

## НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ

АБДУЛГАЛИМОВ Мавлудин Мавлудинович, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан

*В статье проанализированы способы и техника для укладки внутрипочвенных увлажнителей. Представлены перспективный способ и конструкция мобильного комбинированного сельскохозяйственного агрегата для укладки трубопроводов для внутрипочвенного орошения многолетних древесно-кустарниковых насаждений, позволяющие одновременно провести две операции – плантаажную вспашку и укладку труб-увлажнителей.*

**Введение.** Внутрипочвенное орошение целесообразно применять в различных регионах нашей страны, с учетом имеющихся хозяйствственно-технических и почвенно-климатических условий. Данный вид орошения обладает рядом преимуществ: несложность в эксплуатации; обеспечивает существенное увеличение выхода урожая возделываемых культур и снижения расхода воды на орошение; позволяет совместный подвод воды и удобрений к корневой системе растений; малый срок окупаемости вложенных затрат; отсутствует потребность в выполнении работ по монтажу и демонтажу системы каждый год, что обеспечивает ее продолжительную сохранность; не требуется основательная очистка подаваемой воды; нет опасений насчет засоления орошаемых почв и утилизации использованных увлажнителей, поскольку они имеют длительный срок эксплуатации; не требуется повышенное давление для подачи воды в увлажнители; для организации данной системы орошения применимы комплектующие и оснащение, производимое в нашей стране [1, 5, 6, 8, 13].

Значимым условием увеличения урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур при ограниченном природном увлажнении является орошение. Внутрипочвенное, капельное, капельно-внутрипочвенное орошение относится к способам местного орошения, формирующего около корней растений увлажнение, и когда оно оптимально, то орошение осуществляется в меньшем объеме, но поддерживаются благоприятные условия формирования растений, обеспечивая при этом значительную и стабильную урожайность.

Внутрипочвенное укладывание труб-увлажнителей обеспечивает подвод воды напрямую к корневой системе растений и берегает их от повреждений, влияния солнечных лучей и растраскивания. Взаимное влияние грунта и корней растений происходит, если развивающие участки корней включаются в объем оптимального неизменного смачивания грунта, что делается возможным при внутрипочвенном укладывании труб-увлажните-

лей. Данный способ орошения позволяет снизить произрастание сорных растений, так как поверхностный слой почвы не подвергается смачиванию, что также уменьшает расход воды из-за выпаривания и содействует увеличению водо-воздухопроницаемости. В исследовании деталей различных способов внутрипочвенного орошения и очертания увлажненности почвы при этом участвовали многие ученые-исследователи [7, 9]. Но проведенные исследования требуют соответствующей проработки с учетом современных требований к способам и техническим решениям для выполнения процесса внутрипочвенного орошения на качественном уровне.

При нынешнем положении дел с системой орошения, чтобы увеличить эффективность ее функционирования, требуется непрерывное усовершенствование сельскохозяйственных агрегатов и способов орошения выращиваемых сельскохозяйственных культур, нацеленное на извлечение значительного устойчивого сбора урожая при сниженном расходе воды [10].

Орошаемое земледелие обуславливает использование передовых технологий и сельскохозяйственных агрегатов для орошения.

Развивая известные способы орошения, невозможно выпускать из виду относительно слабо распространенные, однако, имеющие наибольший потенциал способы. Практика зарубежных стран и российский опыт возделывания сельхозкультур подтверждают, что внутрипочвенное орошение, в достаточной степени отвечает условиям, обеспечивающим водно-воздушно-питательный режим почвы. Оно дает возможность существенно сократить количество воды на орошение, уменьшать энергорасходы на ее выполнение, а также на обрабатывание почвы по ее завершению, существенно уменьшая абсолютные энергозатраты на возделываемую в итоге продукцию и экологично, так как сохраняется состав грунта при подводе воды. Невзирая на трудность постройки системы внутрипочвенного орошения, она обладает более значительным ко-

63

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

6  
2021



эффективентом полезного действия по сравнению с иными способами орошения.

Цель исследований – минимизация технологического процесса, энергоресурсосбережение, ускоренный ввод в эксплуатацию оросительных сетей путем сокращения сроков на строительство за счет одновременной укладки внутрипочвенных увлажнителей вместе с плантажной вспашкой орошаемого участка.

