

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ПОЛИВНОЙ ВОДЫ С КОНТРОЛЕМ ДОПУСТИМОЙ ЗАСОЛЁННОСТИ

Усманов А.М<sup>1</sup>, Нигматов А.М<sup>2</sup>

<sup>1</sup>К.т.н., доц, <sup>2</sup>ассистент

<sup>1,2</sup>Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5703238>

### ИСТОРИЯ СТАТЬИ

Принято: 01 ноября 2021 г.  
Утверждено: 05 ноября 2021 г.  
Опубликовано: 10 ноября 2021 г.

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

автоматизация, датчик, контроль, орошение, вертикальный дренаж, смешивание, грунтовые воды, концентрация, электронная схема, гидравлический лоток

### АННОТАЦИЯ

*В работе представлены материалы разработки и построения автоматизированной технологии водоподготовки с использованием грунтовой воды из скважин. В объекте состоящем из скважины вертикального дренажа, лотка-смесителя и источника производится смешивание грунтовой воды с незасоленной водой, и на этой основе формируется автоматизированный технологический процесс смешивания с его контролем и управлением им. При этом параметр засоленности подготовленной воды характеризуется как управляющий, и контролируется по её предельно допустимой засоленности.*

Разработка и совершенствование автоматизированной технологии использования скважин при смешивании воды для полива сельскохозяйственных культур на основе скважин вертикального дренажа, требует выполнения определенных требований предъявляемых к грунтовой воде, воде источника, воде подготовленной и в целом оборудованию и технологии формирования процесса. Указанный процесс смешивания, при этом, может иметь порционный и непрерывный характер.

При этом в составе структуры автоматизированной системы управления, в качестве технических средств автоматизации и управления

смешиванием привлекаются: скважина с погружным насосом, канал засоленной воды, микроГТС с электрифицированным плоским затвором, оборудованный створ измерения, сооружение лотка-смесителя, станция автоматического управления, средства автоматизации контроля уровня в створе измерения, средства контроля засоленности воды, средства автоматического регулирования уровня в оросителе. Состав устройств и технических средств функционируют со стороны засоленной воды и со стороны «чистой воды». Оба потока перемещаются в гидротехническое сооружение под названием лоток-смеситель, где

установлен датчик контроля засоленности.

Приведённые выше условия позволили разработать блок-схему технологического процесса рис.1. Вода, например, из скважины 1 поступает в сборный канал (лоток) т.е. в устройство лоток-смеситель 2. Сюда же из источника воды 3, через канал (лоток),

поступает обычная «чистая» вода. Здесь в лотке-смесителе вода обычная и минерализованная перемешиваются естественным образом и продукт смешивания поступает через затвор 4 в поливной ороситель и далее может использоваться для полива том числе на основе различных водосберегающих технологий.

