

## ВВЕДЕНИЕ

Середина двадцатых годов XXI века характеризуется резким обострением политической и экономической борьбы между Востоком и Западом.

В связи с этим перед российским народом и государством определилась задача для сохранения своей независимости и укрепления безопасности своего существования.

Экономический кризис 90-х годов минувшего столетия и начала XXI века привёл к разрушению системы хозяйствования России, Дальневосточного региона страны, в том числе и в производстве сельхозпродукции.

В этот период, в дальневосточном регионе по различным причинам были ликвидированы агропромышленные объединения, их основная производственная база.

В регион хлынул поток импортной сельхозпродукции, конкуренцию с которыми зарождающихся сельхозпроизводители и сохранившееся крестьянские и фермерские хозяйства конкуренцию выдержать не смогли.

Создаваемая в 2014-2015 годах Государственная программа "импортозамещения" сельхозпродукции, естественно, столкнулась с огромными трудностями и, прежде всего, в восстановлении производственных мощей, повышении производительности труда и увеличении объема сельхозпродукции.

Современные научно-технические разработки, позволяющие, круглогодично производить сельхозпродукцию, делают реальным строительство экономичных конкурентоспособных тепличных хозяйств во всех регионах Дальнего Востока (Приморье, Приамурье, Сахалин, Камчатка, Магадан и Якутия).

# 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИВА

## 1.1 Виды, способы полива

Полив по бороздам. Одним из распространенных способов полива является инфильтрационный — полив по бороздам, нарезанным в междурядьях грядки на глубину  $15\div 25$  см, шириной  $30\div 40$  см, на расстоянии 50 см от кустов. Если ширина междурядий  $2\div 2,5$  м, то в них делают две борозды, а при расстоянии между рядами  $2,5\div 3$  м — три. Для этой работы и рыхления через два-три дня после полива используют культиватор-окучник. Полив по затопляемым бороздам длиной 30—80 м применяют на участках с уклоном  $0,0005\div 0,002^\circ$  путем быстрого заполнения  $2/3$  глубины борозд водой с поливной струей  $1\div 2$  литра/с в каждую борозду без сброса воды. Это достигается при норме полива  $400\div 1000$  м<sup>3</sup>/га. Хорошие результаты полива по бороздам могут быть достигнуты только в том случае, если поверхность орошаемого участка выровнена и вода впитывается в почву под действием гравитационных и капиллярных сил через смачиваемую поверхность поливных борозд.

На участках с уклоном  $0,002\div 0,015^\circ$  применяют поливы по проточным бороздам длиной  $60\div 160$  м. Во время полива допускается наполнение борозд до  $1/3$  их глубины поливной струей  $0,3\div 0,4$  литр/с при тяжелосуглинистых и  $0,8\div 1,0$  литр/с, при супесчаных почвах. Норма полива может составлять  $700\div 1000$  м<sup>3</sup>/га и обуславливается планировкой участка, влажностью и водопроницаемостью почв.

Наиболее эффективен полив по удлиненным бороздам длиной  $180\div 350$  м на участках с уклоном  $0,002\div 0,003^\circ$  на почвах со слабой и средней водопроницаемостью (при залегании уровня грунтовых вод глубже  $4\div 5$  м) поливными струями от  $0,8\div 1,2$  до  $1,7\div 2,0$  л/с. Норму

полива при этом увеличивают до 1000—1200 м<sup>3</sup>/га. Полив продолжают несколько часов, что дает возможность поливальщикам вводить в работу 50 и более поливных борозд и одновременно подготавливать к поливу смежные участки. Производительность их труда при этом увеличивается в два-три раза.

На недостаточно спланированных участках, на почвах со слабой и средней водопроницаемостью применяют также полив по щелям. Их нарезают глубиной 35÷40 см с переходом в нижней части в узкую щель шириной 3÷4 см. При таком способе полива насыщение почвы влагой происходит равномерно по всей длине ряда. Производительность труда поливальщика увеличивается в 2÷2,5 раза.

В поливные борозды при всех способах полива воду подают из временных оросителей и выводных борозд, нарезаемых канавокопателями, которые агрегируют с тракторами. Распределение воды в поливные борозды из выводной борозды и временного оросителя осуществляется трубами (резиновые, гончарные и др.) и сифонами. Трубы устанавливают против каждой борозды до полива. Временные оросители и выводные борозды могут быть заменены разборными и гибкими трубопроводами.

**Дождевание.** В основном используют для проведения влагозарядковых поливов на маломощных легких почвах, а также в холмистых районах, где невозможна капитальная планировка участков. Вода подается на растение в виде искусственного дождя.

**Подпочвенное орошение.** Вода подается увлажнителям из керамических пористых или полиэтиленовых перфорированных труб непосредственно в корнеобитаемый слой почвы, а поверхностные горизонты увлажняются за счет восходящего капиллярного передвижения влаги. Увлажнители укладывают до посадки растения на глубину 50÷70 см от поверхности почвы, используя экскаватор-дреноукладчик. При таких уклонах обеспечивается равномерная подача

воды на расстояние до 100÷200 м в зависимости от вида труб. В увлажнители вода подается из распределительных асбоцементных трубопроводов диаметром 100÷150 мм, а из магистральных в распределительные трубопроводы — через колодцы — регуляторы напора или гидранты. Техника подпочвенного орошения позволяет полностью автоматизировать процесс полива.

Капельное орошение. При этом способе полива расход воды равен 2÷4 литр/ч. В районах, где дефицит воды особенно ощутим и площади склоновых земель значительны, капельное орошение находит широкое применение. Оно в отличие от традиционных способов полива позволяет на протяжении всего вегетационного периода поддерживать влажность почвы близкой к оптимальной, ежедневно восполнять дефицит влаги в почве, а при совмещении полива с подкормкой — локализовать питательные элементы непосредственно в зоне расположения активной массы корней. Такой способ полива обеспечивает более рациональное использование воды и минеральных удобрений, создает лучшие условия для роста и развития растений.

Аэрозольное (мелкодисперсное) орошение. Применяют в теплицах в наиболее жаркие дни с интервалом 1 ч и расходом воды при разовом поливе 100÷500 литр/га. Периодическое смачивание листовой поверхности мелко диспергированной водой активизирует физиологические процессы в растении, улучшает ассимиляционную активность листьев. Мелкодисперсное дождевание, осуществляемое передвижными аэрозольными машинами и опрыскивателями, резко снижает оросительную норму (расход воды 100÷180 м<sup>3</sup>/га за сезон) и применяется в богарных условиях.

Вегетационные поливы. Проводят в теплицах, в период вегетации для пополнения запасов почвенной влаги в связи с ее интенсивным потреблением растениями. Кроме того, вегетационные поливы облегчают внесение удобрений на нужную глубину и способствуют

более равномерному их распределению в почве. Оптимальная влажность почв в корнеобитаемом слое должна быть 75-80% НВ. Это запас влаги, который остается в почве после ее обильного увлажнения и свободного просачивания воды вниз. При ППВ ниже этого уровня необходимо проводить поливы, число которых зависит от наличия влаги в почве и выпадения осадков, биологических особенностей сорта культуры и использования полученной продукции. Норму полива определяют по разнице фактической влажности почвы и оптимальной для конкретной фазы вегетации. Почвы, плохо удерживающие воду, орошают чаще, но норма полива должна быть меньше. Тяжелые, плотные и глинистые почвы поливают реже, но нормы полива больше 800÷1200 м<sup>3</sup>/га. Молодые посадки в засушливых районах за период вегетации орошают в зависимости от условий года 6÷10 раз.

Влагозарядковые поливы. Проводят для создания запасов воды в почве в период покоя. Полив осуществляют ранней весной или поздней осенью, после сбора урожая, чтобы создать запас усвояемой влаги в корнеобитаемом, и более глубоких слоях почвы и улучшить условия для перезимовки кустов. При влагозарядковых поливах используют воду оросительных систем в период, когда она не нужна для других культур, что снижает потребность в поливах в течение вегетации. Разница между фактической и оптимальной влажностью почвы для данного периода вегетации позволяет установить норму полива (. Норму полива (м<sup>3</sup>/га) определяют по формуле:

$$N=VH(P - B)100,$$

где V — объемная масса почвы, г/см<sup>3</sup>;

H — глубина промачивания корнеобитаемого слоя почвы, м;

P — наименьшая влагоемкость для данного слоя, % от массы абсолютно сухой почвы;

B — влажность почвы перед поливом, % от массы абсолютно сухой почвы.

Плотность почвы, глубина увлажняемого слоя, наименьшая влагоемкость относительно постоянные величины, которые и устанавливают заблаговременно для каждой почвенной разности и орошаемого участка теплицы. Влажность почвы перед поливом — переменный показатель, который определяют в каждом конкретном случае и только после этого вычисляют норму полива. Полученную норму полива увеличивают на 10÷15% с учетом расхода воды на утечку, испарение и фильтрацию.

