

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ «ШАГ В БУДУЩЕЕ»

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ СОРЕВНОВАНИЕ
«ШАГ В БУДУЩЕЕ, МОСКВА»**

59

регистрационный номер

Химия и химические технологии

название факультета

2В1

название кафедры

Опреснение морской воды для орошения виноградников в Крыму

название работы

Автор:

Тихомиров Андрей Александрович

фамилия, имя, отчество

Лицей № 8, г. Электросталь, 9 «Тау»

наименование учебного заведения, класс

Научный руководитель:

Нефедова Надежда Викторовна

фамилия, имя, отчество

АНОО «Ломоносовский лицей»

место работы

почетный работник образования РФ

звание, должность

подпись научного руководителя

Ногинск - 2019

Аннотация

В настоящее время в Крыму существует проблема нехватки пресной воды используемой для орошения. Для ее решения я предлагаю внедрять в частных фермерских хозяйствах технологии опреснения морской воды методом обратного осмоса.

Предметом моего исследования является процесс опреснения морской воды и дальнейшее использование полученной пресной воды для орошения виноградников с целью увеличения урожая.

Работая над проектом, я изучил понятие осмоса, принцип работы установки обратного осмоса, процесс очистки воды, технологию капельного полива виноградника. Провел расчет предполагаемого объема воды, требуемого для орошения 1 га виноградника при выращивании сорта Саперави. Высчитал ориентировочную себестоимость очищенной воды.

Ознакомившись с исследованиями, проведенными кафедрой виноградарства Крымского сельскохозяйственного института в течение 1952—1955 годов над сортом Саперави, я убедился в целесообразности орошения виноградников.

Сравнив предполагаемые денежные затраты на процесс опреснения морской воды для орошения виноградников с получением желаемой прибыли от продажи полученного урожая винограда, я убедился в экономической выгоде проекта.

В результате проведенного исследования я делаю вывод о целесообразности моего предложения, благодаря которому увеличится урожай в каждом фермерском хозяйстве, где применяется установка опреснения морской воды.

Содержание:

Введение	4
1. Осмос и обратный осмос: краткая характеристика понятий	5
2. Принцип работы установки обратного осмоса	5
3. Процесс очистки воды забранной из Черного моря	7
4. Капельный полив виноградника	7
5. Влияние различной степени увлажненности почвы на рост и плодоношение винограда	8
6. Расчет объема воды, требуемый для орошения 1 га виноградника при выращивании сорта Саперави	9
7. Расчет стоимости воды от установки с производительностью 35 м ³ /сут	10
8. Экономический расчет	11
Заключение	13
Список использованных источников	14
Приложения	15

Введение

Проблема с пресной водой в Крыму всегда стояла на первом месте, и в 1950 году власти принимают постановление о строительстве Северо-Крымского канала. Таким образом, воды Днепра пришли на Крымский полуостров.

В настоящее время, обеспечение полуострова Крым водой с помощью Северо-Крымского канала приостановлено.

В условиях отсутствия днепровской воды, орошаемое земледелие Крыма понесло значительные убытки. Объём воды, подаваемой на орошение, сократился с 700 млн. м³ до 17,7 млн. м³ в год.

Моим предложением по решению данной проблемы является внедрение технологии опреснения морской воды методом обратного осмоса с целью получения пресной воды используемой для орошения земель в частных фермерских хозяйствах.

В работе я рассматриваю использование опреснительной установки (системы морского осмоса) как этап орошения виноградников на Южном берегу полуострова Крым.

На рассматриваемом участке, орошение виноградника производится методом капельного полива. При этом с поливной водой под каждое растение дополнительно вносится необходимое удобрение.

В результате на участке орошаемом опресненной морской водой вырастает больший объем урожая по сравнению с аналогичным участком без полива.

1 Осмос и обратный осмос: краткая характеристика понятий

Свою работу над проектом я начал с изучения понятий осмос и обратный осмос.

Осмос – явление, лежащее в основе обмена веществ всех живых организмов и подразумевающее поступление питательных веществ в клетку, и выведение из нее метаболитов. Реализация этих процессов осуществляется через полупроницаемую мембрану, пропускающую молекулы одних веществ и препятствующая прохождению других. Если по разные стороны полупроницаемой мембраны, которая способна пропускать только молекулы воды, находятся солевые растворы с различной концентрацией, закономерно ожидать выравнивания концентрации, которое приведет к перемещению молекул воды из менее концентрированного раствора в сторону раствора с большей концентрацией. Движущей силой в данном случае является осмотическое давление (1).