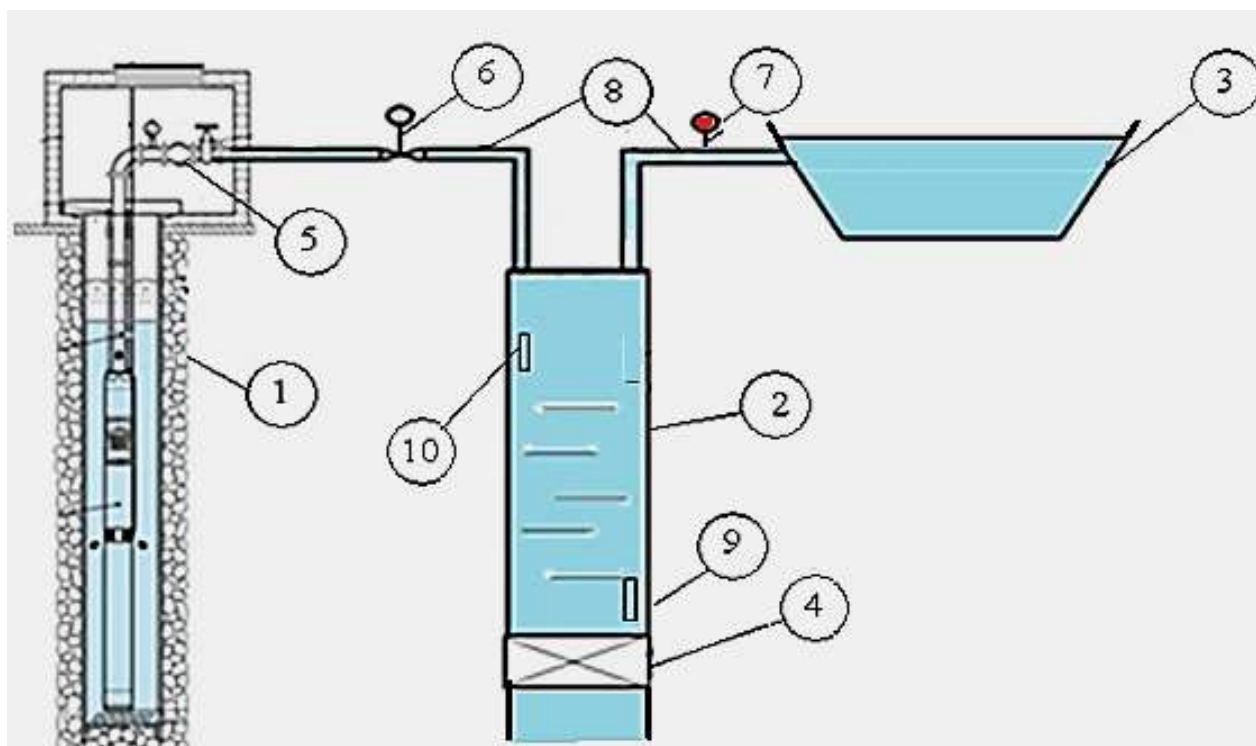


Рис.1. Технологическая схема смешивания

1-скважина вертикального дренажа; 2- гидравлический лоток-смеситель; 3- внутрихозяйственный оросительный канал с «чистой водой»; 4-затвор; 5, 6,7- автоматизированные задвижки; 8-подводящие каналы (трубы); 9- кондуктометрический датчик, 10- датчик уровня

Структурная схема участка смешивания таким образом представленного технологического

объекта, имеет вид для участка перемещения, например, воды засоленной рис. 2.





звено 1-го порядка с чистым запаздыванием и запишем:

$$W_{(p)5} = \frac{K}{T_1 p + 1} \cdot e^{-p\tau} \quad (2)$$

где коэффициенты:

$T_1$  - емкостный информационный параметр (постоянная времени); датчик в

объекте смеситель;

$\tau$  - чистое запаздывание процесса контроля в объекте смеситель;

$K$  - передаточный коэффициент объекта.

Указанные коэффициенты являются определяющими для характеристики данного звена САУ-  $W_{(p)5}$  в переходном процессе и необходимые для проектирования лотка-смесителя. Универсальным приведенным технологическим параметром, а так же управляющим, на данном этапе исследований можно считать показатель солености воды, проходящей через звено -  $W_{(p)5}$ . А имея возможность, на этапе построения лотка-смесителя и системы автоматического управления в целом, варьирования коэффициентами  $T_1$ ,  $\tau$  и  $K$  можно добиваться устойчивой работы САУ, и необходимого качества регулирования воды в лотке-смесителе. Аналогичные рассуждения приемлемы и для той части системы управления смешиванием, которая отражает количественный показатель поступающей в смеситель воды.

Как уже было отмечено, при использовании дренажных вод для полива, известны рекомендации по смешиванию засоленной воды из

скважин вертикального дренажа с водой «чистой», взятой из реки. Эти рекомендации мелиоративного характера обоснованы на соответствующем уровне [2], однако поиск автоматизированных технических и технологических решений получения поливной воды на основе смешивания по известным рекомендациям (мелиораторов) выявил отсутствие таковых, и в этой связи были проведены работы по созданию искомой технологии с привлечением и разработкой методов и средств автоматизации технологического процесса смешивания для подготовки поливной воды из скважин вертикального дренажа.

Были определены направления экспериментальных лабораторных исследований для изучения электронных средств и схем автоматизации контроля границы засоленности воды и управления процессом смешивания. На лабораторной модели предполагалось произвести испытания допустимой предельной концентрации раствора с помощью применения электронной схемы собранной в лабораторных условиях.