**Методика исследований.** Известны траншейные и бестраншевые способы и машины укладки мелиоративных труб. При траншевом способе укладки труб отрывают траншеи на необходимую глубину с помощью многоковшового или роторного рабочего органа, а также экскаватором обратная лопата. За землеройным рабочим органом в траншее перемещается трубоукладчик, осуществляющий подачу и укладку труб, а также защитных и фильтрующих материалов. При бестраншевой укладке в щель, прорезаемую ножом, подают готовые трубы со специальными лабиринтными капельницами через внутреннюю полость кожуха, находящегося за ножом. Конец трубы предварительно закрепляют в колодце, где прокладывается распределительная сеть.

Иногда трубопровод протаскивают по кротовине, присоединяя ее к дренеру посредством цангового патрона.

Известна ножевая трубоукладочная машина, которая состоит из навесной рамы, ножа для прорезания щели с направляющим желобом для трубы, барабана с бухтой пластмассовой трубы, диска подрезающей почву, колеса – ограничитель глубины с регулятором глубины.

Указанные способы и машины капитало- и ресурсоемки и требуется дополнительное время на прокладку сетей внутрипочвенного орошения.

Система внутрипочвенного орошения должна основываться на установлении оптимальных величин ее показателей (глубины укладывания, длины и расстояния (интервала) между увлажнителями), которые должны быть обоснованы для каждого конкретного случая с целью исключения отрицательного воздействия на окружающую экологию.

С целью обеспечения оптимального уровня аэрации, достижения оптимального увлажнения действенной корнеобитаемой прослойки почвы, недопущения неэффективного проникновения воды для полива в нижние прослойки почвы величина углубленности укладывания внутрипочвенных увлажнителей должна составлять не более 0,2...0,3 м. Укладывание их на существенно большую глубину приводит к уменьшению результативности орошения, однако появляется практическая допустимость применения механической обработки почвы, избегая вывода из стоя элементов конструкции сети увлажнителей. Для открытого грунта предлагаемая глубина закладки внутрипочвенных увлажнителей – 0,4...0,5 м.

Протяженность (длина) внутрипочвенных увлажнителей в открытом грунте может составлять до 600 м, но длина от 100 до 300 м является оптимальной; она определяется на основе расчета (гидравлического), применяя формулы сформированного перемещения воды с однородным снижением расхода на протяженности [2, 3].

Длину увлажнителей можно устанавливать с учетом полноценного поглощения перемещаемого объема воды для орошения при поддержании на всей протяженности увлажнителей однородного по величине напора и однородных величин удельных расходов поглощаемой оросительной воды [6]:

$$L = Q / q_y = \sqrt{3Q_i} / q_y = \omega c \sqrt{R_i} / q_y = k \sqrt{3i} / q_y, \quad (1)$$

где  $Q$  – струя поливная, л/с;

$$Q / q_y = \sqrt{3Q_i}, \text{ л/с,}$$

где  $Q_i$  – расход трубопровода (обычного) с учетом равенства уклонов (пьезометрического и геодезического);  $q_y$  – расход, сформировавшийся на длине увлажнителя 1 м, л/с;  $\omega$  – площадь сечения (поперечного) трубы-увлажнителя, м;  $c$  – коэффициент Шези:

$$c = \sqrt[6]{R} / n,$$

где  $n$  – коэффициент шероховатости;  $R$  – радиус гидравлический, м;  $i$  – уклон пьезометрический, приравниваемый к геодезическому;  $k$  – расходный модуль.

Формула (1) верна при величинах уклона оси внутрипочвенных увлажнителей вплоть до 0,004, о чем свидетельствуют результаты исследований определенных учеными. Когда величины уклона выше указанного, то при установлении показателей систем внутрипочвенного орошения вычисление необходимо осуществлять, основываясь на тождественности оси увлажнителя и уклонов пьезометрической линии.

Интервал (расстояние) между увлажнителями необходимо определять, принимая во внимание природу водораспределения в пределах очертания влагосодержания, а также он должен гарантировать перекрывание боковых рубежей очертаний при наименьшей из отобранных норм полива [2–4, 6].