В каждом регионе нормы полива рассчитывают для метрового слоя почв с учетом фактической влажности почвы и нижней границы оптимального порога увлажнения для определенного периода вегетации. Нормы вегетационных поливов колеблются от 500 до 1200 м<sup>3</sup>/га, а влагозарядковых определяют как разность между наименьшей влагоемкостью промачиваемого слоя и запасами влаги в этом слое почвы перед поливом с учетом планируемой урожайности, сорта, почвы и метеорологических условий года. Влагозарядковые поливы нормой 800÷1200 м<sup>3</sup>/га обеспечивают хорошее увлажнение почвы в весенний период, что способствует дружному распусканию почек, росту, развитию и плодоношению растения.

Полив бывает:

- ручной;
- автоматический;
- полуавтоматический.

## **1.2 Автоматическая система полива**

Автоматическая система полива как общее понятие, - это составная часть важнейших элементов народно-хозяйственного комплекса, повышения плодородия земель сельхоз назначения, увеличения

урожайности сельхозкультур, снижения зависимости от отрицательных факторов суровых климатических и погодных условий ДВ региона Российской Федерации.

Автоматическая система полива (АСП) как инженерное сооружение - это система механического, электрического оборудования, иных технических средств и специалистов, обеспечивающих достаточную своевременную и бесперебойную подачу воды на орошаемые земельные площади (участки) для обеспечения стабильного и высокого урожая. Структурная схема представлена на рисунке 1.1.

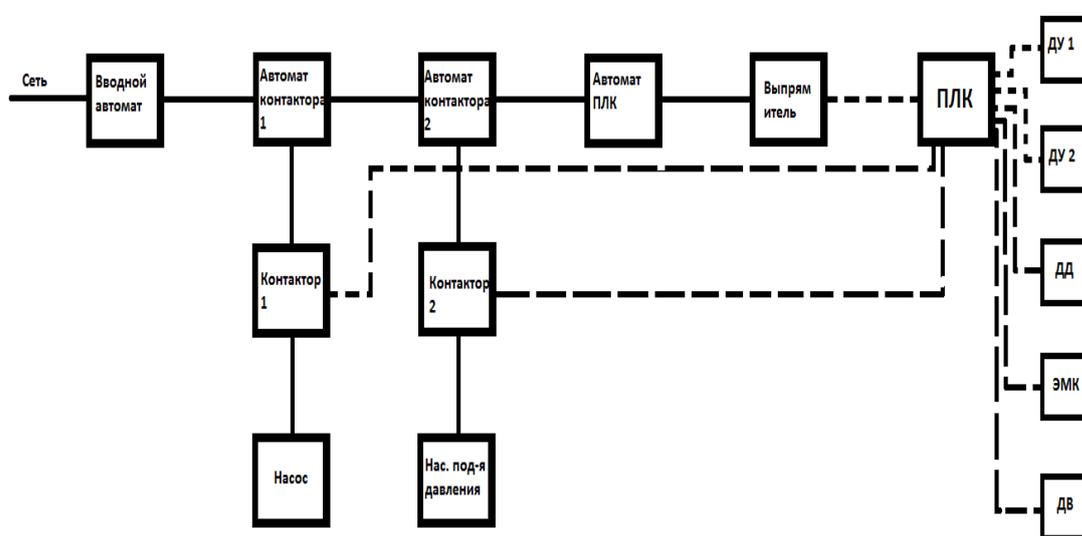


Рисунок 1.1 – Структурная схема АСП

Элементы АСП:

- источник забора воды (естественный водоём: река, озеро, терминальный источник, пруд, резервуар для охлаждения воды электростанций);

- сантехническое оборудование (водоразборная ёмкость, водяной насос, водяные рукава, шланги, фильтры);
- электромеханическое оборудование (насос поддержания давления, электромагнитные клапаны для распределения потоков воды);
- электронное оборудование (промышленный логический контроллер), датчики (уровня, температуры, давления, влажности, времени, расхода), панель ввода/вывода информации;
- обслуживающий персонал.

### **1.3 Гидравлическая подсистема**

Гидравлическая подсистема включает:

- водозабор, состоящий из погружных водяных насосов, фильтров, и трубопровода;
- водоразбор представляет собой емкость для отфильтрованной воды с датчиком уровня для поддержания необходимого количества воды;
- водопровод к месту полива;
- разбрызгиватели, капельницы.

Поливинилхлорид или ПВХ — это синтетический термопластичный полимер, химическое соединение углерода, водорода и хлора, состоящего на 43% из этилена и 57% из связанного хлора. При изготовлении конструкций в него добавляют стабилизаторы, различные добавки для придания прочности и устойчивости к перепадам температур и другим факторам. Поливинилхлорид является экологически чистым продуктом, который в случае пожара не выделяет токсичных веществ и практически не подвержен тлению. К тому же ПВХ

может перерабатываться без потери эксплуатационных качеств до 5 раз.

#### Классификация поливинилхлоридных труб

По показателям диаметра:

- малый диаметр (10–50 мм);
- средний диаметр (50–225 мм);
- большой диаметр (свыше 225 мм).

По радиусу изгиба:

- жёсткие;
- гибкие;
- сверх гибкие.

По рабочему давлению:

- напорные;
- безнапорные;
- для разряженных сред.

По типу укладки:

- внешние (подземные, наземные, надземные):
- внутренние.

#### Характеристика водопроводных труб ПВХ

Достоинства:

- устойчивость к агрессивным веществам (азотная, соляная, серная кислоты) и ультрафиолету;
  - благодаря гладкой внутренней поверхности, на таких стенках труб не образуются наросты, засоры и другие отложения;
  - возможность создавать различные конфигурации трубопроводов
- поливинилхлорид устойчив к коррозии и гниению;
- срок эксплуатации труб достигает 50 лет; трубы ПВХ легко гнуть

и резать, они имеют небольшой вес;

- поливинилхлорид имеет низкий коэффициент горючести;
- внутри водопровода не размножаются и не развиваются бактерии (на 1 см<sup>2</sup> в ПВХ трубе бактерий в 12 раз меньше, чем на аналогичном участке полиэтиленовой трубы, и в 9 раз меньше, чем на полипропиленовой трубе такого же размера);
- благодаря герметичности соединения, ПВХ-трубы можно эксплуатировать в сейсмоопасных зонах и на подвижных грунтах.

Недостатки:

- в связи с высокой теплопроводностью ПВХ-трубы, транспортирующие жидкость выше 150С, необходимо утеплять;
- при понижении температуры ниже 00С уменьшается пластичность труб;
- нельзя утилизировать методом сжигания при высоком давлении, т. к. начинает выделяться ядовитый хлор;
- при соединении к металлическим трубам нельзя использовать резьбу из-за низкой устойчивости поливинилхлорида к механическим воздействиям.

#### **1.4 Электромеханическая подсистема**

Электромеханическая подсистема включает:

- водяные насосы, для перекачивания воды в емкость и поддержания нужного давления в водопроводе для полива;
- электромагнитные клапаны, для распределения водных потоков.

**Электромагнитный клапан** — электромеханическое устройство, предназначенное для регулирования потоков всех типов жидкостей и газов. Он состоит из корпуса, соленоида (электромагнита) с

сердечником, на котором установлен диск или поршень, регулирующий поток.

Устройство электромагнитного (соленоидного) клапана.

Электромагнитный клапан (клапан соленоидный) состоит из следующих основных деталей, представленных на рисунке 1.2,: корпуса, крышки, мембраны (поршня), пружины, плунжера, штока и электрической катушки (соленоида). Корпуса и крышки клапанов отливают из латуни, нержавеющей стали, чугуна или полимеров: полипропилена, эколлона, нейлона и др. Клапаны рассчитаны для использования при различных рабочих средах, давлениях и температурах. Для плунжеров и штоков применяют специальные магнитные материалы. Электрокатушки (соленоиды) для клапанов изготавливают в пылезащищенном или герметичном корпусе. Обмотка катушек выполнена высококачественным эмаль проводом из электротехнической меди. Присоединение к трубопроводу резьбовое или фланцевое. Для подключения к электрической сети используется штекер. Управление осуществляется подачей напряжения (или импульса) на катушку.



Рисунок 1.2 – Устройство электромагнитного клапана

Напряжения питания:

- Переменного тока, AC: 24В, 110В, 220В;
- Постоянного тока, DC: 12В, 24В;
- Допуск по напряжению:  $\pm 10\%$ .
- Класс защиты: IP65.

Клапаны электромагнитные по исполнениям бывают: «НЗ» – нормально закрытые клапаны, «НО» – нормально открытые клапаны и "БС" – бистабильные (импульсные) клапаны, переключающиеся с открытого на закрытое положение по управляющему импульсу.

