

УДК 631.363

UDC 631.363

4.3. Агроинженерия и пищевые технологии

4.3. Agricultural engineering and food technology

**ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ПИТАЮЩЕЙ МАГИСТРАЛИ  
ПРОЕКТИРУЕМОЙ БЕСПИЛОТНОЙ  
РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЕНИЯ  
ПТИЦЫ**

Фролов Владимир Юрьевич  
доктор технических наук, профессор

Класнер Георгий Георгиевич  
кандидат технических наук, доцент  
[egor.klasner.91@mail.ru](mailto:egor.klasner.91@mail.ru)

Тимиршин Роберт Сергеевич  
студент  
[timirshinroberts@gmail.com](mailto:timirshinroberts@gmail.com)  
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина»,  
Краснодар, Россия

В статье рассматривается проблема обеспечения качества воды и технического обслуживания систем поения в птицеводстве, которые являются критическими факторами для здоровья птицы и предотвращения инфекционных заболеваний. Обоснована необходимость минимизации человеческого фактора и повышения частоты дезинфекции. Целью исследований является разработка беспилотной роботизированной системы поения птицы. В работе представлены теоретические исследования движения жидкости в питающей магистрали с ниппельными поилками, проведен расчет гидравлических характеристик регулирующего устройства и определен числовой множитель резистентности. Выполнен расчет технологической линии водообеспечения роботизированной птицефабрики, включающий определение среднесуточного, максимального суточного и часовового расходов воды, а также гидравлический расчет тупиковой сети водоснабжения с подбором диаметров труб и оборудования. На основании анализа сделан вывод об эффективности предлагаемой системы для повышения продуктивности и снижения падежа птицы

Ключевые слова: РОБОТ-ПОИЛЬЩИК; СИСТЕМА ПОЕНИЯ; ПТИЦЕВОДСТВО; ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ; ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ; РЕГУЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО; ЧИСЛОВОЙ МНОЖИТЕЛЬ РЕЗИСТЕНТНОСТИ; КАЧЕСТВО ВОДЫ; САНПИН

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-214-019>

**INVESTIGATION OF THE HYDRAULIC  
CHARACTERISTICS OF THE SUPPLY LINE  
OF THE PROJECTED UNMANNED ROBOTIC  
POULTRY WATERING SYSTEM**

Frolov Vladimir Jur'evich  
doctor of technical sciences, professor

Klasner Georgy Georgievich  
candidate of technical sciences, associate professor  
[egor.klasner.91@mail.ru](mailto:egor.klasner.91@mail.ru)

Timirshin Robert Sergeevich  
student  
[timirshinroberts@gmail.com](mailto:timirshinroberts@gmail.com)  
FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named  
after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia

The article addresses the issue of ensuring water quality and maintaining drinking systems in poultry farming, which are critical factors for bird health and preventing infectious diseases. The necessity of minimizing human involvement and increasing the frequency of disinfection is substantiated. The research aims to develop an unmanned robotic poultry drinking system. The study presents theoretical studies of fluid movement in the supply pipeline with nipple drinkers, calculates the hydraulic characteristics of the control device, and determines the numerical resistance coefficient. A calculation of the water supply line for a robotic poultry farm was performed, including the determination of average daily, maximum daily, and hourly water consumption, as well as a hydraulic calculation of a dead-end water supply network with the selection of pipe diameters and equipment. Based on the analysis, it is concluded that the proposed system is effective for increasing productivity and reducing bird mortality

Keywords: DRINKING ROBOT; DRINKING SYSTEM; POULTRY FARMING; WATER CONSUMPTION; HYDRAULIC CALCULATION; CONTROL DEVICE; NUMERICAL RESISTANCE COEFFICIENT; WATER QUALITY; SANITARY RULES AND NORMS

*Введение.* Водоснабжение представляет собой важнейший элемент функционирования птицеводческих предприятий. Организация водоснабжения в птицеводстве требует комплексного подхода, включающего не только обеспечение достаточного объема воды, но и строгое соответствие ее качества установленным стандартам, что предполагает эффективную очистку от механических загрязнений, вредных химических примесей и патогенной микрофлоры. Существенное влияние на производственные показатели оказывает рациональное размещение поилок и поддержание технической исправности системы поения, в том числе за счет регулярного удаления продуктов жизнедеятельности птицы и других загрязнений, которые служат активным источником распространения инфекционных заболеваний и приводят к возрастанию уровня падежа поголовья.

Целью работы является разработка беспилотной, роботизированной системы поения птицы [1, 4] для повышения продуктивности производства продукции птицеводства.