Уменьшить финансовые расходы на устройство системы внутрипочвенного орошения возможно при научно обоснованном подборе расстояния (интервала) между внутрипочвенными увлажнителями.

Расстояние (интервал) между увлажнителями можно определить по формуле

$$l = 2(0,43\sqrt{q_0 / k_\phi} + 1,3(0,2 + 0,3)W_{n.b}k_n\gamma / q_{y.d}), \quad (2)$$

где  $q_0$  – расход отверстия в увлажнителе, м/с;  $k_\phi$  – коэффициент фильтрации почвы, м/с;  $W_{n.b}$  – наименьшая влагоемкость почвы, %;  $k_n$  – коэффициент потенциалопроводности почвы;

$\gamma$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;  $q_{уд}$  – расход увлажнителя на длине 1 м, м/ч.

Расстояние (интервал) между увлажнителем также можно определить по формуле

$$l = 2\xi(t_0) + d + c, \quad (3)$$

где  $\xi(t_0)$  – одностороннее расстояние (горизонтальное), распространения влаги на протяжении полива  $t_0$  из увлажнителя;  $d$  – диаметр увлажнителя, м;  $c$  – величина (постоянная), зависящая от вида орошаемой сельхозкультуры.

Для приблизительного определения глубины укладывания увлажнителей и расстояния (интервала) между ними применимы формулы [7]:

$$H = a + H_k, \quad (4)$$

$$b = 2(b + H_k), \quad (5)$$

где  $a$  – размер (вертикальный) зоны вокруг увлажнителя (полная влагоемкость удовлетворяет влажности):

$$a = 0,32\sqrt{q/K_\phi},$$

где  $q$  – расход жидкости через маленький источник;  $K_\phi$  – коэффициент, учитывающий фильтрацию почвы;  $b$  – размер (горизонтальный) зоны вокруг увлажнителя (влажность удовлетворяет полной влагоемкости):

$$b = 1,34a,$$

где  $H_k$  – уровень (высота) подъема капиллярной кромки.

Анализ исследований по данной проблеме показал, что величина глубины укладывания увлажнителей сети орошения составляет 0,3...0,5 м, а расстояние (интервал) между внутрипочвенными увлажнителями соответственно 0,7...1,5 м, принимая во внимание расстояние (интервал) между возделываемыми сельхозкультурами.

Количество внутрипочвенных увлажнителей на площади 1 га:

$$n = 10^4 Lb, \quad (6)$$

где  $L$  – длина внутрипочвенного увлажнителя, м;  $b$  – расстояние (интервал) между внутрипочвенными увлажнителями, м.

Увлажнители систем внутрипочвенного орошения являются одними из основных элементов

их конструкции, а их задача заключается в обеспечении равномерного и стабильного распределения поливной воды на участках орошения. Большое влияние на надежность их функционирования и результативность оказывают форма, диаметр труб и водовыпускных отверстий на них и их количество, уклон, использование либо недостаток разных материалов, предотвращающих заиливание, загрязнение и обрастание водовыпускных отверстий, а также внутренней полости увлажнителей, неэффективные утраты поливной воды на фильтрацию.

**Результаты исследований.** Предлагаемая технология предусматривает укладку готовых труб непосредственно при плантажной вспашке участков под сады, виноградники, а также кустарниковые насаждения одним проходом агрегата, совмещенная при этом сразу два производственных процесса, – укладку увлажнителей и плантажную вспашку. Исключается необходимость капитального строительства увлажнительной сети [11].

На рис. 1 изображена последовательность выполнения технологических операций по укладке внутрипочвенных увлажнителей в разрезах почвенного профиля.

Суть способа состоит в том, что при плантажной вспашке углубление 1, образуемое долотом в плужной подошве 2, увеличивают на величину, превышающую диаметр укладываемого перфорированного трубопровода-увлажнителя 3 с фильтрующей обмоткой на 1–2 см. Через кожух, расположенный за корпусом плуга, от барабана, установленного на раме, подается трубопровод-увлажнитель 3, конец которого закрепляют в траншее 4 с распределительной сетью 5. Сразу после укладки трубопровод-увлажнитель 3 засыпается почвой 6 с помощью предплужника 7, располагаемого на раме плуга за основным корпусом 8, а не перед ним.