По принципу действия.

Для различных условий эксплуатации применяют клапаны прямого действия, срабатывающие при нулевом перепаде давления и пилотные клапаны (непрямого действия) – срабатывающие только при минимальном перепаде давления. Так же электромагнитные клапаны подразделяются на запорные (2/2 ходовые), распределяющие трехходовые (3/2 ходовые), и переключающие клапаны (2/3 ходовые).

Мембраны и уплотнения.

Мембраны клапанов изготовлены из эластичных полимерных материалов специальной конструкции и химического состава – EPDM, NBR, FKM, а уплотнения из PTFE или TEFLON. Так же в конструкции клапанов используются новейшие составы силиконовых резин – VMQ и другие полимеры.

### **Водяные насосы**

Водяной насос это гидравлическая машина, предназначенная для перекачки жидкостей самых различных типов. Также водяные насосы в обиходе принято называть водяной помпой или колонкой. Такой прибор очень хорошо подходит для организации водоснабжения, отопления и канализационной системы в частном доме или на даче.

## Классификация водяных насосов.

Все водяные насосы можно классифицировать по их назначению. Они бывают, погружными (скважными, колодезными, дренажными) и поверхностными (универсальными садовыми, напорными, насосными станциями, циркуляционными).

Также в целом водяные насосы делятся на два класса – на промышленные и бытовые. Бытовые насосы являются источником надежного водоснабжения, полива и откачивания загрязненной воды и бытовых стоков. В результате того, что данные агрегаты активно востребованы у населения, то сегодня в продаже они находятся в большом ассортименте. В связи с этим возникает вопрос, как правильно из всего этого многообразия выбрать подходящий вид водяного насоса.

Для правильного решения данного вопроса следует обратить внимание на классификацию. В настоящее время общепринятой классификацией является деление водяных насосов на поверхностные и погружные. К погружным насосам принадлежат колодезные, фекальные, дренажные и глубинные скважинные насосы. Среди поверхностных водяных насосов выделяют универсальные напорные, садовые и насосные станции.

Водяные погружные насосы предназначены для помещения в воду всем корпусом. В некоторых моделях двигатель может находиться и над уровнем воды. Основным предназначением погружных насосов для воды является обеспечение полива и поднятие воды с больших глубин. Обычно водяные погружные насосы применяют на одном источнике воды.

В зависимости от внутреннего устройства водяные погружные насосы бывают центробежными и вибрационными. Также погружные насосы бывают насосами, предназначенными для чистой воды (скважинными и колодезными) и насосами для грязной воды (дренажными и фекальными). Обратим внимание на каждый тип подробнее.

### **Колодезные насосы.**

Колодезными насосы являются насосами для чистой воды. Основным предназначением насоса служит перекачка питьевой воды, имеющей малую степень загрязнения. Такие аппараты используются на небольшой глубине, они имеют хорошую производительность, работают бесшумно, но при этом отличаются внушительными габаритами. Колодезные насосы широко применяют для организации водоснабжения частных домов из колодцев.

При выборе колодезного насоса следует обратить внимание на следующие характеристики: производительность (определяется количеством закачиваемой воды в час), напор (свидетельствует о том, с какой глубины можно закачивать воду). Кроме того, нужно обратить внимание на способность агрегата совершать плавную работу, так как при сильных вибрациях колодезных насосов со дна будет подниматься осадок, который будет загрязнять воду и засорять фильтры насоса.

### **Насосы для скважин.**

Насосы для скважин имеют высокую мощность, вытянутую цилиндрическую форму корпуса и небольшой диаметр. Такие характеристики позволяют производить всасывание с больших глубин. Насосы для скважин активно применяются в небольших населенных пунктах и на предприятиях, где водоснабжение организовано с использованием подземных вод. Также насосы для скважин пригоняются при обеспечении системы пожарной безопасности и орошения.

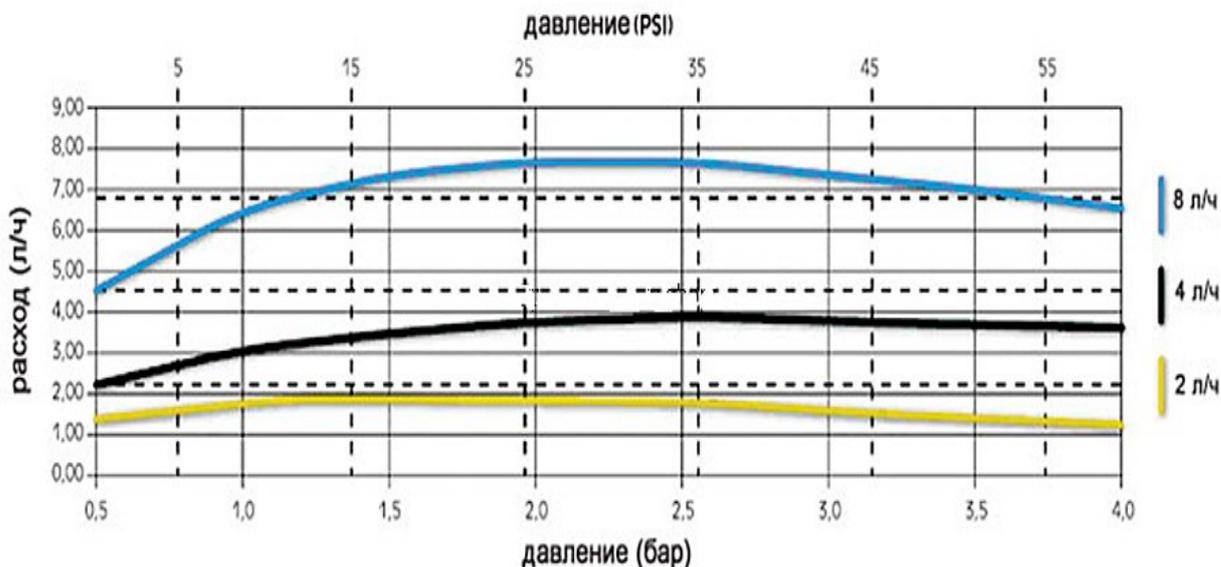
### **Капельницы для полива**

Капельницы для поливов могут быть разных видов, представлены на рисунке 1.3. Сначала активно применялись встраиваемые вручную в шланг устройства. Они хорошо показывают себя при небольших площадях орошения. Затем были придуманы изделия, располагающиеся непосредственно внутри шланга. Они могут

отличаться по конструкции и обладают внушительным сроком использования. Компенсационные капельницы для организации полива дают возможность применять шланги на участках со сложным рельефом и большой протяженностью. Расход капельниц представлен на рисунке 1.4.



Рисунок 1.3 – Виды и монтаж капельниц для полива



## Рисунок 1.4 – Расход капельниц

Монтаж капельниц представлен на рисунке 1.3. Капельница вставляется в отверстие, сделанное в стенке трубы пробойником или специальным шилом. Очень важно, чтобы не было подтекания из подштуцера капельницы, ведь это лишняя неконтролируемая вода. Чтобы избежать подтекания, надо иметь в виду следующие рекомендации:

- штуцер капельницы держится в трубе за счёт плотного облепания стенками трубы. Поскольку при монтаже отверстие расширяется, материал трубы должен обладать достаточной эластичностью, чтобы

- восстановить форму после прохождения ерша монтируемой капельницы. В идеале должна использоваться специально предназначенная для этого трубка (слепая капельная трубка стандарта 16 или 20 мм, изготовленная из мягкого полиэтилена). Совместная работа данных трубок и капельниц проверена десятилетиями и не вызывает сомнения. Есть данные об успешной работе капельниц с техническими трубами ПНД (РФ), садовыми шлангами и даже ПВХ-трубами. Однако, в этих случаях многое зависит от аккуратности монтажа и правильно выбранного инструмента;

- края отверстия должны быть ровными. Ровных краев нельзя достичь при использовании сверла. Если вы хотите изготовить пробойник самостоятельно, то это должен быть ровно обточенный на конце гвоздь, подобранный по диаметру. При прокалывании отверстия пробойник надо держать перпендикулярно стенке трубы (в направлении центра окружности, образующей сечение трубы). Если Вы проколете стенку не под прямым углом, отверстие будет больше, чем надо, и может подтекать;

- температура во время монтажа капельниц должна быть максимально высокой. Иногда даже применяют локальный нагрев трубы феном перед прокалыванием отверстия. Некоторые продавцы

рекламируют вышеупомянутую трубку, как обладающую "термоусадочным эффектом", что, наверное не совсем так, однако очевидно, что при более высокой температуре полиэтилен более текуч и эластичен, и это сказывается на облегчении штуцера капельницы;

– после прокалывания отверстия капельницу надо вставить туда максимально быстро (т.е. нельзя сначала наколоть много отверстий, а потом не спеша втыкать туда капельницы);

– при использовании пробойника-степлера надо предварительно потренироваться на куске трубки, чтобы найти нужное усилие, которое позволит не пробить 2 стенки трубки насквозь.

