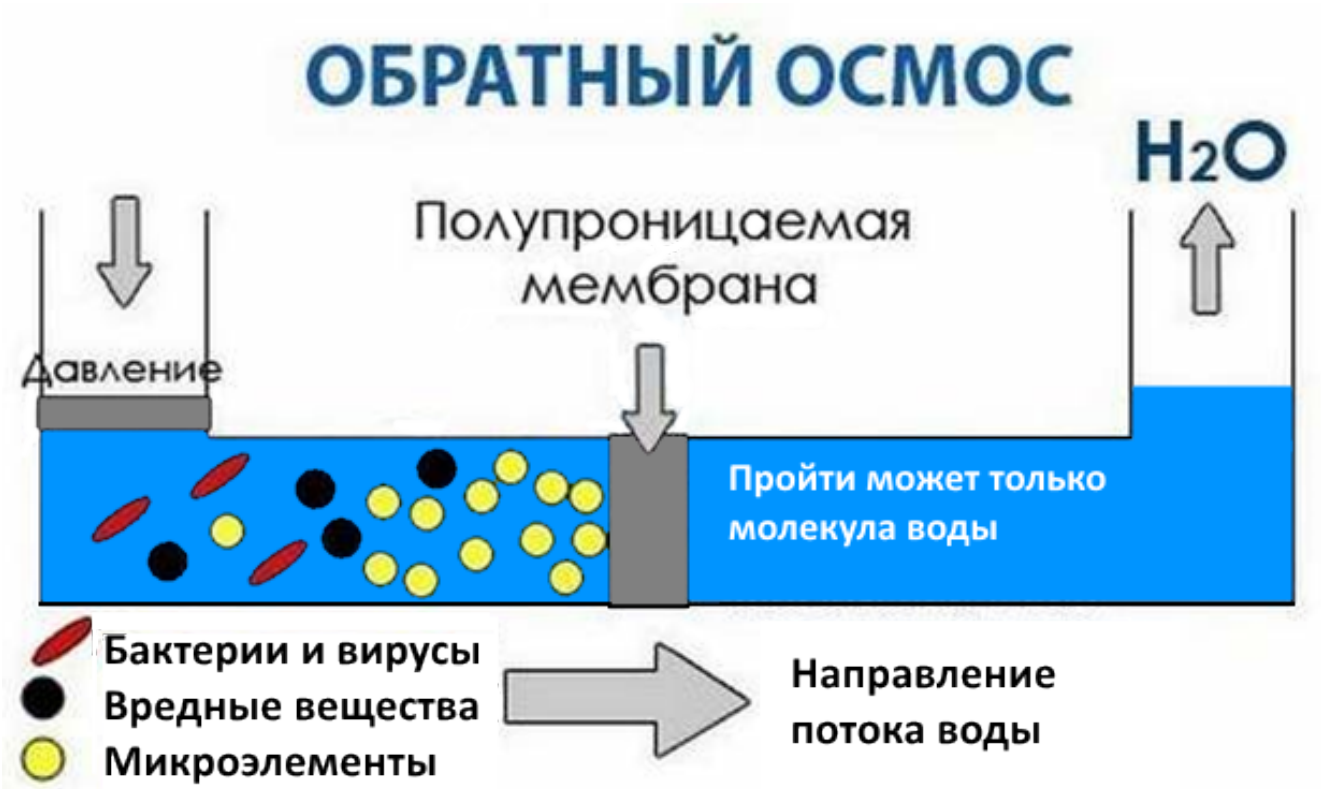


Рисунок 1. Метод обратного осмоса.

Небольшим фермерским скотоводческим хозяйствам, не связанным с инфраструктурой водоснабжения для осуществления своей хозяйственной деятельности необходима современная водоопреснительная установка, работающая по технологии обратного осмоса и автономным энергетическим обеспечением. с учётом этого водоопреснительная установка должна иметь малое энергопотребление.

Существуют три основных формата современных ферм: мини-ферма (от 20 до 50 голов скота), средняя ферма (до 400 голов скота) и крупное фермерское хозяйство (1 – 1,5 тысячи голов скота). Сегодня в России работают преимущественно малые фермы [3].

Согласно «Нормам расходов воды потребителей систем сельскохозяйственного водоснабжения» **ВНТП-Н-97** [4] среднесуточные нормы расхода воды в расчете на одну корову для предприятий по производству молока, фермерских и крестьянских хозяйств должны приниматься по таблице 1.