Углубление в плужной подошве создается специальным приспособлением 9, причем оно не нарезается извлечением грунта, а создается путем вдавливания и уплотнения, что позволит уменьшить нежелательную глубинную фильтрацию поливной воды.

При этом трубопровод-увлажнитель укладывается ниже глубины плантажной вспашки, что предотвращает возможность повреждения его при последующей обработке почвы не только обычны-

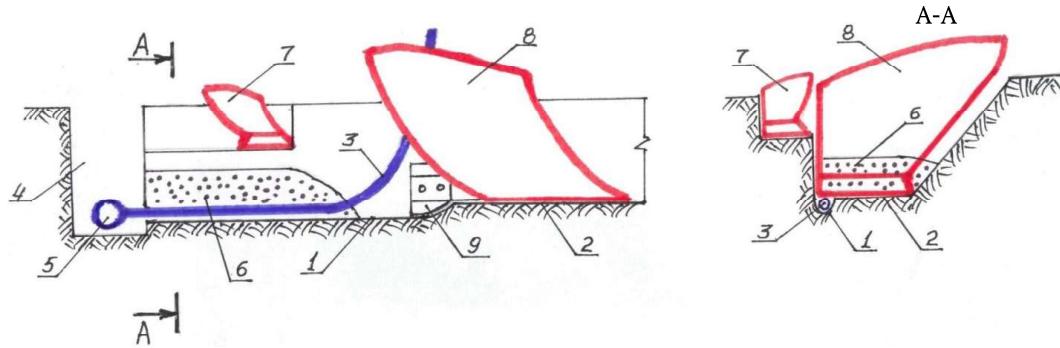


Рис. 1. Почвенный профиль на глубину плантажной вспашки (схема укладки увлажнителей)

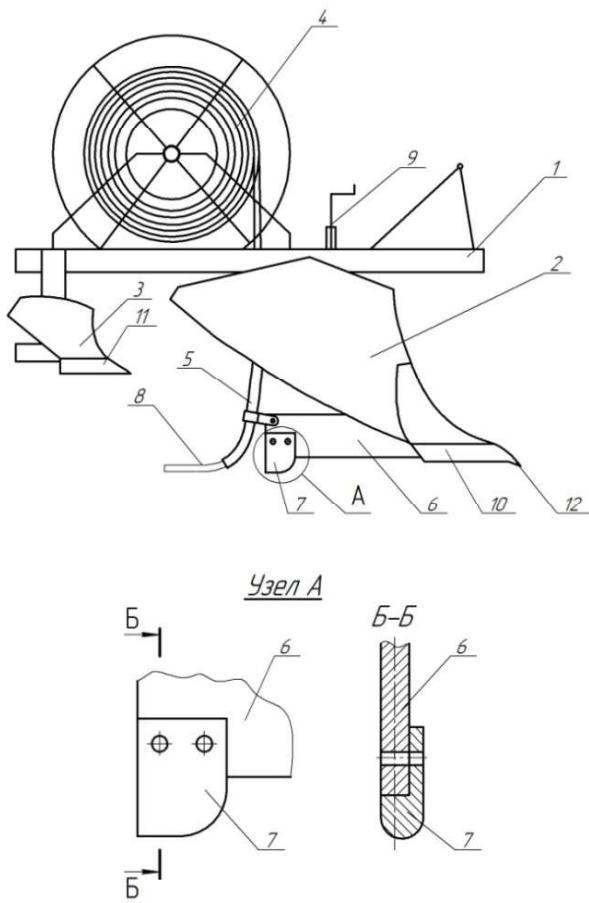


ми плугами, но и плантажными. Расстояния между увлажнителями регулируется тем, что их укладку производят через один или два прохода агрегата в зависимости от плотности почвогрунтов.

Предлагаемый способ позволяет прокладывать увлажнители также на существующих посадках многолетних древесно-кустарниковых насаждений.

На рис. 2, 3 представлены схема и общий вид предлагаемого комбинированного сельскохозяйственного агрегата для укладки внутрипочвенных увлажнителей [12].