## **1.5 Электронная подсистема**

Выбор датчиков уровня.

Выбор технологии измерения уровня, как и других методов технологического контроля, начинается с анализа объекта измерений для определения наилучшего решения.

Измерение количества жидкого или твердого вещества в резервуаре является одной из основных задач технологического контроля, решение которой восходит к незапамятным временам. Поскольку, как правило, речь идет об измерении уровня в емкости, в большинстве случаев требуются сведения о текущем значении объема. Обстоятельства, при которых требуется определение собственно уровня, распространены гораздо в меньшей степени. В зависимости от технологического процесса методы измерения уровня весьма разнообразны и могут основываться на многочисленных технических решениях.

Выбор датчика уровня начинается с определения потребностей конкретного процесса с учетом ограничений, накладываемых особенностями прикладной задачи. Измерения уровня могут быть непрерывными или привязанными к определенной точке (дискретными).

При этом либо указывается уровень в резервуаре, либо отмечается положение уровня выше или ниже определенной точки. Если необходимы 100 галлонов жидкости из данной емкости для технологического процесса, то при этом может быть достаточным знать, что замер превышает 100 галлонов, а насколько больше – не имеет значения. Аналогичным образом, может потребоваться сигнализация при падении уровня ниже определенной точки прежде, чем бак будет откачан полностью, или сигнализация высокого уровня для предупреждения переполнения.

Выбор методики измерения следует начинать с анализа технологического процесса и определения необходимой информации:

Что представляет собой содержимое. Измерение уровня твердых веществ вызывает специфические затруднения, поскольку порошки и зернистые материалы не всегда оседают полностью. Они могут покрывать внутренние поверхности или образовывать "разгрузочные пустоты" вблизи точек выхода. Это, в зависимости от технологии, может привести к ненадежности считываемых показаний. Характеристики жидкостей намного облегчают задачу, но и в жидкостях могут появиться проблемы оседания, связанные с образованием суспензий или содержанием в них нерастворимого остатка. Более того, пена, турбулентность и даже пыль могут ввести в заблуждение при использовании отражательных методов измерений, а диэлектрические характеристики могут повлиять на показания емкостных датчиков.

Какова точность измерений. Обычно этот вопрос относится только к непрерывным измерениям; в зависимости от размеров сосуда измерения могут быть очень точными ( $\pm < 1\%$ ), но при этом потребуются значительные затраты. Необходимость выполнять точные измерения в крупном резервуаре в широких пределах встречается редко.

Выбор наилучшего метода измерения уровня в резервуаре начинается с выяснения потребностей технологического процесса.

Возможен ли контакт с содержимым. Многие методы предусматривают проникновение в сосуд и контакт с его содержимым. В некоторых случаях этого не требуется.

Имеется ли возможность проникновения сквозь стенку резервуара или пребывания внутри него? Для некоторых методов вообще не требуется проникновения в резервуар. Если содержимое отличается повышенной реакционной способностью или бак находится под высоким давлением, проникновение вовнутрь может вызвать затруднения. Если обстоятельства требуют организации возможности измерений в имеющемся резервуаре, а подходящий зонд или канал в нем отсутствуют, может потребоваться доработка конструкции.

Насколько хорошо известны размеры внутреннего пространства. Если конечной целью является измерение объема, ему должна быть дана полная количественная оценка на основании всех внутренних размеров за вычетом объема перегородок, мешалок, компонентов теплообменных устройств и т.д. Точный отсчет уровня при некорректно определенных размерах невозможен.

Одним из простейших и наиболее надежных способов определения степени наполнения резервуара является его взвешивание. Это единственный метод, который дает истинное значение массы независимо от того, известны ли внутренние размеры резервуара. Степень наполнения резервуара можно определить при помощи тензодатчиков, помещенных под его опорой, вычитая собственный вес. Этот метод пригоден для любого типа содержимого и при отсутствии помех со стороны трубопроводов или других соединений способен обеспечить высокую точность измерений. Имеются практические ограничения по общим габаритным размерам, но упускать из виду это очевидное решение нельзя.

Если его использование окажется нецелесообразным, придется прибегнуть к другим, значительно более сложным решениям, применимость которых зависит от сочетания различных требований.

Наиболее общим критерием при выборе методики измерения уровня является содержимое резервуара. Определяется жидкость как субстанцию, которая устанавливается на едином уровне и обладает способностью течь по трубам. Твердофазное вещество может обладать такой же степенью текучести, но не обязательно образует однородную поверхность, а также не стекает по стенкам сосуда. Поведение жидкостей, обладающих значительной вязкостью или имеющих высокое содержание твердых частиц, характерно скорее для сыпучих веществ.

Ниже приводится краткая характеристика методов измерения уровня. Сравните их с учетом предполагаемых областей применения, указанных на врезке. Примите во внимание то обстоятельство, что непрерывные методы можно использовать для выполнения функций, определяемых дискретным положением уровня, а совокупность точечных измерений уровня можно рассматривать как непрерывные данные, что может оказаться полезным несмотря на их некоторую приблизительность. Как перечень областей применения, так и обзор методик не являются исчерпывающими. Для каждой прикладной задачи существуют методы, которые не упомянуты, а для каждого общего случая возможны обоснованные исключения.

Электромеханические решения.

Общим признаком для подобных устройств является наличие движущейся части какого-либо типа поплавка, опирающегося на поверхность, либо устройства, которое должно двигаться сквозь содержимое.

Поплавков — использование поплавка на поверхности жидкости является простым и надежным методом измерения ее уровня при условии, что содержимое не препятствует свободному перемещению.

Существует множество клапанов, переключателей и датчиков положения, активируемых поплавком и обеспечивающих регистрацию положения уровня или непрерывное считывание показаний в ограниченном диапазоне.

В некоторых из наиболее современных конструкций для непрерывных измерений с использованием поплавка применяется магнитострикционная сенсорная технология. Поплавок имеет форму тороида и перемещается снаружи трубчатого волновода. Длина волноводов может достигать 50 футов (15 м), поэтому они используются в очень крупных резервуарах. В поплавке содержится постоянный магнит, который вызывает прерывание электрического импульса, направляемого вниз по волноводу. Точка прерывания регистрируется приборами с высокой воспроизводимостью и исключительной точностью, достигающей  $\pm < 0,001$  дюйма. После установки и настройки устройств дополнительная калибровка не требуется.

**Вибрация и лопастное колесо** — подобие этих двух методов состоит в том, что они предусматривают погружение движущегося зонда в содержимое. Погружаемый в материал вибрационный зонд напоминает камертон, в котором при помощи пьезоэлектрического кристалла создается непрерывная вибрация. Если зонд не погружен в содержимое, он вибрирует свободно. При погружении характер вибрации изменяется, что распознается механизмом с подачей соответствующего сигнала.

Аналогично, в лопастном колесе используется подвижная лопасть или флажок в виде плавника, установленные на валу, присоединенном к небольшому двигателю. При погружении в твердофазный продукт устройство не может вращаться и подает сигнал. После выпуска содержимого вращение возобновляется. В обоих методах используются погружные датчики, подвергаемые разрушающему воздействию содержимого резервуара.

**Давление** — Подобно измерениям массы (взвешивание резервуара), методы измерения по давлению или по разности давлений позволяют определить уровень путем измерения высоты напора у дна емкости (или в месте, где расположен прибор). Если резервуар сообщается с атмосферой, можно обойтись обычным манометром. Однако, если резервуар закрыт и находится под давлением либо откачивается, для автокомпенсации разности внутреннего и атмосферного давлений используется отсчет показаний дифференциального давления между дном и свободным пространством в верхней части емкости. Этот метод работает хорошо, но требует прокладки дополнительных трубопроводов.

Электрические отражательные методы.

Преимуществом ультразвуковых и радиолокационных методов является возможность их использования в многочисленных областях применения без какого-либо контакта с материалом. Поскольку точка доступа в резервуар не требуется (за исключением сквозных точечных замеров), приборы располагаются наверху. Оба метода способны преодолевать внутренние помехи различного типа, и каждый из них имеет собственные ограничения по применимости.

**Ультразвук** — Эта технология может быть воплощена различными способами, что придает ей эксплуатационную гибкость. Звуковой импульс посылается в резервуар, и момент возврата эхо-сигнала регистрируется датчиком. С учетом влажности и температуры можно рассчитать расстояние до поверхности. Ультразвуковые измерения затрудняются при наличии пыли и пены; разнообразие этих проблем определяется областью применения. Кроме того, этот метод может использоваться в относительно ограниченном диапазоне давлений и температур по сравнению с радиолокатором.