Надой молока на 1 корову в России по продуктивности занимает восьмое место. Её фермеры в среднем за месяц получают от одной коровы 410 л. молока (около 5000 литров в год) [5]. Из таблицы 1 видно, что в сутки для малого фермерского хозяйства с максимальной численностью 50 голов скота потребуется 5000 литров воды.

При рассмотрении опреснительных установок, работающих на технологии обратного осмоса, выбор был остановлен на установке Европейской фирмы Bekar Europe GmbH.

Европейская фирма Bekar Europe GmbH выпускает опреснительные установки для получения пресной воды производительностью от 8 м$^3$ до 65 м$^3$ (или 8000 – 65 000 литров) в сутки [6]. Минимальной производительности пресной воды (8м$^3$) будет достаточно для содержания скота, а также для бытовых нужд малого скотоводческого хозяйства.

Внешний вид одной из таких установок, работающих на технологии обратного осмоса, приведён на рисунке 2.

Технические характеристики водоопреснительных установок фирмы Bekar Europe GmbH, работающих на технологии обратного осмоса приведены в таблице 2.

Каждая установка опреснения солёной воды изготавливается как единый и компактный модуль. Поэтому может быть легко собрана, а управление и техническое обслуживание может быть реализовано любым техническим специалистом без специальной подготовки.

В системе не используются химические средства для опреснения солёной воды, и не требуются высокопрофессиональные инженеры для управления и технического обслуживания. Мембраны опреснительной системы обратного осмоса RO имеют продолжительный срок службы, и могут работать в течение 5 и более лет без их замены. Благодаря такой конструкции системы эксплуатационные расходы будут снижены значительно в течение всего периода работы станции.

**Порядок работы системы опреснения солёной воды Bekar Europe GmbH (Рис. 3):**

- **Процесс забора солёной воды (1 – 2):**

1. Забор солёной воды с помощью заборного насоса.
2. Вода поступает в бак для солёной воды.

Таблица 1

**Нормы расхода воды на одну голову, л/сут***

| Уровень молочной продуктивности, кг | При доении в стойлах в ведра или молокопровод | | | При доении в доильном зале на установках | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Всего | в том числе: | | Всего | в том числе: | |
| | | поение | доение и прочие расходы | | поение | доение и прочие расходы |
| 3500 | 70/83 | 43 | 27/40 | 80/97 | 43 | 37/54 |
| 4000 | 77/90 | 48 | 29/42 | 78/104 | 48 | 39/56 |
| 5000 | 87/100 | 57 | 30/43 | 97/115 | 57 | 40/58 |
| 6000 | 92/105 | 60 | 32/45 | 102/120 | 60 | 42/60 |
| 7000 | 103/116 | 70 | 33/46 | 113/132 | 70 | 43/62 |

*** Примечания:**

1. В числителе показаны нормы расхода воды при 2-разовом, в знаменателе - при 3-разовом доении.

2. Норма расхода воды на одну корову для фермерских и крестьянских хозяйств принимается по графе “При доении в стойлах в ведра или молокопровод”.

Рисунок 2. Водоопреснительная установка обратного осмоса фирмы Bekar Europe GmbH.

Таблица 2

**Технические характеристики водоопреснительных установок**

| **Модель** | | **4 KW-8TPD** | **4 KW-13TPD** | **4 KW-16TPD** | **10 KW-65TPD** |
|---|---|---|---|---|---|
| Производительность насосов (количество забираемой солёной воды) | $м^3$/сутки | 36,00 | 36,00 | 44,50 | 172,80 |
| | $м^3$/час | 1,50 | 1,50 | 1,85 | 7,20 |
| Производительность опреснительной системы (количество опресняемой воды) | $м^3$/сутки | 8,00 | 13,00 | 16,00 | 65,00 |
| | л/час | 333,00 | 542,00 | 667,00 | 2 708,00 |
| | л/мин | 5,55 | 9,03 | 11,12 | 45,13 |
| Мощность моторов | кВт | 3,70 | 3,70 | 3,70 | 9,98 |
| Длина | мм | 2 800,00 | 2 800,00 | 2 800,00 | 5 750,00 |
| Ширина | мм | 800,00 | 800,00 | 800,00 | 1 800,00 |
| Высота | мм | 1 200,00 | 1 200,00 | 1 200,00 | 2 000,00 |

- **Предварительная обработка воды (3 – 6):**

3. Перекачка солёной воды из бака в мультимедийный песчаный фильтр с помощью фильтрующего насоса.
4. Мультимедийный песчаный фильтр.
5. Проверка воды с помощью контрольного фильтра и перекачка воды в бак для фильтрованной воды.
6. Бак для фильтрованной воды.