Обратный осмос – понятие, имеющее место в том случае, когда на раствор с большей концентрацией воздействуют внешним давлением, величина которого превышает осмотическое. В этом случае происходит перемещение молекул воды в обратном направлении, то есть от более концентрированного раствора в сторону раствора с меньшей концентрацией. Таким образом, избыточное давление, величина которого превышает величину осмотического, «заставляет» молекулы воды диффундировать через мембрану в обратном направлении, противоположном прямому осмосу (1) (2). (Рисунок 1.1)

2 Принцип работы установки обратного осмоса

Узнав разницу между осмосом и обратным осмосом, я рассмотрел принцип работы установки основанной на процессе обратного осмоса.

В основе работы систем обратного осмоса лежат баромембранные технологии, в соответствии с которыми движущей силой процесса является

разница давлений, создаваемая по обе стороны полупроницаемой мембраны. Она изготавливается из пористых материалов, таких как полиамидные или ацетат целлюлозные пленки, а также полые волокна.

В системах водоподготовки наиболее распространенными являются обратноосмотические элементы рулонного типа (3), состоящие из двух полупроницаемых мембран и слоя гибких элементов ленточного типа, которые навиваются на центральную перфорированную водосборную трубку. Исходная вода, подвергаемая очистке, поступает в рулонный модуль и за счет особенностей его строения она разделяется на два потока:

- **Пермеат** - очищенная и обессоленная вода, прошедшая сквозь мембрану;
- **Концентрат** – вода, характеризующаяся высоким содержанием примесей, не прошедших через мембранные поры.

Принцип работы современных обратноосмотических установок основан на прохождении воды, прошедшей предварительную механическую очистку, через полупроницаемую мембрану, характеризующуюся наличием микроскопических пор, задерживающих загрязнения, которые впоследствии смываются потоком воды. Предварительная механическая очистка является первой и необходимой ступенью очистки воды, так как наиболее крупные частицы, попадая в поры фильтрационной мембраны, могут забить их, что снизит эксплуатационные характеристики обратноосмотической установки, или вовсе выведет ее из строя.

Ступень предварительной очистки подразумевает прохождение воды через фильтр и состоит из нескольких этапов:

- **Фильтр грубой очистки**, задерживающий механические частицы крупных размеров (песок);
- **Угольный блок**, предназначенный для очистки воды от нефтепродуктов, фенолов, хлора и тяжелых металлов;

- **Фильтр тонкой очистки** – этап, в процессе которого происходит завершающая доочистка воды, подразумевающая удаление частиц размером меньше 1 микрона. (Рисунок 2.1)
- На четвертой стадии очистки вода непосредственно проходит через **обратноосмотическую мембрану**. На данном этапе происходит фильтрация воды через поры мембраны, размер которых способствует удалению из воды бактерий и других «мелкокалиберных» примесей, в том числе и растворенных солей (1).

3 Процесс очистки воды забранной из Черного моря

В моем проекте используется установка по опреснению морской воды как этап полива виноградников в Крыму. Рассмотрев принцип работы установки основанной на процессе обратного осмоса, становится понятно, что морская вода подается насосом в осветляющий фильтр и микрофильтр, где освобождается от механических примесей. Далее насосом высокого давления вода подается через мембранный модуль, где с помощью нанофильтрации освобождается от минеральных примесей. Доочистка воды от избытка брома и бора проводится на сорбционных фильтрах. Таким образом опресненную воду подают в систему орошения виноградника.

4 Капельный полив виноградника

Я предлагаю использовать для орошения виноградников опресненной водой капельный полив, как наиболее экономный. При капельном орошении производится строго направленная подача к корням растений воды с малым расходом (2 л/ч) вместе с растворенными в ней удобрениями. (4) (рисунок 4.1)

Весь смысл применения капельного полива состоит в том, чтобы постоянно поддерживать оптимальный для растения уровень влажности почвы, избавив его от стрессов при перепадах в увлажнении. Соответственно, как ни непривычно для консерваторов это прозвучит,

поливать нужно ежедневно. Правильнее дневную норму разбивать на 2-3 раза. И тогда растение отблагодарит отличным развитием и высоким урожаем. Точно так же, как нужно постоянно поливать, так же нужно поддерживать в почве и необходимый питательный режим. Опять же, вносить удобрения 2-4 раза в год – можно, но намного лучше делать это постоянно, равномерно и без стрессов для растения, изменяя только рецептуру подкормок в зависимости от стадии вегетации. Давно доказано, что растение лучше покормить не раз в неделю, например, из расчета 15 г на куст, а ежедневно — по 2г (4). В этом помогает современное оборудование.