Барабан с бухтой трубопровода-увлажнителя закрепляется на раме плантажного плуга, а кожух располагается за основным корпусом или за его стойкой. Если у обычного плантажного плуга основной корпус с опорным колесом располагается на раме позади предплужника (по ходу движения), то на данном агрегате они расположены наоборот, т.е. основной корпус с опорным колесом расположены впереди, причем предплужник смешен в сторону от оси рамы и закреплен на ее поперечине таким образом, чтобы пятка его лемеха лежала на одной линии с носком лемеха основного корпуса.



**Рис. 2. Схема комбинированного сельскохозяйственного агрегата для укладки внутрипочвенных увлажнителей:**

- 1 – рама плантажного плуга с навеской;
- 2 – основной корпус плуга; 3 – предплужник;
- 4 – барабан (катушка) с бухтой трубопровода – увлажнителя; 5 – кожух; 6 – полевая доска основного корпуса; 7 – приспособление для формирования углубления в плужной подошве;
- 8 – трубопровод – увлажнитель; 9 – регулировочный механизм опорного колеса;
- 10 – лемех основного корпуса; 11 – лемех предплужника;
- 12 – долото лемеха основного корпуса



**Рис. 3. Комбинированный сельскохозяйственный агрегат для укладки внутрипочвенных увлажнителей (общий вид)**

Работает агрегат следующим образом.

Перед проходом для плантажной вспашки в начале ряда конец трубопровода-увлажнителя 8 закрепляют в траншее для распределительной сети. Основной корпус 2 нарезает траншею, при этом долото 12 основного корпуса образует небольшое углubление в плужной подошве, которое следом дополнительно уплотняет и углubляет специальное приспособление 7 с полукруглой подошвой, закрепленное на пятке полевой доски 6 основного корпуса. Трубопровод-увлажнитель 8, проходя через кожух 5, укладывается в углubление, после чего он (трубопровод-увлажнитель) засыпается и закрывается грунтом от предплужника 3. Основной корпус 2 и предплужник 3 в горизонтальной плоскости расположены таким образом, чтобы пятка лемеха 11 предплужника лежала на одной линии с носком лемеха 10 основного корпуса.

Экономическая целесообразность (эффективность) комбинированного агрегата обосновывается минимизацией технологического процесса, энергоресурсосберегающим эффектом, ускоренным вводом в эксплуатацию оросительных сетей за счет сокращения сроков их строительства, одновременным проведением укладки внутрипочвенных увлажнителей и плантажной вспашки орошающего участка.

**Заключение.** Изученные способы укладки труб-увлажнителей не обеспечивают оптимальных условий сбережения и распределения воды в процессе внутрипочвенного орошения сельскохозяйственных культур.

В большей степени целесообразным для этой цели представляется бестраншейный способ укладывания и поэтому исследования необходимо сосредоточить на его совершенствование и создание перспективной конструкции агрегата укладки труб-увлажнителей.

Применение представленного способа и конструкции мобильного комбинированного сельско-

хозяйственного агрегата для укладки внутрипочвенных увлажнителей позволит оптимизировать основные параметры внутрипочвенного орошения и повысить уровень преимуществ технологии орошения, к которым относятся:

исключение потери влаги за счет испарения с поверхности почвы ввиду ее неувлажненности; уменьшение количества рыхлений почвенной поверхности; ограничение жизнедеятельности сорной растительности, позволить уменьшить расходы на борьбу с ней; предоставление возможности выполнения всевозможных работ по уходу, так как поверхность почвы не будет увлажнена;

снижение покрова и территории смачивания (из-за неувлажняемости покрова почвенной поверхности), довольно четкий контроль величин очертаний смачивания, предотвращение непродуктивного испарения влажности с почвенной поверхности и фильтрации вне корнеобитания (по горизонтали и вертикали) способствуя значительному сокращению норм орошения древесно-кустарниковых насаждений.