- **Процесс опреснения солёной воды (7 – 8):**

7. Вода поступает в модуль системы обратного осмоса RO с помощью специального насоса.
8. Модуль системы обратного осмоса RO (производительность модуля до 220 м$^3$ воды в сутки).

В России также выпускают водоопреснительные установки работающие на технологии обратного осмоса. Интерес представляют водоопреснительные установки ООО «НПО Акватех» типа ООС (рис. 4) [7].

Эти установки работают на технологии обратного осмоса и представлены довольно широким рядом моделей мощностью от 1,1 кВт до 85 кВт, производительностью пресной воды от 0,25 м$^3$/час до 100 м$^3$/час [8].

Технические характеристики установки обратного осмоса «ООС-2,0», выпускаемой «НПО Акватех» приведены в таблице 2-3.

Типовая схема водоподготовки с применением установок обратного осмоса, изготавливаемых «НПО Акватех», приведена на рисунке 5.

Проведём сравнение опреснительных установок типа 4 KW и аналогичных им отечественных ООС:

- **4 KW-8TPD:**
  - потребляемая мощность: 3,7 кВт;
  - количество опресняемой воды: 8 м$^3$/сутки (333 л/ч).
- **ООС-0,25:**
  - потребляемая мощность: 1,1 кВт;
  - количество опресняемой воды: 6 м$^3$/сутки (250 л/ч).
- **ООС-0,25:**
  - потребляемая мощность: 1,1 кВт;
  - количество опресняемой воды: 6 м$^3$/сутки (250 л/ч).
- **4 KW-13TPD:**
  - потребляемая мощность: 3,7 кВт;
  - количество опресняемой воды: 13 м$^3$/сутки (542 л/ч).
- **ООС-0,5:**
  - потребляемая мощность: 1,1 кВт;
  - количество опресняемой воды: 12 м$^3$/сутки (500 л/ч).