5 Влияние различной степени увлажненности почвы на рост и плодоношение винограда

Ознакомившись с исследованиями, проведенными кафедрой виноградарства Крымского сельскохозяйственного института в течение 1952—1955 гг, я узнал о влиянии различной степени увлажненности почвы на рост и плодоношение винограда. Исследования проведены над сортом Саперави. (5)

В 1951 году (в год, предшествующий началу исследований) урожай винограда сорта Саперави на опытном участке составил 75 ц с гектара. В результате систематического поддержания влажности почвы с нижним пределом в 80% от предельной полевой влагоемкости, за четырехлетний период исследований, урожай винограда увеличился почти втрое. В 1952 г. урожай винограда при указанном режиме влажности почвы составил 156,5 ц с га, в 1954 г. он достиг 190,3, а в 1955 г. — 208,98 ц с га. Отнести такое увеличение урожая только за счет орошения нельзя, так как это было достигнуто комплексным воздействием на растения всех агротехнических приемов.

Однако роль орошения при этом была очень велика. Наглядно убедиться в этом можно, сравнивая урожай с контрольным участком без орошения. В 1952 г. урожай на контроле составил 107,56 ц с га, в 1954 г. —

132,07, а в 1955 г. — 158,32 ц с га. Следовательно, ежегодно урожай винограда на участке, где режим влажности в активном слое почвы удерживался не ниже 80% от предельной полевой влагоемкости, был больше на 50 ц, чем на контроле без полива.

6 Расчет объема воды, требуемый для орошения 1 га виноградника при выращивании сорта Саперави

Расстояние между кустами винограда в ряду зависит от силы роста сорта и плодородия почвы. Для примера возьмем сорт Саперави. Расстояние между кустами в ряду составит 1,5 метра. Расстояние между рядами — 2,5 метра.

Следовательно, на участке виноградника в 1 га можно высадить:

- $100 \text{ м} : 1,5 \text{ м} = 67$ кустов в 1 ряду;
- $100 \text{ м} : 2,5 \text{ м} = 40$ рядов.
- $67 \text{ кустов} * 40 \text{ рядов} = 2680$ кустов винограда на 1 га.

В зависимости от погодных условий летом, во время вегетационного роста, на куст ежедневно будет затрачиваться в среднем по 3 л воды. Следовательно:

$$2680 \text{ кустов} * 3 \text{ л} = 8040 \text{ л в день или } 8040:0.001 = 8,04 \text{ м}^3/\text{день}.$$

Ежедневный полив растению требуется с мая по август, т.е. 123 дня.

$$123 * 8,04 \text{ м}^3 = 988,92 \text{ м}^3 \text{ за период роста побегов и роста и налива ягод.}$$

Кроме ежедневного полива в вегетационный период роста, винограду еще необходим влагозарядный полив в период относительного покоя. Норма влагозарядного полива определяется так же, как и для вегетационного, при глубине промачивания до полутора метров. В осенний период (октябрь) она равняется 1000 м^3 , при поливах в марте—апреле она снижается до 600 м^3 на гектар.

Учитывая все поливы получаем:

$988,92 + 1000 + 2 \cdot 600 = 3188,99 \text{ м}^3/\text{год}$ – объем воды для полива 1 га/год.

7 Расчет стоимости воды от установки с производительностью 35 м³/сутки

В проекте я рассматриваю установку с производительностью 35 м³/сутки (6). Для расчета себестоимости опресненной воды нужно учесть следующие расходы:

1. Максимальная ежемесячная производительность установки составляет: $35 \text{ м}^3 \times 30 \text{ дней} = 1050 \text{ м}^3$

2. Общая мощность системы с указанной производительностью составляет 3,9 кВт. Максимальный ежемесячный расход электроэнергии составит $3,9 \text{ кВт} \times 20 \text{ часов} \times 30 \text{ дней} = 2340 \text{ кВт} = 2,34 \text{ МВт}$. Стоимость 1 МВт электроэнергии для непромышленных потребителей составляет 3310 руб. Это значит, что ежемесячные затраты на электроэнергию составят $3310 \text{ руб.} \times 2,34 \text{ МВт} = 7745 \text{ руб.}$

3. В системе используются антискаланты на основе фосфонатов. Ежемесячные затраты на антискалант для данной производительности составят 6300 руб.