Кондуктометрический метод анализа основан на измерении электропроводности анализируемого раствора. Электропроводностью как известно, называют величину, обратную электрическому сопротивлению  $R$ . Единицей измерения электропроводности является Ом-1 или сименс (См). Растворы электролитов, являясь проводниками II рода, подчиняются закону Ома. По аналогии с



сопротивлением проводников I рода, сопротивление раствора прямо пропорционально расстоянию между электродами  $l$  и обратно пропорционально площади их поверхности  $S$

$$R = r (l / S), \quad (3)$$

где  $r$  - удельное сопротивление (Ом . см). При  $l = 1$  см и  $S = 1$  см<sup>2</sup> имеем  $R=r$ , следовательно, удельное сопротивление равно сопротивлению 1 см<sup>3</sup> раствора, находящегося между двумя параллельными пластинами площадью 1 см<sup>2</sup>, отстоящими друг от друга на 1 см. Величину, обратную удельному сопротивлению, называют удельной электропроводностью  $s=1/r$ . Удельная электропроводность численно равна току, проходящему через слой раствора с поперечным сечением, равным единице, под действием градиента потенциала 1 В на единицу длины.

Удельная и эквивалентная проводимость связаны соотношением:

$$l = 1000 c / s, \quad (4)$$

где  $c$  - молярная концентрация эквивалента, моль-экв/л.

В нашем случае методы прямой кондуктометрии основываются на том, что в области разбавленных и умеренно концентрированных растворов электрическая проводимость растет с увеличением концентрации смешиваемых компонентов, а именно соленой воды из скважины и не соленой из реки (канала). При чем автоматический контроль необходимо было направить на исключительно границу засоленности 3 г/л, определяемую как предельно допустимую. Таким образом не

ставилась цель непрерывного измерения параметра засоленности подготавливаемой в лотке-смесителе воды.

Для решение поставленных задач формировалась лабораторная модель как устройство состоящее из измерительной части в которую входили мерная стеклянная ёмкость объемом 1 л., измерительная часть - датчик в виде электродов с отводящими проводами для коммутации, электронная схема контроля засоленности воды. Эксперимент преследовал цель снятия показания датчика засоленности для формирования контрольного, граничного сигнала по величине засоленности испытуемого раствора. То есть не преследовалась цель измерения засоленности, а только поиска той величины засоленности, которую можно было использовать для сигнализации установленных предельных состояний концентрации соли: для нашего случая это 3 г\л. Так же это было необходимо для получения возможности выборки сигнала управления для формирования управляющего воздействия на исполнительный механизм в САУ смешивания. В разработанной модели необходимое значение придавалось электронной схеме контроля концентрации. Поэтому были изучены вопросы поиска подобной схемы для проведения экспериментальных работ. Построение электронной схемы и дальнейший выбор приемлемой, имел ввиду достаточный опыт в части подобных схем.