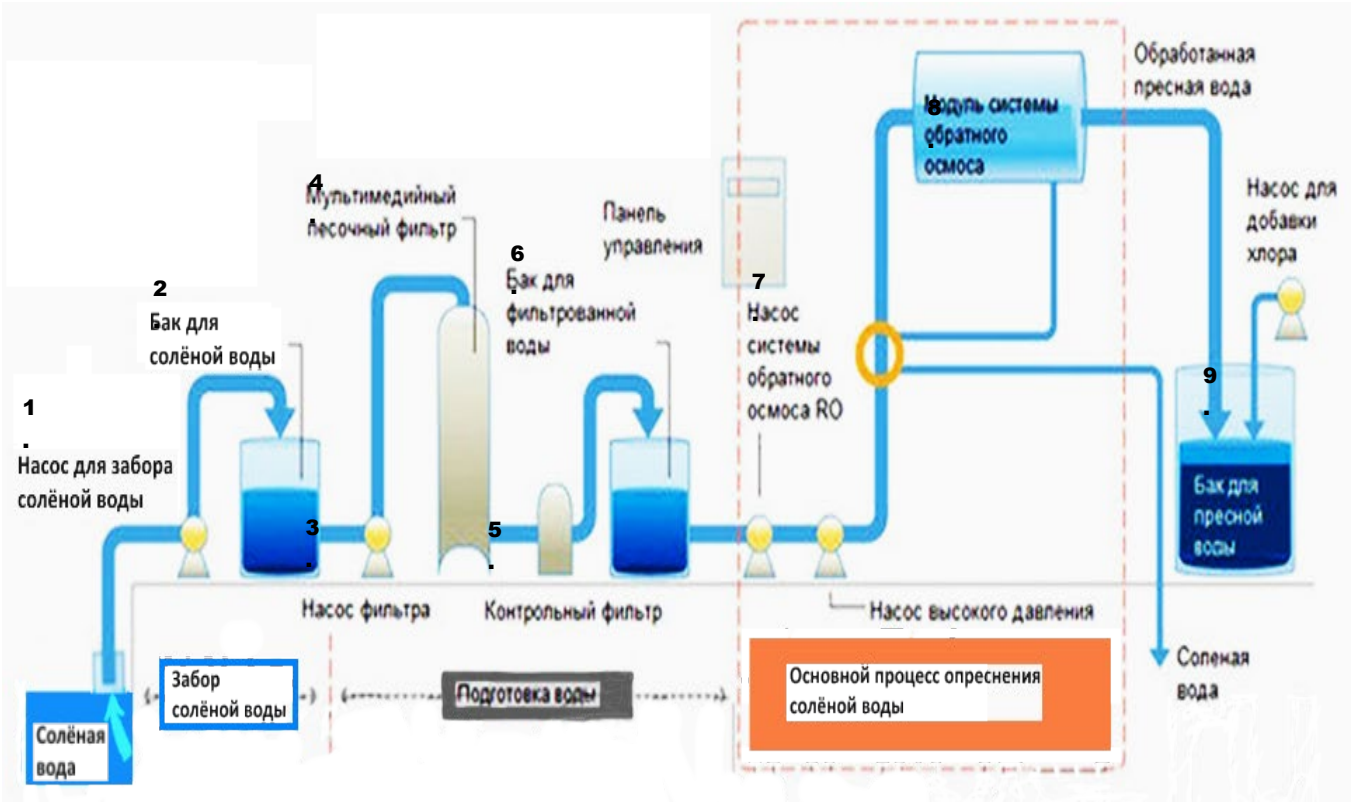


Рисунок 3. Схема работы опреснительной установки обратного осмоса Bekar Europe GmbH.

Из сравнения характеристик лучших аналогичных европейских и отечественных опреснительных установок обратного осмоса видно, что при близких значениях производительности пресной воды отечественные установки потребляют электрическую энергию почти в 4 раза меньше, чем европейские.

Таким образом, для малого отдалённого населённого пункта и небольшого фермерского хозяйства рекомендуется использовать отечественную опреснительную установку, например, **типа ООС-0,5** производительностью 12 $м^3$/сутки или 500 л/ч.

Так как установка экономична (1,1 кВт), её можно обеспечить электропитанием от солнечной электростанции мощностью до 3 кВт.

## ▪ ВЫБОР ВИДА ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОПРЕСНИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА С НЕЗАВИСИМЫМ ЭНЕРГОПИТАНИЕМ

На большей части территории России скорость ветра летом сравнительно небольшая, но достаточно много солнца и продолжительный световой день. В то время как зимой, наоборот, много сильных ветров и меньше солнечного света. Поскольку пик работ по производству электрической энергии у ветровой и солнечной электростанций приходится на различное время суток и года, то гибридная система, соответственно, производит энергии больше, и тогда, когда это действительно необходимо.

Таким образом, для нормального энергетического обеспечения опреснительного комплекса с независимым энергопитанием необходима гибридная энергетическая система, состоящая из современных ветровой и солнечной электростанций.

Для независимого энергообеспечения лучше использовать ветровую электростанцию на основе современного ветрогенератора четвёртого поколения (Рис. 6).

VAWT (Vertical Axis Wind Turbine) ─ ветровой генератор 4-го поколения с вертикальной осью вращения, изменяемым углом атаки лопаток турбины и автоматической гидравлической системой торможения.

Ветровые генераторы 4-го поколения с вертикальной осью вращения аэродинамического колеса отличаются от традиционных горизонтально ориентированных турбин по конструкции и области применения. Так, например, ветрогенератор нового 4-го поколения с вертикальной осью должен иметь систему изменения угла атаки лопаток турбины для управления скоростью вращения турбины генератора, использовать один и тот же вал для ветряного колеса и генератора, автоматическую систему механического торможения и т. д.

Фирма Bekar Europe GmbH изготавливает ряд моделей ветрогенераторов с вертикальной осью от 500 Вт, 1 кВт, 3 кВт, 5 кВт, 10 кВт и до 60 кВт.[9].

Технические характеристики ветровых генераторов 4 поколения фирмы BEKAR приведены в таблице 4.

Рисунок 4. Установка обратного осмоса «ООС-0,5» (0,5 м3/ч) ООО «НПО АКВАТЕХ».