4. Дозировка гипохлорита натрия (NaClO) производится в самом начале системы очистки, после насоса подкачки. Это препятствует отложению органических соединений. Ежемесячные затраты на гипохлорит натрия для установки с данной производительностью составят 263 руб.

5. Дозировка бисульфита натрия (Na_2SO_3) производится после первого мультимедийного фильтра перед вторым. Служит для деактивации остатков хлора, препятствует разрушению мембран. Ежемесячные затраты на гипохлорит натрия для установки с указанной производительностью составят 105 руб.

6. Ежемесячная замена мешочных фильтров: 1200 руб. Мешочные фильтры подлежат промывке и повторному использованию.

7. Ежегодная замена фильтрующей загрузки в первом фильтре - 25850 руб. Следовательно, ежемесячные затраты на фильтрующую загрузку составят: $25850 \text{ руб.} / 12 \text{ мес.} = 2154 \text{ руб.}$

8. Ежегодная замена активированного угля во втором фильтре - 10150 руб. Таким образом, ежемесячные затраты на уголь активированный: $10150 \text{ руб.} / 12 \text{ мес.} = 845 \text{ руб.}$

9. Замена мембран при предложенной схеме 1 раз в 3 года (36 мес.). Стоимость 1-ой мембраны - 40 000 руб. Количество мембран -1 шт. Ежемесячные затраты: $40\,000 \text{ руб.} / 36 \text{ мес.} = 1111 \text{ руб.}$

10. Ежемесячное обслуживание системы = 12 000 руб.

11. Итоговые ежемесячные затраты = 31723 руб.

12. Себестоимость 1 м^3 при производительности оборудования $35 \text{ м}^3/\text{сутки}$ составит $= 31\,723 \text{ руб.} / 1050 \text{ м}^3 = 30,2 \text{ руб.}$

8 Экономический расчет (расчет окупаемости проекта)

На основании вышеуказанных исследований и расчетов я провел экономический анализ данного проекта:

- **$3188,99 \text{ м}^3/\text{год} * 30,2 \text{ руб.}/\text{м}^3 = 96\,307,498 \text{ руб.}/\text{год}$** - затраты на опреснение необходимого объема воды для орошения 1 га виноградника сорта Саперави в год.

- **$158,32 \text{ ц} * 40 \text{ р}/\text{кг} = 633\,280,00 \text{ руб.}$** – ожидаемая прибыль от продажи винограда с неорошаемого участка. (158,32 ц – расчетный объем урожая, 40 р/кг – средняя стоимость данного вида винограда при продаже на винодельческий завод).

- **$208,98 \text{ ц} * 40 \text{ р}/\text{кг} = 835\,920 \text{ руб.}$** - ожидаемая прибыль от продажи винограда с орошаемого участка. (208,98 ц – расчетный объем урожая, 40 р/кг – средняя стоимость данного вида винограда при продаже на винодельческий завод).

- 835 920 руб. – 96 307,498 руб. = 739 612,502 руб. - ожидаемая прибыль от продажи винограда с орошаемого участка за вычетом затрат на опреснение необходимого объема воды для орошения 1 га виноградника.

- 739 612,502 руб. - 633 280,00 руб. = 106 332,502 руб. – прибыль с орошаемого участка виноградника.

Минимальная стоимость опреснительной установки – 500 тыс. руб. (7)
Следовательно, она окупится через 5 лет.

Заключение

Я выяснил, что благодаря опреснению морской воды и дальнейшему ее использованию для орошения виноградников в Крыму повышение урожайности винограда на 50 ц/га в год очевидно. Но принимая во внимание затраты на опреснение требуемого объема воды я пришел к выводу о необходимости поиска способа удешевления процесса опреснения.