Исследования включают два этапа:

На первом этапе проводится анализ зоотехнических требований к устройствам для поения и гигиенических нормативов качества воды. Также выполняются теоретические исследования гидродинамических процессов в питающих магистралях с ниппельными поилками самоходной установки и расчет параметров технологической линии водообеспечения птицефабрики.

Второй этап предусматривает разработку, проектирование и апробацию пилотного образца робота-поильщика.

*Материалы и методы.* Теоретические исследования выполнялись с использованием методов теоретической механики, аналитической геометрии, математического моделирования и анализа.

*Результаты исследований.* Жизнедеятельность живых организмов

невозможна без воды. Доказано, что их тело состоит из воды примерно на 2/3. Например, для нормального существования и продуктивной работы корове необходимо выпивать как минимум 90–110 литров в сутки, из этого следует, что в год на содержание одной особи необходимо 37 тонн воды [2]. Этот показатель превышает её вес примерно в 48...58 раз. Соблюдая все пропорции и соотношения воды к массе животного, можно обеспечить его нормальное существование. Также на содержании воды в теле живого организма сказываются такие критерии, как вид особи, его возраст, пол и тип ткани.

Немаловажно, что для взрослых млекопитающих было соотношение воды в теле 44...69 %, это также сказывалось на их самочувствии и дальнейшей работе. Для лошадей такой показатель жидкости находился примерно около 54 % от общей массы, для КРС – около 59 %, а у эмбриона млекопитающего он мог доходить до 96 % от их собственного веса [2].

Объем воды, потребляемый птицей, тесно связан с интенсивностью метаболических процессов в тканях организма. Соблюдение зоотехнических нормативов содержания позволяет достигать оптимальных показателей обмена веществ.

Соблюдение суточных норм водопотребления на одну голову является обязательным условием эффективного птицеводства. Дефицит воды вызывает серьезные физиологические нарушения, включая истощение организма и повышенный падеж, а хроническое недопоение провоцирует стрессовое состояние, проявляющееся в снижении продуктивности, потере живой массы, дефиците питательных веществ и повреждении тканей, что в крайних случаях приводит к состоянию "водного отравления".

Не менее важно предотвращать превышение нормативов потребления, которое может вызывать повышение кровяного давления, а при использовании увлажненных кормовых смесей требуется точная

дозировка, поскольку чрезмерное разбавление корма водой существенно снижает его усвоемость.

В автоматизированных птицеводческих хозяйствах соблюдение нормированного режима поения позволяет достигать высоких показателей продуктивности при снижении эксплуатационных затрат.

Качество водоснабжения играет ключевую роль в обеспечении ветеринарно-гигиенических норм содержания птицы. Соблюдение требований СанПиН к воде является обязательным условием эффективного развития отрасли и проведения профилактических мероприятий.

Большинство птицеводческих предприятий используют воду из подземных источников, залегающих на глубине до 149 метров. Такая вода характеризуется благоприятными органолептическими свойствами: отсутствием запаха, прозрачностью, естественной минерализацией, что способствует насыщению организма птицы необходимыми микроэлементами.

Современное птицеводство активно внедряет автоматизированные системы управления, что позволяет оптимизировать трудовые затраты и повысить рентабельность производства.

Особенности автоматизации в птицеводстве заключаются в подборе специализированных видов поилок для каждого направления выращивания, соответствующего оборудования, отвечающего требованиям СанПиН [2].

Основываясь на анализе износа устройств функционального управления регулирующего устройства и предварительном исследовании движения жидкости, предложена схема регулирующего устройства, в которой поток жидкости изгибается. Устройство содержит два идентичных полукорпуса, в том числе квадратные фланцы, от которых червячная передача перемещается через червяк, управляемый жонглер установлен на квадратном фланце, которые в свою очередь соединены шпильками с

накладками с обеих сторон червячного колеса с соединительным элементом круга закреплен, например, стальной стержень или разнонаправленная леска, а на конце соединительного элемента имеется кольцо, закрепленное на оси, а в соединительный элемент-втулку, изготовленную из материала в двух полусферах, соединена с подвижным кольцом, наружная часть которого соответствует соединенным элементам.

При перемещении регулировочных колец в направлении червячного колеса происходит уменьшение проходного сечения и объема потока жидкости до момента контакта стяжных элементов в центральной части механизма.

Увеличение расхода жидкости осуществляется поворотом регулировочного колеса против часовой стрелки. При полном ходе полуоси регулирующего устройства достигается минимальное значение коэффициента гидравлического сопротивления. В данном режиме жидкость контактирует исключительно с подающей трубой, при этом все элементы проточной части защищены от прямого контакта с рабочей средой.