Таблица 3

**Характеристики водоопреснительных установок обратного осмоса**

| **Модель-производительность, м$^3$/ч** | **Потребляемая мощность, кВт** | **Кол-во мембранных элементов, шт.** | **Габариты, д/ш/в, мм** | **Процент выхода чистой воды, %** |
|---|---|---|---|---|
| ООС-0,25 | 1,1 | 1 (4040) | 600*600*1700 | 75-95 |
| ООС-0,5 | 1,1 | 2 (4040) | 600*600*1700 | 75-95 |
| ООС-0,75 | 1,3 | 3 (4040) | 600*600*1700 | 75-95 |
| ООС-1,0 | 1,5 | 4 (4040) | 600*600*1700 | 75-95 |
| ООС-1,5 | 2,2 | 6 (4040) | 2000*600*1700 | 75-95 |
| ООС-2,0 | 2,5 | 8 (4040) | 2000*600*1700 | 75-95 |
| ООС-3,0 | 3,0 | 3 (8040) | 2500*750*1700 | 75-95 |
| ООС-4,0 | 4,0 | 4 (8040) | 2500*750*1700 | 75-95 |
| ООС-5,0 | 5,5 | 5 (8040) | 2500*750*1700 | 75-95 |
| ООС-6,0 | 5,5 | 6 (8040) | 3500*750*1700 | 75-95 |
| ООС-7,0 | 6,0 | 7 (8040) | 3500*750*1700 | 75-95 |
| ООС-8,0 | 7,5 | 8 (8040) | 3500*750*1800 | 75-95 |
| ООС-9,0 | 7,5 | 9 (8040) | 4500*750*1700 | 75-95 |
| ООС-10,0 | 11,0 | 10 (8040) | 3500*750*1800 | 75-95 |
| ООС-12,0 | 11,0 | 12 (8040) | 4500*750*1700 | 75-95 |
| ООС-15,0 | 15,0 | 15 (8040) | 4500*750*1800 | 75-95 |
| ООС-20,0 | 18,5 | 20 (8040) | 4500*1050*1700 | 75-95 |
| ООС-25,0 | 22,0 | 25 (8040) | 5500*1050*1700 | 75-95 |
| ООС-30,0 | 30,0 | 30 (8040) | 5500*1650*1700 | 75-95 |
| ООС-40,0 | 34,0 | 40 (8040) | 5500*1650*1700 | 75-95 |
| ООС-45,0 | 34,0 | 45 (8040) | 7000*1650*1700 | 75-95 |
| ООС-50,0 | 37,0 | 50 (8040) | 7000*2000*2000 | 75-95 |
| ООС-60,0 | 42,0 | 60 (8040) | 7000*2000*2200 | 75-95 |
| ООС-75,0 | 56,0 | 75 (8040) | 7000*2300*2300 | 75-95 |
| ООС-80,0 | 60,0 | 80 (8040) | 7000*2500*2500 | 75-95 |
| ООС-100,0 | 85,0 | 100 (8040) | 7000*3000*2500 | 75-95 |