Различные типы ультразвуковых датчиков могут монтироваться на стенке резервуара и обеспечивать точечное измерение уровня без

проникновения в сосуд. Эхо звукового импульса определяется, если по другую сторону стенки имеется жидкий или твердый материал. В некоторых случаях метод позволяет отличить наполнение до заданного уровня от слоя липкого материала, покрывающего стенки. Это техническое решение особенно полезно в случаях, когда измерения емкости невозможны, и контакт с продуктом, а тем более проникновение в резервуар, недопустимы.

**Радиолокация** — Эта технология известна уже более 25 лет, но ее популярность возросла совсем недавно по мере совершенствования возможностей и снижения затрат на эксплуатацию. В прошлом из-за чрезмерной стоимости, больших размеров и высокого потребления мощности радиолокационные датчики использовались только в наиболее ответственных областях; в настоящее время разнообразие способов применения этого метода непрерывно расширяется. Радиолокационные датчики аналогичны ультразвуковым, но имеют меньше ограничений к применению и отличаются большей точностью: микроволновый импульс обладает лучшей способностью проникновения сквозь пену и пыль, и в меньшей степени подвержен воздействию давления и температуры.

Радиолокационные датчики могут быть сконфигурированы для бесконтактной работы, или использовать волновод, углубленный в содержимое резервуара. Бесконтактная конструкция применяется чаще, но конфигурация с волноводом помогает в ситуациях, когда жидкость имеет очень низкую диэлектрическую постоянную и не способна к отражению микроволнового излучения в достаточной степени. Конструкция с волноводом оснащена зондом для передачи энергии к поверхности жидкости и обратно. Интенсивность отраженного сигнала намного выше, если контакт с продуктом не вызывает осложнений.

Радиолокационные датчики особенно пригодны для использования в реакторах, работающих при высоких внутренних давлениях и

температурах, а также в присутствии аэрозолей, паров, турбулентности и в других проблематичных условиях. Крупнейшей проблемой является пена. Рекомендует конструкции с волноводом, потому что они обладают лучшей проникающей способностью сквозь толстый слой пены.

Разнообразие конфигураций антенн радиолокационных датчиков позволяет Вам выбрать наилучшее решение, подходящее для внутреннего пространства резервуара и характеристик жидкости. Более того, имеется возможность подобрать частоту применительно к особым свойствам жидкости и тяжелым условиям работы.

#### Электрические зонды

В случаях, когда можно ограничиться дискретным измерением уровня и допускается контакт с продуктом, несложным и надежным решением задачи становится использование емкостных и проводниковых зондов.

Проводниковые зонды отличаются простотой и обеспечивают считывание положения уровня проводящих жидкостей. Часто их монтируют в блоке по два или более для измерения верхнего и нижнего уровней. Если жидкость не электропроводна, необходимо использовать другой подход.

Емкостные зонды определяют наличие твердого или жидкого содержимого за счет изменения емкости зонда, снабженного несколькими электродами. На электроды подается ток высокой частоты, и его изменение, обусловленное диэлектрическими свойствами контактирующего вещества, можно измерить. Некоторые конструкции дают возможность определять диэлектрическую постоянную продукта, благодаря чему с их помощью можно отличать различное содержимое. Например, показания зонда, погруженного в масло, отличаются от показаний при его погружении в воду. Это может помочь в ситуациях, когда в резервуаре содержится более одного продукта.

Некоторые емкостные датчики обеспечивают считывание через стенку неметаллического резервуара, что позволяет определять положение уровня без проникновения в резервуар или без контакта с продуктом. Датчик можно установить на плоской стенке резервуара или навить вокруг неметаллической трубы. Если резервуар выполнен из металла, датчик можно разместить на смотровом окне или в колодце, изготовленном из пластиковой трубы. Емкостные датчики великолепно работают с большинством сыпучих материалов. Некоторые неоднородные материалы, например, содержащие хлор моющие средства, образуют покрытие внутри резервуара и изменяют характеристики пластмасс. При этом емкостные датчики обычно блокируются и дают ложные показания, но более совершенные устройства успешно преодолевают это затруднение.

Тепловые зонды погружаются в резервуар. В них используется небольшой нагревательный элемент для разогрева наконечника; прирост температуры измеряется. Если вокруг зонда отсутствует жидкость, прирост температуры может быть относительно большим. Однако в присутствии жидкости тепло отводится и зонд нагревается в меньшей степени.

Подбор методики для конкретных прикладных задач.

Здесь приводятся четыре типа прикладных задач с рекомендуемыми техническими решениями для каждой из них.

Точечное измерение уровня жидкостей:

- емкостной метод;
- проводниковые зонды уровня;
- поплавковый;
- тепловой;
- светолучевой методы.

Непрерывное измерение уровня жидкостей:

- по давлению;
- поплавковый;
- ядерный;
- ультразвуковой ;
- радиолокационный.

Точечное измерение уровня твердофазных сред:

- емкостной метод;
- вибрационный;
- лопастной;
- светолучевой методы.

Непрерывное измерение уровня твердофазных сред:

- ядерный;
- ультразвуковой;
- радиолокационный.

Светолучевые датчики.

Реагируют на преграду между светоизлучателем и приемником. При наличии твердого материала или жидкости луч света блокируется или рассеивается, что указывает на присутствие вещества. Надежность этого метода зависит от способности продукта к истечению без блокирования света, что дает ложные показания.

Ядерные (радиационные) датчики.

Несмотря на высокую эффективность этого решения оно остается методом, к которому обращаются в последнюю очередь – из-за дороговизны и специализированных требований. Метод очень прост: радиоактивный источник гамма-излучения размещается с одной стороны резервуара. На другой стороне монтируются датчики, аналогичные счетчику Гейгера, для считывания показаний уровня.

Содержимое резервуара, твердое или жидкое, поглощает гамма-лучи предсказуемым образом, что позволяет определить уровень при помощи электронной аппаратуры. Точность измерений определяется количеством датчиков, поэтому обычно этот метод используют для регистрации верхнего и нижнего пределов.

Радиационные датчики.

Не требуют проникновения ни в объем продукта, ни даже в резервуар вообще, поэтому этот метод особенно ценен для установок с высоким давлением и температурой, при обработке дорогостоящих продуктов, а также в случае нецелесообразности переделки имеющегося оборудования. Однако, с учетом способности радиоактивного источника пронизывать излучением типичный стальной резервуар, для работы с ним потребуются специальные разрешения и обучение операторов, поэтому это техническое решение требует тщательной продуманности и предварительной подготовки.

Как и для большинства типов средств технологического контроля, поставщики датчиков уровня ищут более эффективные пути использования электроэнергии и стремятся к снижению потребляемой мощности. В этом отношении некоторые технические решения обладают определенными преимуществами. Низкое потребление мощности, как правило, способствует сопряжению датчиков с беспроводными передающими устройствами и расширяет возможности применения в опасных зонах. Большинство датчиков обеспечивают периодическое переключение, но способность к быстрому срабатыванию при малом потреблении мощности остается серьезной проблемой. Например, датчики, использующие магнитострикционную технологию в этом смысле предпочтительнее, чем лопастные или тепловые. Разумеется, потребление электроэнергии – это лишь один из кусочков головоломки. Все остальные соображения в пользу того или иного решения при рассмотрении прикладной задачи остаются в силе.

## 2 РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИВА

### 2.1 Принцип работы

Целью разработки является создание автоматической системы полива в теплице площадью 5000 кв. м.

Подача воды на полив осуществляется из водоразборной емкости. Расчетные характеристики емкости составляют:

- объем  $V=300 \text{ м}^3$ ;
- высота  $H=4 \text{ м}$ ;
- диаметр емкости  $D=2 \times \sqrt{\frac{V}{\pi H}}=2 \times \sqrt{\frac{300}{4 \pi}}=9.8 \text{ м}$ .

На схеме полива представлены расчетные зоны полива, выбранные с учетом равномерного распределения воды.

Число зон определилось как отношение общей площади теплицы к расчетной площади поливочной зоны. И составило 5 зон полива.

Контроль включения и отключения каждой линии осуществляется контроллером с помощью электромагнитных клапанов и датчиков влажности почвы.

В разработке был выбран капельный полив, который состоит из:

- капельниц;
- распределительного водопровода;
- магистрального водопровода.

Гидравлический расчет системы производился с использованием таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. На основе выполненных расчетов определены диаметры труб, общий расход воды системой и каждой из зон, выбран объем водоразборной емкости и насос.

Схема разводки электрокабеля маркировка кабеля представляет собой разводку проводов от контроллера до электромагнитных клапанов и датчиков.

#### **Описание системы.**

Система автоматического полива состоит из:

- контроллера;
- электромагнитных клапанов;
- датчиков влажности почвы;
- датчиков уровня;
- датчика температуры;
- нагревательных элементов;
- системы капельного полива.