Расчетные параметры трубопроводной системы определены на основе компьютерного моделирования в программном комплексе КОМПАС-3D. Основные конструктивные характеристики трубы включают: диаметр 50 мм и длину 100 мм, соответствующие параметрам гидравлического основания. С увеличением количества направляющих элементов наблюдается пропорциональное расширение площади поперечного сечения питающей магистрали при одновременном уменьшении угла ее поворота [3].

Органы управления выполнены в виде четырех клавиш, что позволяет минимизировать зону контроля и упростить конструкцию управляющей панели.

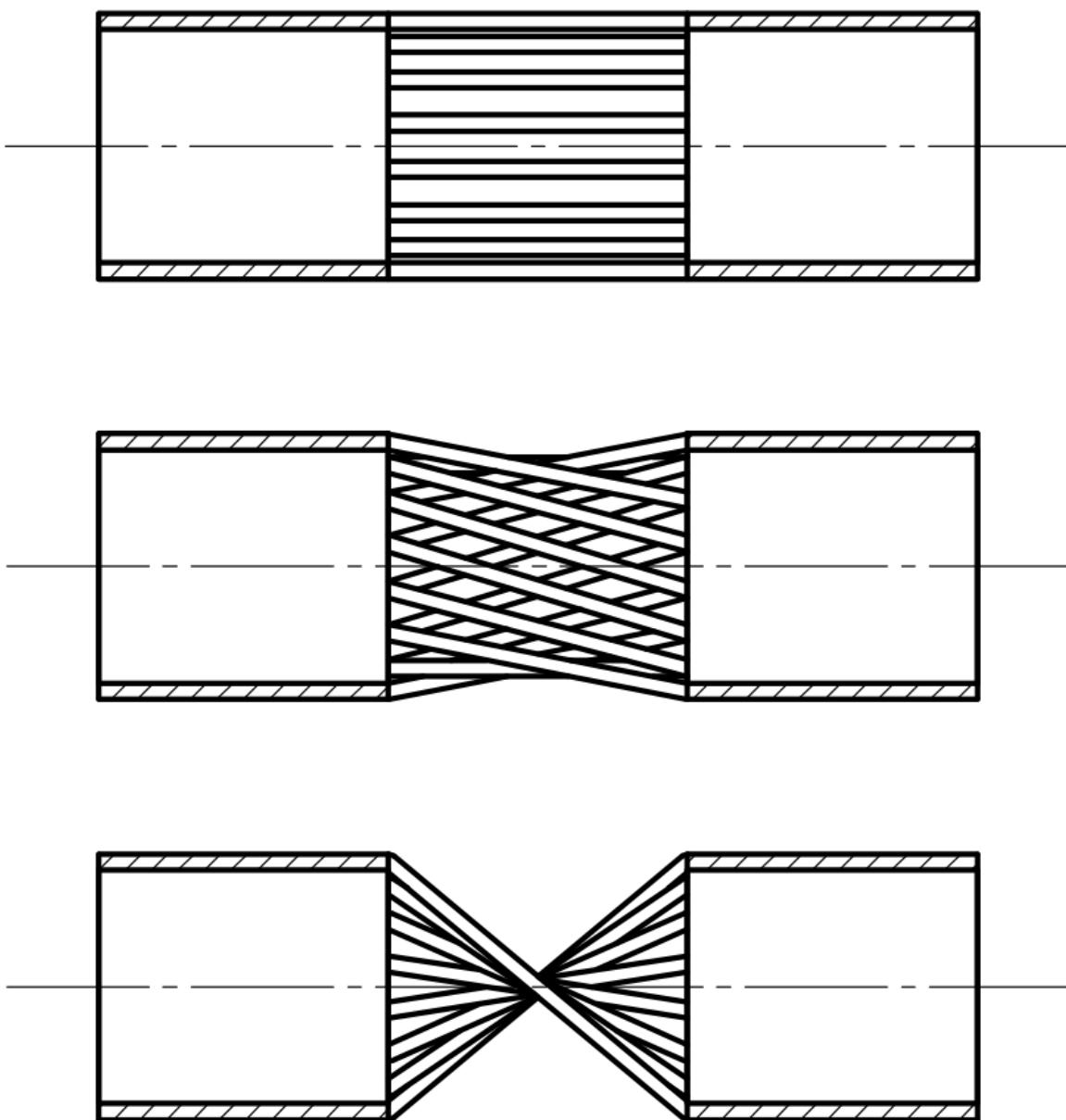


Рисунок 1 – Регулирующее устройство

Изменение числа стержней, прямо пропорционально изменению площади узкой части, а также изменяется угол поворота стержней и угол закручивания каналов. Минимальная площадь узкой части панели управления и упрощенная конструкция панели управления достигается путем монтажа четырех стержней.