Технология бестраншейной укладки внутрипочвенных увлажнителей относится к наиболее перспективным и эффективным способам укладки для обеспечения оптимальных живительных условий сельхозкультурам. Продолжение исследований должны быть нацелены на разработку, отвечающих современным требованиям значительно надежных и несложных по конструкции и в эксплуатации, мобильных и комбинированных технических средств, позволяющих совершенствовать технологии с их применением, а также повышения их энергоэффективности. Следует продолжить работы по исследованию восприимчивости различных возделываемых сельхозкультур на ресурсосберегающие технологии и средства механизации для укладки внутрипочвенных увлажнителей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедов А.Д., Боровой Е.П. Научно-экспериментальное обоснование техники и технологии внутрипочвенного орошения кормовых культур в условиях Юга России. – Волгоград, 2014. – 336 с.

2. Ахмедов А.Д. Оптимизация основных параметров систем внутрипочвенного орошения в условиях Нижнего Поволжья. – Волгоград: ВГСХА, 2005. – 164 с.

3. Ахмедов А.Д. Метод определения основных параметров системы внутрипочвенного орошения // Известия Нижневолжского аграрного университетского

комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 3(51). – С. 275–283.

4. Ветренко Е.А. Научно-экспериментальное обоснование внутрипочвенного орошения яблоневого сада; дис... канд. техн. наук. – Волгоград, 2003. – 209 с.

5. Григоров М.С. Внутрипочвенное орошение. – М.: Колос, 1983. – 128 с.

6. Григоров М.С. Основы внутрипочвенного орошения. – М.: МСХА, 1993. – 107 с.

7. Григоров М.С., Ахмедов А.Д. Контур увлажнения при внутрипочвенном орошении // Мелиорация и водное хозяйство. – 1999. – № 4. – С. 32–33.

8. Кременской В.И., Панина М.А. Элементы техники полива при капельно-внутрипочвенном орошении // Комплексная мелиорация земель как составная часть рационального природопользования: сб. науч. материалов Всеукр. науч.-практ. конф. молодых ученых. – Херсон, 2013. – С. 32–35.

9. Овчинников А.С., Мещеряков М.П. Эффективность применения и конструкции систем внутрипочвенного и капельного орошения при возделывании сладкого перца [ // Известия Нижневолжского аграрного университетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2007. – № 5. – С. 74–78.

10. Овчинников А.С., Бочарников В.С. Изучение формирования контуров увлажнения при внутрипочвенном орошении в пленочных теплицах в зависимости от конструктивных особенностей трубчатых увлажнителей и величины пьезометрического напора // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2008. – № 1. – С. 43–44.

11. Пат. 2719785 Российская Федерация. Способ укладки внутрипочвенных увлажнителей / Абдулгалимов М.М., Догеев Г.Д., Ярмагомедов А.Н; опубл. 23.04.2020, Бюл. № 12.

12. Пат. 199265 Российской Федерации. Комбинированный агрегат для укладки внутрипочвенных увлажнителей/ Абдулгалимов М.М., Догеев Г.Д., Магомедов Ф.М., Меликов И.М.; опубл. 24.08.2020, Бюл. № 24.

13. Техника и технология возделывания сельскохозяйственных культур при капельном и внутрипочвенном орошении: монография / А.Д. Ахмедов [и др.]. – Волгоград, 2008. – 228 с.

**Абдулгалимов Мавлудин Мавлудинович,** старший научный сотрудник, инженер-гидротехник, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан. Республика Дагестан.

367014, Российская Федерация, Республика Дагестан, г. Махачкала, Научный городок, ул. А. Шахбанова, 30. Тел.: (8722) 60-07-26.

**Ключевые слова:** внутрипочвенное орошение; способ; комбинированный агрегат; укладка; внутрипочвенные увлажнители.

#### NEW IN THE TECHNOLOGY OF FORMING SYSTEMS OF INTRA-SOIL IRRIGATION

**Abdulgalimov Mavludin Mavladinovich,** Senior Researcher, Hydraulic Engineer, Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan. Republic of Dagestan.

**Keywords:** intra-soil irrigation; method; combined unit; laying; intra-soil humidifiers.

The article analyzes the methods and techniques for laying intra-soil humidifiers. The article presents a promising method and design of a mobile combined agricultural unit for laying pipelines for intra-soil irrigation of perennial tree and shrub plantations, which allows simultaneously carrying out two operations – plantation plowing and laying of humidifier pipes.