Принцип работы капельной системы, представленный на чертеже БР 13.03.02 025 Э11, состоит в том, что при получении сигнала с датчика влажности почвы на заранее запрограммированный контроллер, открывается электромагнитный клапан линии, на которой сработал этот датчик. Одновременно с электромагнитным клапаном включается насос, который подает воду из водоразборной емкости в магистральный водопровод под давлением. Вода, попадая в капельницы, через

распределительный водопровод, начинает полив в течении заданного времени.

Выбор капельного полива обусловлен тем, что позволяет повысить урожайность овощных культур почти на семьдесят процентов. Это объясняется постоянным поддержанием оптимальных условий роста растений, также уникальная система капельного полива обеспечивает более оперативное созревание урожая. Избавиться от огромного количества сорняков и болезней растений, так как полив происходит прямо к корневой системе.

В водоразборной емкости стоят датчики уровня, которые контролируют уровень воды в емкости. И при необходимости подают сигнал на включение и выключение насоса, подающего воду из источника, которая проходит через систему фильтрации.

Нагревательный элемент и датчик температуры нужен для того, чтобы поддерживать температуру на выходе 18-20 градусов.

## **2.2 Гидравлический расчет**

Гидравлический расчет в системах автоматического полива нужен для того, что бы правильно рассчитать диаметр всех труб будущей системы автоматического полива и определит рабочее давление воды на концах поливочной линии.

Система капельного полива предусматривается для подачи на корнеобитаемую зону растений дозированных объемов воды температурой 18 – 25 градусов.

Распределительная сеть, обеспечивает равномерное поступление воды к каждому растению с помощью комплекса трубопроводов и капельниц. Для обеспечения равномерного полива используются компенсированные капельницы лабиринтного типа с пропускной способностью 2 литр/час.

Система капельного полива подключается к насосной станции производительности 3х2 м³/ч (1 рабочий, 1 резервный) расположенной в техническом помещении и разделяется на 5 зон площадью 0,1 га. Ограничение потока воды в каждую из которых ограничивается электромагнитным клапаном 24 V постоянного тока.

Включение клапанов автоматическое. Работать может только один клапан, так как рабочий расход насосной станции 12 м³/ч, что соответствует расходу воды на одну секцию площадью 0,1 га. Включения производятся поочередно, интервал между включениями и их очередность устанавливается контроллером и отслеживается оператором.

Система капельного полива включает в себя

Магистральный трубопровод подачи воды от водоразборной емкости до тепличных блоков, проектируется из поливинилхлоридных труб d=40x2,4 мм;

Распределительные трубопроводы и клапанные секции из поливинилхлоридных труб d=25x2,0 мм и d=20x2,0 мм;

Интегрированные капельные линии ПВД 20x2,0 мм с капельницами производительностью 2 л/час с компенсацией давления и шагом перфорации 0,5 м;

Контрольно-измерительную и запорную аппаратуру.

Выбор диаметров трубы обусловлен таблицей 2.1.

Таблица 2.1 – Гидравлические потери в трубах ПВХ

Диаметр трубы, мм	20		25		32		40	
	V, м/с	Потеря напора, Нм						
Толщина стенки, мм	2		2		2		2,4	
Расход воды, м³/ч	0,2	0,27	0,2	0,27	0,2	0,27	0,2	0,27

0,4	0,56	3,0	0,32	0,98	0,18	0,25		
0,5	0,82	4,0	0,40	1,49	0,23	0,38		
0,6	0,67	6,2	0,46	1,89	0,26	0,47		
0,7	1,02	10,0	0,58	2,79	0,33	0,70		
0,9	1,35	15,0	0,72	4,15	0,41	1,03	0,25	0,34
1,1	1,54	18,0	0,87	5,75	0,49	1,43	0,31	0,46
1,3	1,87	22,9	1,01	7,59	0,57	1,87	0,36	0,60
1,4	1,92	30,2	1,16	9,65	0,65	2,38	0,41	0,76
1,6	2,22	38,7	1,30	11,94	0,73	2,93	0,46	0,97
1,8			1,44	14,88	0,81	3,54	0,51	1,14
2,0			1,59	17,20	0,86	4,21	0,56	1,35
2,2			1,73	20,15	0,97	4,92	0,61	1,57
2,3			1,88	23,33	1,06	5,69	0,66	1,81

Окончание таблицы 2.1

2,5			2,02	26,72	1,14	6,50	0,71	2,07
2,7			2,17	30,32	1,22	7,37	0,76	2,34
2,9			2,31	34,13	1,30	8,29	0,81	2,63

При расходе одной капельницы равным 2литр/час требуется 0,002 м<sup>3</sup>/ч воды, в одной ветке длиной 50 м содержится 100 капельниц, так как перфорация трубки составляет 0,5 м и расход одной ветки составляет 0,002·100=0,2 м<sup>3</sup>/ч. В одну секцию входит 10 веток и ее расход составляет 0,2·10=2 м<sup>3</sup>/ч. Расчетные данные по расходу воды, сведены в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Расход воды в теплице

	м3/сут	м3/час	л/сек
Ветка	4,8	0,2	0,056
Зона	48	2	0,56
Вся теплица	240	10	2,76

Исходя из полученных, данных выбираем водоразборную емкость, объемом 300 м<sup>3</sup> и насос производительностью 3 м<sup>3</sup>/ч, подробные характеристики насоса находятся в таблице 2.3.

Электронасосный агрегат ЦНСк 3/10-5-1,1/3

Технические характеристики

Подача жидкости, м<sup>3</sup> - 3

Напор, м – 10

Мощность двигателя, кВт – 1.1

Материал изготовления корпуса насоса и проточной части насоса - пищевая нержавеющая сталь марки 12Х18Н10Т

Таблица 2.3 – Технические характеристики насоса.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Подача жидкости, м <sup>3</sup>	3
Напор, м	10
Напряжение электропитания, В	380
Мощность электродвигателя, кВт	1,1
Вес, кг	23
Габаритные размеры, мм	457x216x247
Материал изготовления проточной части насоса	Пищевая нержавеющая сталь марки 12Х18Н10Т
Диаметр входа, мм	32
Диаметр выхода, мм	20
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕКАЧИВАЕМОЙ ЖИДКОСТИ	
Температура	от -40°С до +250°С
Плотность	от 500 до 1500 кг/м <sup>3</sup>
Вязкость	от 0.1610 до 210 м/с.
ОСОБЕННОСТИ	

Технология изготовления корпуса насоса	Механическая обработка. Пищевая нержавеющая сталь марки 12Х18Н10Т
Толщина стенки насоса	От 4мм до 28 мм
Рабочее колесо	Пищевая нержавеющая сталь марки 12Х18Н10Т

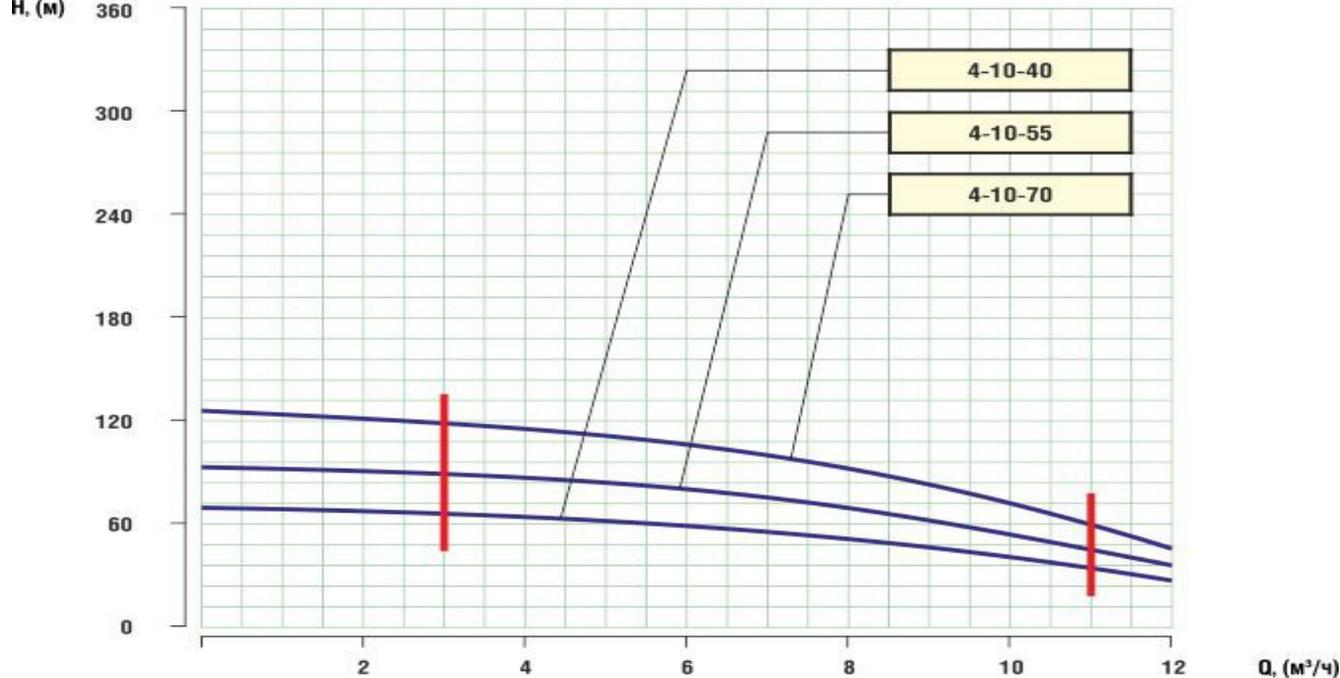
## 2.3 Электрический расчет

### Выбор скважного насоса

Данные скважины:

- дебит 10 м<sup>3</sup>/ч;
- статический уровень воды 30м;
- динамический уровень воды 38м;
- глубина скважины 50м;
- размеры и глубина фильтровальной части скважины 45м;
- диаметр скважины 200мм.