От условий лучшей визуализации потока жидкости и меньшего использования шарнирных соединений приняли 4 идентичных соединительных колена длиной в 200 мм относительно оси регулирующего

устройства.

Сечение №10 поворачивается на 90° относительно нулевой части. Секция № 20 поворачивается на 90° относительно секции № 10.

Средняя скорость в  $i$ -м сегменте будет равна:

$$V_i = Q/S_i, \quad (1)$$

где  $V_i$  – средняя скорость в  $i$ -ом поперечном сечении, м/с;

$Q$  – водопотребление в секунду, м<sup>3</sup>/с;

$S_i$  – площадь  $i$ -го поперечного сечения, м<sup>2</sup>.

Числа Рейнольдса найдем, как:

$$R_e = 4 \cdot \frac{Q}{\pi \cdot v \cdot D_{ei}}, \quad (2)$$

где  $v$  – кинематическая вязкость жидкости, м<sup>2</sup>/с;

$D_{ei}$  – эквивалентный удвоенный радиус в  $i$ -ом поперечном сечении, м.

Эквивалентный удвоенный радиус в  $i$ -ом поперечном сечении:

$$D_{ei} = 2 \cdot \sqrt{\frac{S_i}{\pi}}, \quad (3)$$

Снижение давления  $\Delta P_i$  (Па) в питающей магистрали найдем, как:

$$\Delta P_i = \frac{\lambda}{8 \cdot \sin(a_i/2)} \cdot \left[ 1 - \frac{1}{(n_i)^2} \right] \cdot \frac{(V_{ki})^2 \rho}{2}, \quad (4)$$

где  $V_{ki}$  – скорость перетока частиц воды по воотведенному участку, м/с;

$\lambda$  – коэффициент падения давления;  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$n_i$  – соотношение площади поперечного сечения при входе к выходу в питающей магистрали;

Угол среди образующей конфузора и его осью определяется по формуле:

$$a_i = \arctg \cdot \left( \frac{D_{ei} - D_{ei+1}}{2 \cdot L_y} \right), \quad (5)$$

где  $L_y$  – расстояние среди участками, м.

Отношение площадей для конфузора определяется по формуле:

$$n_i = \frac{s_i - 1}{s_i}, \quad (6)$$

Отношение площадей для диффузора определяется по формуле:

$$n_{i-1} = \frac{s_{i-1} - 1}{s_i}, \quad (7)$$

Полная потеря давления в диффузоре определяется по формуле:

$$\Delta P_{di} = \Delta P_i + \Delta P_{ri}, \quad (8)$$

Потеря давления на вихреобразование определяется по формуле:

$$\Delta P_i = \sin(a_i) \cdot \left[ 1 - \frac{1}{(n_i)^2} \right] \cdot \frac{(V_{ki-1})^2}{2}, \quad (9)$$

Числовой множитель резистентности каждого участка, приведенный к скорости жидкости в  $i$ -ом сечении, определяется по формуле на трение:

$$\zeta_{ai} = \frac{\lambda}{8 \cdot \left( \frac{a_i}{2} \right)} \cdot \left[ 1 - \frac{1}{(n_i)^2} \right], \quad (10)$$

Учитывая наличие вихреобразного движения жидкости в питающей магистрали:

$$\zeta_{vi} = \sin(a_i) \cdot \left[ 1 - \frac{1}{(n_i)^2} \right], \quad (11)$$

Числовой множитель резистентности на каждом участке диффузора  $\zeta_{di}$  определяется по формуле:

$$\zeta_{di} = \zeta_{ai} + \zeta_{vi}, \quad (12)$$

Числовой множитель резистентности каждого участка приведём к скорости жидкости в нулевом сечении по формуле для конфузора:

$$\zeta_{1i} = \zeta_{ai} \cdot \frac{(S_0)^2}{(S_i)^2}, \quad (13)$$

для диффузора:

$$\zeta_{2i} = \zeta_{di-1} \cdot \frac{(S_0)^2}{(S_i)^2}, \quad (14)$$

Числовой множитель резистентности конфузора определяется по

формуле:

$$\zeta_k = \sum_{i=1}^{10} \zeta_{1i}, \quad (15)$$

Числовой множитель резистентности диффузора определяется по формуле:

$$\zeta_d = \sum_{i=10}^{20} \zeta_{2i}, \quad (16)$$

Числовой множитель резистентности РУ  $\zeta_{ry}$ , приведённый к скорости жидкости в нулевом сечении определяется по формуле:

$$\zeta_{ry} = n_z \cdot (\zeta_{ai} + \zeta_{vi}), \quad (17)$$

где  $n_z$  – числовой множитель

Скоростное давление  $P_s$ (Па) определяется по формуле:

$$P_s = \frac{\rho \cdot V_k^2}{2}, \quad (18)$$

Полное  $P_2$  (Па) и пьезометрическое  $P_3$  (Па) давления в сечениях определяются по формулам:

$$P_{2i+1} = P_{2i} - \Delta P_i, \quad (19)$$

$$P_{3i} = P_{2i} - \Delta P_{si}, \quad (20)$$

Водопотребление, проходящее через регулирующее устройство, принимаем равное  $Q = 0,002 \text{ м}^3/\text{с}$ , что соответствует скорости 1 м/с в питающей магистрали регулирующего устройства площади сечения 50 мм (рис. 2).

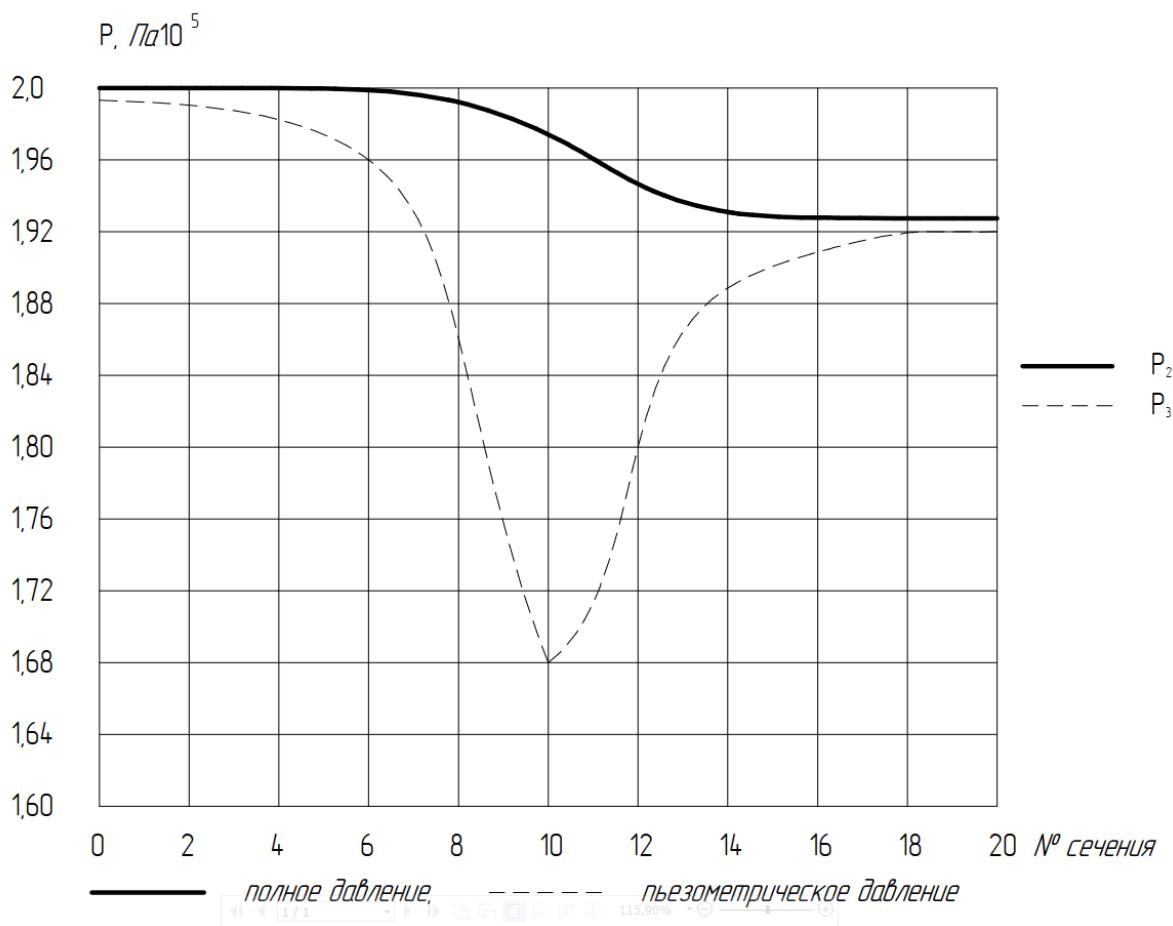


Рисунок 2 – Пьезометрическое давление в магистрали

Анализируя график зависимости пьезометрического давления, представленного на рисунке 2ы, можно говорить, о том, что если регулирующее устройство находится полностью в открытом положении, не препятствуя свободному стоку жидкости, в этом положении, соответственно числовой множитель резистентности будет лежать в минимальных пределах.