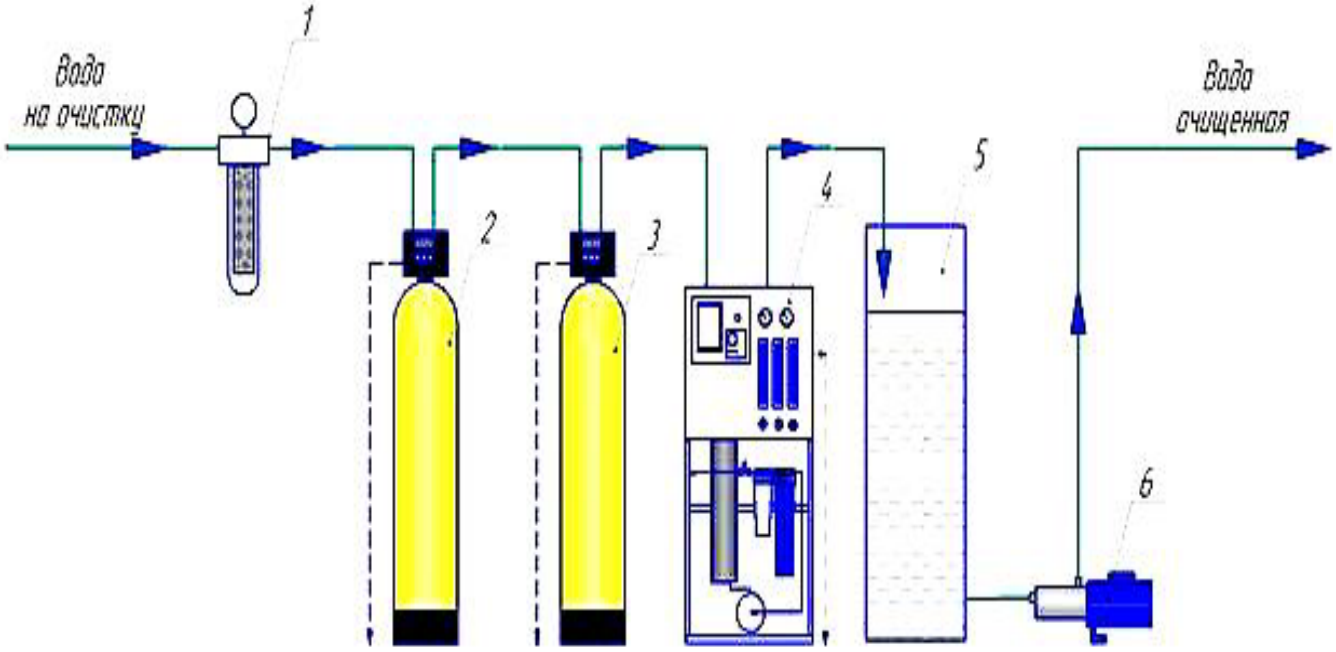


Рисунок 5. Типовая схема водоподготовки с применением установки обратного осмоса: 1 – механический фильтр; 2 – фильтр-обезжелезиватель (осветлитель); 3 – сорбционный фильтр (активированный уголь); 4 – установка обратного осмоса; 5 – ёмкость для очищенной воды; 6 – насосная станция подачи очищенной воды.

## ▪ ВЕТРОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Современные VAWT ветрогенераторы имеют ряд преимуществ:

- безопасная конструкция ветрогенератора с мощными лопастями;
- снижение рабочих шумов, шума практически не слышно;
- наивысшая выработка электроэнергии при низкой скорости ветра;
- простое обслуживание и низкая стоимость технического обслуживания;
- долгий срок службы ветрогенератора благодаря стабильной структуре ротора;
- мачта ветрогенератора требует меньший фундамент;
- направление ветра 360 градусов для производства электроэнергии;
- начинают работать при скорости ветра 2 м/с;
- система управления углом атаки лопастей турбины;
- автоматическая система гидравлического торможения;
- простая установка.

## ▪ СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Выбор солнечной электростанции для будущего опреснительного комплекса с независимым энергопитанием был остановлен на фирме Bekar Europe GmbH, выпускающей готовый комплект солнечной электрической станции Bekar Ready Kit максимальной электрической мощностью 3 кВт [10]. Фотоэлектрические модули сделаны из тонкой аморфной плёнки Bekar, которая постепенно заменит традиционные моно- и поликристаллические кремниевые модули.

Этот комплект можно быстро доставить на объект и собрать солнечную электростанцию мощностью 3 кВт**. В стандартный комплект поставки входят фотоэлектрические модули Bekar, необходимые MPPT контроллер, инвертор и гелевые аккумуляторные батареи** (Рис.7).

Поскольку выходная мощность солнечных модулей из тонкой кремниевой пленки прямо пропорциональна интенсивности солнечного света, то при слабом и рассеянном солнечном свете работа фотоэлектрических модулей Bekar намного лучше, чем моно- и поликристаллических кремниевых панелей.

Традиционные кремниевые модули теряют 25% и более процентов своей производительности при даже незначительном затенении или грязи на модулях. Модули Bekar теряют совсем незначительное количество энергии, что в результате приводит к реально лучшей производительности в течение всего срока службы модулей [10].

**Характеристики солнечной электростанции** Bekar Ready Kit **приведены в таблице 5.**

Рисунок 6. Ветряной генератор четвёртого поколения.

## ▪ ВАРИАНТ ОПРЕСНИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА С НЕЗАВИСИМЫМ ЭНЕРГОПИТАНИЕМ

Для энергообеспечения опреснительного комплекса с независимым энергопитанием лучше использовать ***гибридную электростанцию*****,** состоящую из лучших современных ветрогенератора четвёртого поколения и солнечной электростанции с фотоэлектрическими модулями из тонкой аморфной плёнки.

Ветровая турбина, мачта, аккумуляторные батареи, фотоэлектрические модули, инвертор и гибридный ветро-солнечный контроллер представляют собой гибридную ветро-солнечную электрогенераторную установку – единое автоматическое устройство, которое одновременно вырабатывает электрический ток, управляет и преобразует энергию ветра и солнца в электрический ток чистого синуса.

***Гибридная ветро-солнечная электрогенераторная установка*** может передавать, управлять и хранить на специальных гелевых батареях электроэнергию, вырабатываемую ветровой турбиной и солнечными фотоэлектрическими модулями. Система может преобразовывать постоянный ток аккумуляторных батарей в переменный чистый синусоидальный ток напряжением 220 / 380 Вольт.

Инвертор системы не только обладает совершенным внешним видом, снабжен жидкокристаллическим монитором, и удобен в эксплуатации, но также, имеет защиту от избыточного заряда аккумуляторных батарей, перенапряжения, перегрева, понижения напряжения, ошибки подключения к полюсам аккумуляторной батареи. Кроме того, инвертор имеет устройство автоматической утилизации избыточной энергии.