Исходя из заданных параметров выбираем глубинный насос ЭЦВ 4-10-55.



Рабочая характеристика насоса представлена на рисунке 2.1.

Рисунок 2.1 – Рабочая характеристика насоса.

Технические характеристики насоса ЭЦВ 4-10-55 представлены в таблицах 2.4, 2.5.

Таблица 2.4 – Технические характеристики насоса ЭЦВ 4-10-55.

Марка насоса	Номинальная подача воды, м³/ч	Номинальный напор, м	Рабочая зона	
			Подача воды, м³/ч	Напор, м
ЭЦВ 4-10-55	10	55	3...11	45...90

Таблица 2.5 – Технические характеристики насоса ЭЦВ 4-10-55.

Мощность э/дв, кВт	Ток, А	Габаритные размеры агрегата, мм		Масса агрегата, кг	Диаметр скважины, мм
		диаметр	длина		
3	8,2	96	1451	25	102,5

### Выбор мощности нагревательного элемента.

Для того чтобы обеспечить теплицу стабильным нагревом воды, принимают решение использовать водонагреватель. По виду используемого энергоресурса все водонагреватели делятся на газовые и электрические, а по принципу работы на накопительные и проточные. Накопительные водонагреватели экономичнее, однако, требуется большая мощность и много времени пока вода нагреется до нужной температуры, обычно устанавливают проточные.

Наиболее важным параметром при выборе является мощность проточного водонагревателя. Как у электрического, так и у газового водонагревателя она измеряется в кВт, однако при одинаковых значениях мощности производительность газовой и электрической колонок может заметно отличаться. Изучая характеристики, нужно обращать внимание на полезную, а не потребляемую мощность. Расчет мощности электрического проточного водонагревателя можно произвести по следующей формуле:

$$W = V \times 4.2 \times (t_2 - t_1),$$

где:

- $W$  — мощность;
- $V$  — объем воды, проходящей через водонагреватель за единицу времени (измеряется в литрах в секунду);
- 4,2 — удельная теплоемкость воды;
- $t_2$  — температура воды на выходе;
- $t_1$  — температура воды на входе (в °C).

Таким образом, при пропускной способности проточного электрического водонагревателя 10 литр\мин (0.166 л/сек) для нагрева воды с +7 °C до +18 °C необходимая мощность составит:

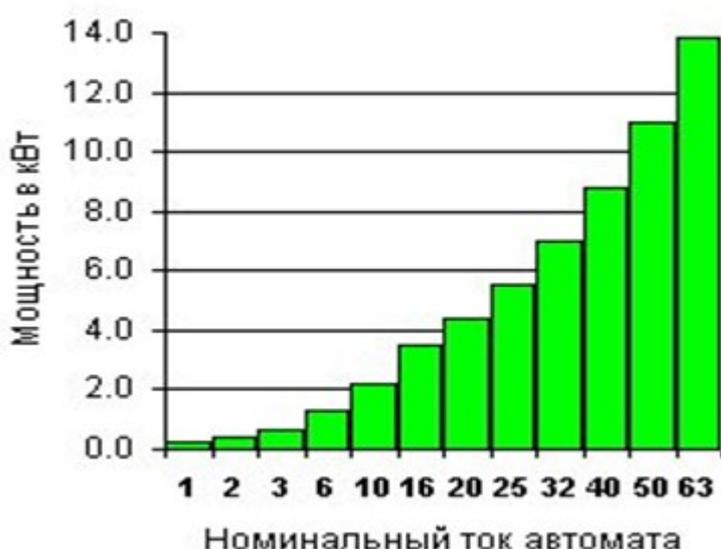
$$W = 0.166 \times 4.2 \times 11 = 7,67 \text{ кВт}.$$

Как видно из вышеприведенной формулы, эффективность проточного водонагревателя сильно зависит от температуры

водопроводной воды на входе: чем больше дельта (разница) температур, тем выше должна быть мощность, чтобы получить на выходе необходимую температуру воды. Поэтому для того, чтобы правильно выбрать проточный водонагреватель, нужно учитывать особенности холодного водоснабжения. Для теплиц, куда вода поступает из скважины (со средней температурой  $+5\div+7$  °С в течение всего года), подходят только проточные водонагреватели большой мощности.

### **Выбор автоматического выключателя по мощности.**

На приведенном рисунке 2.2, по горизонтальной шкале указаны номиналы тока автоматов, по вертикальной шкале, значение активной мощности при однофазном питании 220 Вольт. Для выбора подходящего для выбранной расчётной мощности автомата, достаточно провести горизонталь от выбранной слева мощности до пересечения с зеленым столбиком, посмотрев в основание которого можно выбрать номинал автомата для указанной мощности. Нужную время токовую характеристику и количество полюсов можно выбрать, перейдя по картинке на таблицу выбора автоматов кривой С, как наиболее универсальной и часто применяемой характеристики.



## Рисунок 2.2 – График выбора автоматического выключателя по мощности

Расширенный выбор автоматов по мощности, включая трехфазное подключение звездой и треугольником, который представлен в таблице 2.6, позволяет подобрать соответствующий потребляемой мощности автоматический выключатель. Для работы с таблицей, то есть для выбора автомата, соответствующей мощности, достаточно, зная эту мощность, выбрать в таблице значение большее или равное этой мощности значение. В левой крайней колонке вы увидите номинальный ток автомата, соответствующего выбранной мощности. Вверху, над выбранной мощностью, вы увидите тип подключения автомата, количество полюсов и используемое напряжение. В случае, если выбранной мощности соответствуют несколько значений мощности в таблице, следует выбрать доступный вам способ подключения. То есть, выбирая автомат для мощности 6,5 кВт при отсутствии трехфазного электропитания, нужно выбирать только из однофазного подключения, где будут доступны однополюсный и двухполюсный автомат 32А. Переход по ссылке в таблице для определенной, соответствующей возможностям подключения, мощности осуществляется на соответствующий по номинальному току и количеству полюсов автоматический выключатель с время токовой характеристикой С. В том случае, если нужна другая характеристика отсечки, можно выбрать автомат другой характеристики, ссылки на которые находятся на странице каждого автомата.

Таблица 2.6 –Выбор автоматов по мощности и подключению

Вид подключения	Однофазный	Однофазный вводный	Трехфазное треугольником	Трехфазное звездой
Полюс-	Однополю	Двухпо-	Трехполюс-	Четырехполюс-

ность ав- томата	СНЫЙ авто- мат	ЛЮСНЫЙ автомат	НЫЙ автомат	НЫЙ автомат
Напряже- ние пита- ния	220 Вольт	220 Вольт	380 Вольт	220 Вольт
Автомат 1А	0.2 кВт	0.2 кВт	1.1 кВт	0.7 кВт
Автомат 3А	0.7 кВт	0.7 кВт	3.4 кВт	2.0 кВт
Автомат 6А	1.3 кВт	1.3 кВт	6.8 кВт	4.0 кВт
Автомат 10А	2.2 кВт	2.2 кВт	11.4 кВт	6.6 кВт

Продолжение таблицы 2.4

Автомат 16А	3.5 кВт	3.5 кВт	18.2 кВт	10.6 кВт
Автомат 20А	4.4 кВт	4.4 кВт	22.8 кВт	13.2 кВт
Автомат 25А	5.5 кВт	5.5 кВт	28.5 кВт	16.5 кВт
Автомат 32А	7.0 кВт	7.0 кВт	36.5 кВт	21.1 кВт
Автомат 40А	8.8 кВт	8.8 кВт	45.6 кВт	26.4 кВт
Автомат 50А	11 кВт	11 кВт	57 кВт	33 кВт
Автомат 63А	13.9кВт	13.9 кВт	71.8 кВт	41.6 кВт
Автомат	3.5 кВт	3.5 кВт	18.2 кВт	10.6 кВт

16А				
Автомат 20А	4.4 кВт	4.4 кВт	22.8 кВт	13.2 кВт
Автомат 25А	5.5 кВт	5.5 кВт	28.5 кВт	16.5 кВт
Автомат 32А	7.0 кВт	7.0 кВт	36.5 кВт	21.1 кВт
Автомат 40А	8.8 кВт	8.8 кВт	45.6 кВт	26.4 кВт
Автомат 63А	13.9кВт	13.9 кВт	71.8 кВт	41.6 кВт

### Выбор автоматических выключателей для элементов цепи

Для выбора автомата нагревательного элемента воспользуемся таблицей 1. Расчетная мощность проточного нагревателя составила 7,67 кВт, находим по таблице, в колонке однополюсных автоматов, примерно совпадающее значение, это 8.8 кВт. И выбираем автомат с номинальным током отключения 40 А.