Качество воды определяется ее физическими, органолептическими и химическими свойствами.

В этой научной работе мы выбираем внешнюю, тупиковую сеть водоснабжения как наиболее дешевую и требующую меньше труда и средств для ее строительства.

$$q_{\text{ср.сут}} = m \cdot a \quad (21)$$

где  $m$  – число поилок, гол.;

а – норматив потребления воды в сутки, л.: куры-несушки - 1 л/гол. ремонтный молодняк-0.5л/гол, кур до 60 дней- 0.4 л/гол.

$$q_{\text{ср.сут}} = 5000 \cdot 1 = 5000 \text{ л.}$$

Определение максимального суточного расхода воды каждым потребителем.

$$q_{k.\text{max.сут.}} = m \cdot a \cdot a_1 \quad (22)$$

где  $a_1$  – числовой множитель суточной неравномерности,  $a_1=1,3$ .

$$q_{\text{ср.сут}} = 5000 \cdot 1 \cdot 1,3 = 6500 \text{ л.}$$

Определение максимального водопотребления.

$$q_{\text{кч}} = \frac{q_{k.\text{max.сут.}} \cdot a_2}{T} \quad (23)$$

где  $q_{\text{кч}}$  – максимальное водопотребление каждой поилки, л

$T$  – загруженность автопоилок в сутки (24 ч), ч;

$a_2$  – коэффициент неравномерности водопотребления.

Для птицеводческих ферм принимаем равным  $a_2 = 2,2$ .

$$q_{\text{кч}} = \frac{6500 \cdot 2,2}{24} = 596 \text{ л.}$$

Определение секундного расхода воды.

$$q_{\text{кс}} = \frac{q_{\text{кч}}}{3600}, \quad (24)$$

$$q_{\text{кс}} = \frac{596}{3600} = 0,165 \text{ л.}$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 1

Определение диаметра труб на участках водопроводной сети

$$d_{\text{в}} = 2 \sqrt{\frac{q_{\text{кс}}}{\pi \cdot v}}, \quad (25)$$

где  $d_{\text{в}}$  – диаметр трубы на рассматриваемом участке, м

$v$  – скорость воды в трубе на рассматриваемом участке, м/с

В расчете скорость воды в трубопроводе принимаем  $v = 0,6$  м/с.

$$d_{\text{в}} = 2 \sqrt{\frac{165 \cdot 10^{-6}}{3,14 \cdot 0,6}} = 0,0187 \text{ м.}$$

Принимаем стандартный диаметр трубы  $d_{\text{в}}=20$  мм

Уточнение скорости движения воды в трубопроводе

$$v_{\text{в}} = \frac{4q_{\text{кс}}}{\pi \cdot d_{\text{в}}^2} \quad (26)$$

где  $v_{\text{в}}$  – скорость движения воды на рассматриваемом участке трубопровода, м/с.

$$v_{\text{в}} = \frac{4 \cdot 165 \cdot 10^{-6}}{3,14 \cdot 400 \cdot 10^{-6}} = 0,52 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Определение убытки напора на преодоление сопротивлений трения

$$h_{\text{втр}} = \frac{10\lambda l_{\text{в}} v_{\text{в}}}{2 \cdot g \cdot d_{\text{в}}} \quad (27)$$

где  $\lambda$  – числовой множитель трения воды о стенки труб,  $\lambda = 0,02$ ;

$l_{\text{в}}$  – траектория расчетного пути, м;

$v_{\text{в}}$  – скорость перетока частиц воды по водотведенному участку, м/с;

$g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ .

$$h_{\text{втр}} = \frac{10 \cdot 0,02 \cdot 50 \cdot 0,52}{2 \cdot 10 \cdot 0,02} = 13 \text{ Па}$$

Определение снижение рабочего давления в водопроводной сети из-за наличия внутренних сил трения можно найти по следующему выражению:

$$h_{\text{ем}} = \frac{5v_{\text{в}} \sum \xi}{g} \quad (28)$$

$$h_{\text{ем}} = \frac{5 \cdot 0,52 \cdot (0,5 + 1,5)}{10} = 0,52 \text{ Па}$$

где  $\xi$  – числовой множитель местных сопротивлений.