Отличительная особенность опреснительного комплекса с независимым энергопитанием заключена в применении гибридной электростанции. Наличие этой электростанции обеспечит независимое и стабильное снабжение электроэнергией в различное время суток и года.

Опреснительный комплекс с независимым энергопитанием (рис. 8) состоит из отечественной опреснительной установки обратного осмоса ООС–0,5 производительностью 12 $м^3$/сут и гибридной электростанции, состоящей из ветрового генератора Bekar 4-го поколения мощностью 5 кВт и солнечной электростанции Bekar Ready Kit мощностью 3 кВт.

Таблица 4

**Технические характеристики ветровых генераторов BEKAR 4-го поколения**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Номинальная мощность, кВт | 3,00 кВт | 5,00 кВт | 10,00 кВт |
| Максимальная мощность, кВт | 3,60 кВт | 6,00 кВт | 12,00 кВт |
| Номинальная скорость ветра, м/с | 12 м/с | 12 м/с | 12 м/с |
| Стартовая скорость ветра, м/с | 4 м/с | 4 м/с | 4 м/с |
| Предельная скорость ветра, м/с | 50 м/с | 55 м/с | 55 м/с |
| Диаметр колеса генератора, м | 3,00 м | 4,00 м | 6,00 м |
| Высота колеса генератора, м | 3,60 м | 4,60 м | 6,20 м |
| Вес колеса генератора, кг | 650 кг | 975 кг | 2 375 кг |
| Высота мачты генератора, м | 5,50 м | 5,50 м | 5,50 м |
| Вес мачты генератора, кг | 450 кг | 650 кг | 1 050 кг |
| Тип генератора | 3-х фазный PMG | | |
| Номинальное напряжение, В | AC 250 В | AC 250 В | AC 250 В |
| Номинальный ток, А | AC 6,90 А | AC 11,50 А | AC 23,00 А |
| Уровень защиты | IP 54 | IP 54 | IP 54 |
| Выходное напряжение при работе в сети | DC 80-400V | DC 80-400V | DC 80-400V |
| Выходное напряжение при работе вне сети | DC 48V | DC 110V | DC 110V |
| Система зашиты от сильного ветра | Автоматическое управление углом атаки лопастей ветрогенератора | | |
| Система автоматического торможения | Автоматическое торможение турбины механическим тормозом | | |

**Таблица 5**

**Характеристики солнечной электрической станции**

| | |
|---|---|
| Max. выходная мощность | 3000 Вт, мах |
| Выходное напряжение | 220 / 230 / 240 В, AC |
| Напряжение в системе АК батарей | 48 В, DC |
| Число АК батарей в системе | 8 |
| Напряжение / ёмкость АК батареи | 12 В / 220 АЧ |

Рисунок 7. Комплект солнечной электростанции Bekar Ready Kit, 3 кВт.