Выбор автомата для насоса осуществляется по максимальному пусковому току, который составляет:

$$I_{max} = 5 \div 7 I_H$$

$$I_H = \frac{P_H}{U_{сету} \times \cos\varphi} = \frac{1.1 \times 10^3}{220 \times 0.85} = 5.88 \text{ А.}$$

Тогда,

$$I_{max} = 35,28 \text{ А.}$$

Округляем полученное значение в большую сторону, до 40А.

## 2.4 Выбор датчиков

## Датчик уровня

Для разработки был выбран гидростатические датчики уровня, который работают посредством измерения косвенной величины - давления столба жидкости. Давление пропорционально уровню жидкости в резервуаре.

При достижении верхнего уровня подаётся сигнал на контроллер, который отключает скважный насос, а при достижении нижнего уровня включает его.

## Датчик температуры

Первым параметром, определяющим выбор датчика температуры, считается диапазон измерения, представлен на рисунке 2.3. Если подходит несколько вариантов, то можно пользоваться таким правилом: номинальное измеряемое значение должно лежать в диапазоне от половины до двух третей шкалы. Так, например, не желательно использовать термопару для измерения комнатной температуры, и наоборот для температур выше 200 градусов термопара будет хорошим выбором.

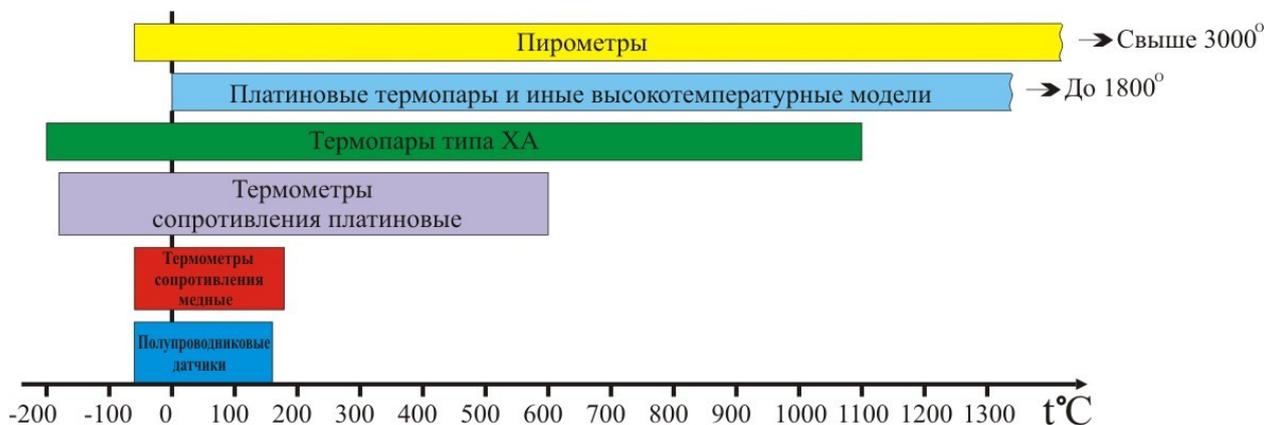


Рисунок 2.3 – Диапазон измерения датчиков температуры.

Следующей величиной, заслуживающей пристального внимания, будет точность измерений. Если по условиям проекта требуется точность менее одного градуса, то практически однозначным выбором станет термометр сопротивления. К счастью такие требования

встречаются достаточно редко, и в большинстве бытовых применений вполне подойдет полупроводниковый датчик с точностью в 1 градус.

Конструктивные особенности датчика также определяют его область применения. Сегодня можно найти множество вариантов, как исполнения измерительной части, так и по способу присоединения к процессу. Также при выборе следует учитывать и такой параметр как инерционность. Инерционность измеряется в секундах и показывает, насколько быстро изменение температуры окружающей среды отразится на выходном сигнале датчика. Пренебрежение данным параметром часто может привести к неточности работы схемы и другим малоприятным последствиям, особенно если показания термодатчика используются для целей управления оборудованием.

Для разработки нужен малый диапазон измерения и небольшая точность, питания датчика производится от контроллера. По этому, выбирается полупроводниковый датчик температуры.

#### Реле времени

Выбрано аналоговое реле времени, из-за главных его преимуществ:

- простое программирование, и установка настроек довольно не сложная;
- простая эксплуатация;
- эконом класс, стоимость прибора довольно не велика.

#### Датчик влажности почвы

Датчик влажности почвы предназначен для контроля влажности почвы в системах автоматического полива. Если почва достаточно влажная, то полив не начинается, если был запланирован. Таким образом, датчик способствует экономии воды. Управление поливом возможно с помощью одних датчиков, работающих в паре с клапанами системы полива. Датчик влажности почвы легко устанавливается на грядке рядом с растениями и используется для надежного электронного

измерения разницы температур в почве. Требуемая влажность задается с помощью программного обеспечения контроллера. Предусмотрена индикация текущего уровня влажности почвы.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения работы по разработке автоматической системе полива в теплице площадью 0.5 га, была разработана АСП удовлетворяющая всем требованиям. Внедрение логического контроллера позволяет использовать разработанную АСП с минимальным участием человека. Для того чтобы это показать был произведен подбор оборудования для полива.

Разработан алгоритм работы контроллера в блочной логике. Произведен гидравлический расчет потребления воды капельным поливом и выбраны соответствующие насосы.

Проведенные в выпускной квалификационной работе исследования АСП позволяет сделать следующий вывод, что создание систем управления на основе ПЛК позволяют исключить человеческий фактор, сократить затраты на обслуживание оборудования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Терехов, В.М. Системы управления электроприводов [Текст] / Учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Терехов, О.И.Осипов; Под ред. В.М. Терехова. – М.:Издательский центр «Академия», 2005. – 304 с.
2. Голубев Г.Н. Геоэкология. Учебник для студентов ВУЗов. [Текст] / Издательство ГЕОС, Москва, 1999 г., 338 стр.
3. Техническая документация тепличного комплекса «Эвергрин»
4. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчёта / Справочное пособие. — 8-е изд., перераб. и дополн. — М.: Бастет, 2007. — 336 с.
5. Подогреватели сетевой воды – Описание. [Электронный ресурс]: <http://heat.sarzem.ru/psv.html>
6. Официальный сайт компании «ОВЕН» Системы автоматизации [Электронныйресурс] : <http://www.owen.ru/catalog>
7. Репин Б.Н. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения[Текст]: учебник для студ. высш. учеб. заведений. Под ред. В.М. Репина. — М.: Высшая школа, 1995. — 431 с.
8. Соловьев, В.А. – Системы управления электроприводами.[Текст]: учеб пособие / В.А. Соловьев.: Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2006. - 153 с.
9. Москаленко, В.В. Электрический привод [Текст]:Учебник для электротехн. спец. техн / В.В. Москаленкл, - М.: Высшая школа, 1991 г. - 430 с.
10. Терехов, В.М. Системы управления электроприводов [Текст] / Учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Терехов, О.И.Осипов; Под ред. В.М. Терехова. – М.:Издательский центр «Академия», 2005. – 304 с.

11. Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием [Текст] / Г.Г. Соколовский - М.: Издательский центр «Академия», 2006г.
12. Программируемые логические контроллеры [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://cxem.net/promelectr/promelectr5.php>
13. Контроллеры Segnetics [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.insat.ru/products/?category=932>
14. Промышленное оборудование. [Электронный ресурс]: <http://www.equipnet.ru/russia/catalog/control/dosimetr/>
15. Системы управления энергоресурсами [Электронный ресурс]: <http://www.suer.su/catalog/urovneri>

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АСП – автоматическая система полива

ПВХ – поливинилхлорид

ДУ – датчик уровня

ДВП – датчик влажности почвы

ДТ – датчик температуры