Список используемых источников

1. «Осмоз и обратный осмос: краткая характеристика понятий» (электронный ресурс) <http://strport.ru/instrumenty/sistema-ochistki-vody-s-obratnym-osmosom-instruktsiya-po-ustanovke#1>
2. «Обратный осмос» (электронный ресурс) https://ru.wikipedia.org/wiki/Обратный_осмос
3. «Принцип технологии обратного осмоса» (электронный ресурс) <http://ioteh.ru/products/osmosis/unit>
4. «Капельный полив» (электронный ресурс) <http://vinogradna.ru/kapelnyj-poliv-i-fertigaciya-vinograda.html> ; <http://agrosektor23.ru/kapelnyj-poliv/>
5. «Влияние различной степени увлажненности почвы на рост и плодоношение винограда» (электронный ресурс) <http://vinogradna.ru/vliyanie-razlichnoj-stepeni-uvlazhnennosti-pochvy-na-rost-i-plodonoshenie-vinograda.html>
Статья – «Нормирование орошения с использованием комплексной агрометеорологической информации» (2012)
Ольгаренко Г.В., Цекоева Ф.К. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 4(08), 2012 г.
6. Себестоимость опресненной воды (электронный ресурс) <http://aqua-just.com/stati/sebestoimost-opresnennoy-vodi.html>
7. Цены на оборудование (электронный ресурс) <https://pvkgroup.ru/price/>
8. Шаблий Е. Ф., Товстый С. С., Курдес О. А. Решение проблем водообеспечения Северного Крыма // Молодой ученый. — 2017. — №43. — С. 135-137. — URL <https://moluch.ru/archive/177/46139/>

ПРИЛОЖЕНИЯ

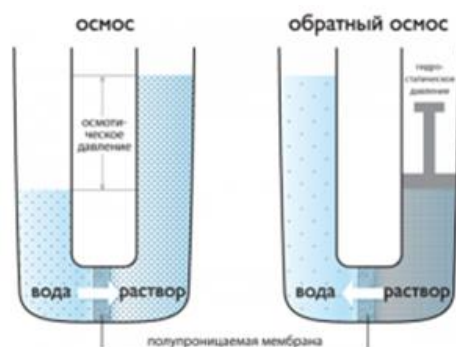


Рисунок 1.1 – схема осмоса и обратного осмоса



Рисунок 2.1 – принципиальная схема установки

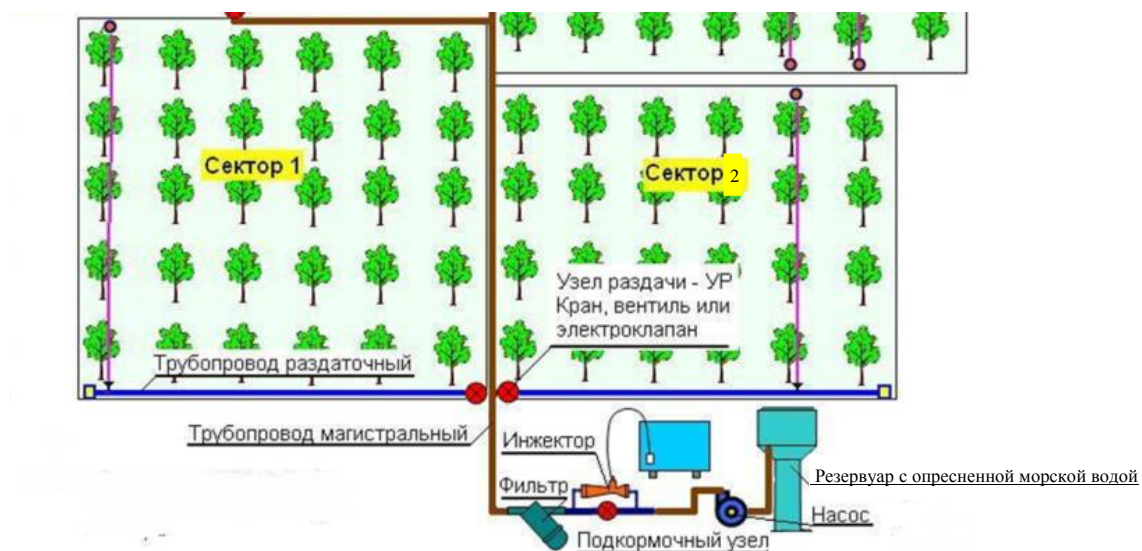


Рисунок 4.1 - Система капельного полива