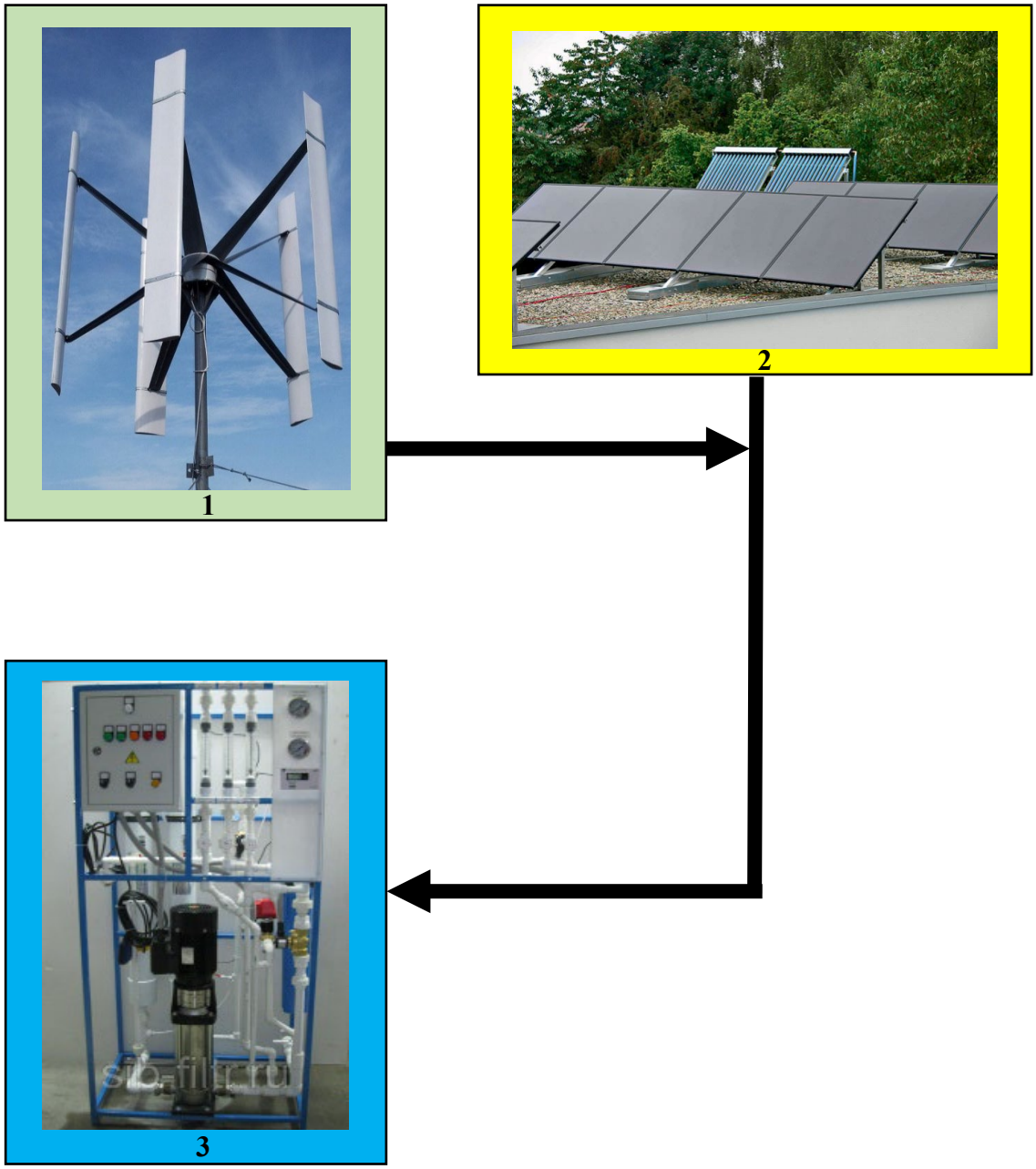


Рисунок 8. Блок-схема опреснительного комплекса с независимым энергопитанием: 1 – ветровая электростанция Bekar 4-го поколения мощностью 5 кВт; 2 – солнечная электростанция Bekar Ready Kit мощностью 3 кВт; 3 – опреснительная установка обратного осмоса ООС–0,5 производительностью 12 м$^3$/сут.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения НИР «Опреснительный комплекс с независимым энергопитанием для малых фермерских скотоводческих хозяйств в районах с неблагоприятной водной обстановкой» были выполнены следующие работы:

- рассмотрена проблема нехватки и качества воды и определены пути решения проблемы обеспечения питьевой пресной водой;

- выбран метод опреснения и очистки солёной и минерализованной воды;

- разработан вариант комплекса для получения питьевой пресной воды с опреснительного комплекса с независимым энергопитанием для малых фермерских скотоводческих хозяйств в районах с неблагоприятной водной обстановкой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-ресурс: https://thewallmagazine.ru/lack-of-fresh-water/
2. Интернет-ресурс: http://sovet-ingenera.com/vodosnab/filtr-schet/obratnyj-osmos-vred-ili-polza.html
3. Интернет-ресурс: https://мойбизнес.рф/knowledge/kak-otkryt-molochnuyu-fermu-poshagovyy-biznes-plan/?ysclid=m6rkzk9sko918841509
4. Интернет-ресурс: https://files.stroyinf.ru/Data1/10/10093/index.htm?ysclid=m6rjsbb3el381815703
5. Интернет-ресурс: https://dzen.ru/a/X6zE1f-w-AWFsGqc?ysclid=m6rltugir8573399240
6. Интернет-ресурс: https://bekar-europe.ru/p39405208-opresnitelnaya-ustanovka.html
7. Интернет-ресурс: https://sib-filtr.ru/p5781755-ustanovka-obratnogo-osmosa.html
8. Интернет-ресурс: https://sib-filtr.ru/p340038898-ustanovka-obratnogo-osmosa.html
9. Интернет-ресурс: https://bekar-europe.ru/p54843985-vetrogenerator-vertikalnoj-osyu.html
10. Интернет-ресурс: http://solar-project.ru/komplekt-solnechnoy-stantsii-bekar-ready-kit-2-kvt/]