Аналогично проводим расчеты для всех участков водопроводной сети, результаты вычислений занесены в таблицу 1.



Таблица 1 – Результаты расчетов водопроводной сети

Номер участка	l <sub>в</sub> , м	Q <sub>вс</sub> , л/с	d <sub>в</sub> , мм	v <sub>в</sub> , м/с	i, Па/м	Убытки давления, Па		
						h <sub>втр</sub>	h <sub>вм</sub>	h <sub>втр</sub> +h <sub>вм</sub>
11-8	50	0,165	20	0,52	0,26	13	0,52	13,52
9-8	8	0,165	20	0,52	0,26	2,08	0,13	2,21
8-6	42	0,33	25	0,67	0,26	11,25	0,17	11,42
6-7	8	0,165	20	0,52	0,26	2,08	0,13	2,21
6-4	42	0,495	32	0,62	0,19	8,13	0,15	8,28
4-5	8	0,165	20	0,52	0,26	2,08	0,13	2,21
4-2	42	0,66	40	0,52	0,13	5,46	0,13	5,59
2-3	8	0,165	20	0,52	0,26	2,08	0,13	2,21
2-1	25	0,825	40	0,65	0,16	4,06	0,16	4,22
12-15	50	0,018	10	0,5	0,5	25	0,5	25,5
15-14	8	0,116	15	0,65	0,42	3,4	0,16	3,56
15-17	11	0,134	20	0,43	0,2	2,3	0,1	2,4
17-16	5	0,008	5	0,4	0,8	4	0,1	4,1
1-17	6	0,142	20	0,45	0,22	1,35	0,11	1,46
1-0	24	0,967	50	0,49	0,09	2,35	0,12	2,47

На основании генерального плана составляем расчетную схему сети.

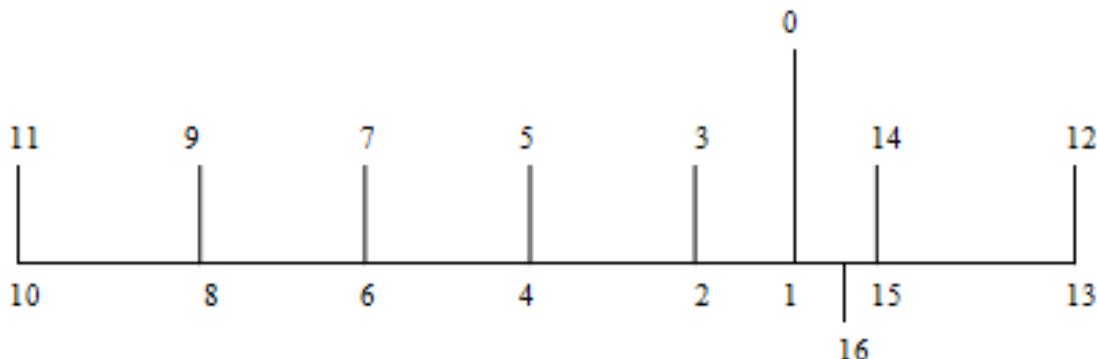


Рисунок 3 – Расчетная схема тупиковой сети водоснабжения

$$\Sigma h = 91,36 \text{ Pa}$$

В разрабатываемой системе водоснабжения применяются водонапорные башни, которые, несмотря на такие недостатки как значительная металлоемкость и сложности в монтаже и эксплуатации, обеспечивают стабильную работу системы при перебоях электроснабжения, проведении ремонтных работ на водоподъемном оборудовании и использовании маломощных источников водоснабжения.

## Водообеспечение птицефермы разрабатываемой установки

принимаем из соотношения:

$$Q_h \geq q_q \quad (29)$$

где:  $Q_h$  – водообеспечение птицефермы в час,  $m^3/ч$ ;

$q_q$  – максимальное водопотребление на птицеферме в час,  $m^3/ч$ .

Принимаем, условие (29) будет соблюдено  $4 \geq 3,492$ .

Выбираем стандартный водяной насос марки ЭЦВ5-4-125.

**Заключение.** Анализ существующих систем поения птицы выявил существенный недостаток, связанный с невозможностью обеспечения качественного технического обслуживания. Конструктивные особенности большинства поилок не позволяют проводить регулярную очистку от пыли, помета и других видов загрязнений. Эти отложения становятся постоянным источником патогенных микроорганизмов, что приводит к распространению инфекционных заболеваний и последующему увеличению падежа птицы.