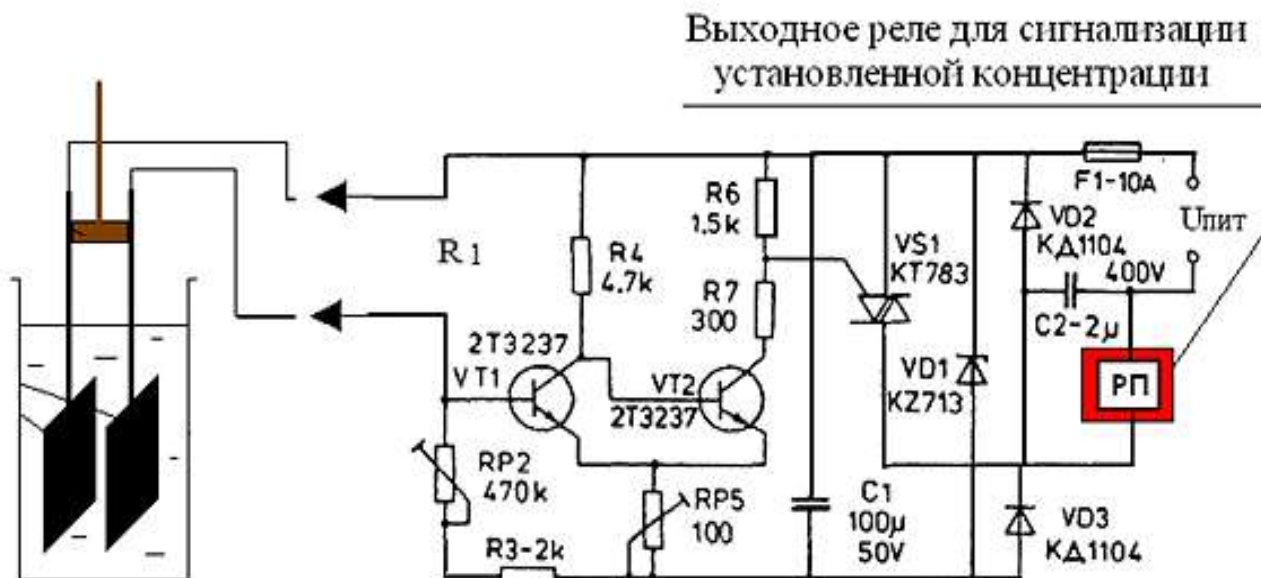


Рис.1 Экспериментальная схема контроля засоленности воды.

При этом обзор многообразных схем показал, что применение их для целей сигнализации концентрации достаточно перспективен. В качестве примера, рассмотрена одна из таких схем с возможной перспективой построения собственной, применительно к условиям выполняемой работы. Вариант электронной схемы изображена на рис.1.

Схема представляет собой электронное реле на основе триггера Шмидта (VT1, VT2). В качестве чувствительного элемента (датчика концентрации), использовались плоские электроды, которые совместно с электронной схемой работают по принципу кондуктометрического датчика. Сопротивление R1 кондуктометрического датчика вместе с резисторами RP2 и R3 образуют делитель напряжения, определяющий ток базы транзистора VT1. Резистор R3 демпфирует ток в делителе при

возможном отклонении на R1. Резистор R7 определяет ток в управляющем электроде симистора VS1, а R6 служит для выравнивания напряжения на управляющем электроде и на катоде VS1, когда транзистор VT2 закрыт. Это обеспечивает стабильную работу симистора. Устройство работает следующим образом. Когда проводимость раствора не заданная, сопротивление его R1 мало, VT1 открыт, а VT2 закрыт. Коллекторный ток VT2 и, следовательно, ток управляющего электрода симистора почти равен нулю. В этом состоянии VS1 закрыт, и слаботочное промежуточное реле постоянного тока РП не включается. С увеличением концентрации проводимость увеличивается. Ток базы VT1 начинает уменьшаться. При достижении определенного уровня VT1 закрывается, а VT2 открывается, т.е. триггер переключается. Ток



управляющего электрода VS1, протекающего через открытый транзистор VT2 и резисторы RP5 и R7, поддерживает VS1 в открытом состоянии в течение обоих полупериодов напряжения сети, и реле РП включается, то есть имеется сигнал предельной концентрации соли и управляющий сигнал.

Таким образом на основании экспериментальных работ установлена принципиальная возможность практической реализации принятой гипотезы контроля граничных значений концентрации засоленности раствора при разбавлении с помощью

электронного устройства и возможность формирования выходного управляющего сигнала с помощью выбранной электронной схемы граничного значения в 3 г\л NaCl. Изучена и рекомендована электронная схема контроля граничного значения засоленности в составе разработанной лабораторной модели показала свою работоспособность для концентрации 3 г\л. Установлена зависимость формирующегося управляющего сигнала от установленных для лабораторной модели граничных значений засоленности.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Усманов А.М. Технологии и средства автоматизированных систем для внутрихозяйственной оросительной сети. Монография. ТИИИМСХ. Ташкент. 2019 г.
2. Сидиков Х. Поливы хлопчатника слабоминерализованными водами и районирование земель по использованию дренажных и подземных вод на орошение в условиях восточной части Ферганской долины. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. ТИИИМСХ. Ташкент. 1990.
3. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника., Санкт-Петербург 2005г.
4. Технические средства автоматизации. Б.В.Шандров., А.Д.Чудаков. Москва 2007г.
5. Джексон Р.Г. Мир электроники, Москва 2007г.