В качестве решения данной проблемы предлагается минимизирование контакта человека с птицей, увеличение частоты проведения дезинфекционной обработки устройств для поения птицы путем разработки и внедрения в птицеводческие предприятия робот-поильщика.

Согласно санитарным нормам и правилам (СанПиН), качество воды как критически важного фактора здоровья птицы регламентируется следующими показателями: интенсивность постороннего запаха при температуре  $20^{\circ}C$  не более 2 баллов, прозрачность не менее 30 см, цветность до  $20^{\circ}$  по платиново-кобальтовой шкале, мутность не более 1,5 мг/л, а оптимальная жесткость должна находиться в диапазоне 3,0-6,0 мг-экв/л для обеспечения физиологических потребностей птицы.

Проведено теоретическое исследование гидродинамических процессов в питающей магистрали самоходной установки. В ходе работы

получены распределения полного давления по длине регулирующего устройства, а также совместные графики полного и пьезометрического давления. Сравнительный анализ теоретических и экспериментальных данных позволил определить гидравлические характеристики регулирующего устройства при испытаниях с водой в вертикальном и горизонтальном положениях, а также провести проверку ранее установленных теоретических зависимостей

Был произведен расчет среднесуточного расхода воды в каждой точке водозабора, определен максимальный суточный расход воды каждым потребителем, а также рассчитан максимальный часовой расход воды.

### **Список литературы**

1. Класнер, Г. Г. Разработка роботизированной системы обеспечения основных технологических процессов на птицеферме - "Умная ферма" / Г. Г. Класнер, В. С. Пашинский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1(99). – С. 179-185. – EDN IVRNHH.
2. Класнер, Г. Г. Исследование зоотехнических требований предъявляемых к устройствам для поения птицы при напольном содержании / Г. Г. Класнер, Д. В. Володин, А. С. Кунда // Проблемы научной мысли. – 2024. – Т. 4, № 2. – С. 33-35. – EDN UNXAII.
3. Кадыров, С. В. Цифровые технологии в сельском хозяйстве. умное сельское хозяйство / С. В. Кадыров // 100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития : Юбилейный сборник научных трудов: материалы международной научно-практической конференции факультета агрономии, агрохимии и экологии, Воронеж, 24 сентября 2019 года / Под общей редакцией В.А. Федотова. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 29-36. – EDN BHJBBL.
4. Патент № 2768843 С1 Российская Федерация, МПК A01K 39/024. Беспилотная самоходная система для поения при напольном содержании птицы : № 2021116289 : заявл. 02.06.2021 : опубл. 24.03.2022 / Г. Г. Класнер, Д. В. Володин, А. Н. Парамонов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина". – EDN MTHFVI.

### **References**

1. Klasner, G. G. Razrabotka robotizirovannoj sistemy obespechenija osnovnyh tehnologicheskikh processov na pticeferme - "Umnaja ferma" / G. G. Klasner, V. S. Pashinskij // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – № 1(99). – S. 179-185. – EDN IVRNHH.
2. Klasner, G. G. Issledovanie zootehnicheskikh trebovaniy pred#javlaemyh k ustrojstvam dlja poenija pticy pri napol'nom soderzhanii / G. G. Klasner, D. V. Volodin, A. S. Kunda // Problemy nauchnoj mysli. – 2024. – T. 4, № 2. – S. 33-35. – EDN UNXAII.

3. Kadyrov, S. V. Cifrovye tehnologii v sel'skom hozjajstve. umnoe sel'skoe hozjajstvo / S. V. Kadyrov // 100-letie kafedry rastenievodstva, kormoproizvodstva i agrotehnologij: itogi i perspektivy innovacionnogo razvitiya : Jubilejnyj sbornik nauchnyh trudov: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii fakul'teta agronomii, agrohimii i jekologii, Voronezh, 24 sentjabrja 2019 goda / Pod obshhej redakcijej V.A. Fedotova. – Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. Imperatora Petra I, 2019. – S. 29-36. – EDN BHJBBL.

4. Patent № 2768843 C1 Rossijskaja Federacija, MPK A01K 39/024. Bespilotnaja samohodnaja sistema dlja poenija pri napol'nom soderzhanii pticy : № 2021116289 : zjavl. 02.06.2021 : opubl. 24.03.2022 / G. G. Klasner, D. V. Volodin, A. N. Paramonov ; zjavitel' Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina". – EDN MTHFVI.