

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.22:628.1:636.083.3

<https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-5-47-53>**Модернизированная система автопоения на откормочных фермах КРС****Т.Н. Толстоухова¹✉, И.В. Назаров², А.А. Поцелуев³**¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; г. Москва, Россия^{2,3} Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ; г. Зерноград, Россия¹ t.tolstouhova@rgau-msha.ru✉; <https://orcid.org/0000-0003-3095-7316>² niv671@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0482-0842>³ potseluev.a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7762-2284>

Аннотация. На фермах по откорму крупного рогатого скота система водообеспечения и отдельные ее подсистемы выполняются как по тупиковой, так и по кольцевой схемам. Кольцевая подсистема автопоения обеспечивает более равномерный напор и постоянную температуру воды, однако характеризуется большим расходом материала и затратами на монтаж. Тупиковая подсистема автопоения имеет меньшую протяженность, дешевле в монтаже, но не обеспечивает циркуляцию воды. В холодный период при отсутствии циркуляции воды в тупиковых ее точках возможно охлаждение и даже замерзание воды, приводящее к размораживанию трубопровода, что негативно сказывается на состоянии животных и приводит к снижению их продуктивности. Цель исследований – совершенствование конструкции тупиковых систем автопоения, обеспечение требуемого температурного режима и повышение надежности их работы. Модернизированная система водообеспечения с подсистемой автопоения и регулирующей емкостью разработана на основе метода системного анализа научных данных и технико-технологических решений систем водообеспечения животноводческих ферм и подсистем автопоения крупного рогатого скота. Предлагаемая подсистема автопоения, выполненная по типу «Труба в трубе», обеспечивает периодическую циркуляцию воды, поддерживает температуру в заданных пределах и исключает размораживание подсистемы автопоения. Представлена методика гидравлического расчета по обоснованию глубины вакуума в опорожнителе. Согласно расчетам предлагаемое конструктивно-технологическое решение системы водообеспечения животноводческого объекта с подсистемой автопоения КРС, выполненной по типу «Труба в трубе», позволяет снизить ее себестоимость на 15...20%, повысить надежность работы, обеспечить температуру воды в автопоилках в пределах 12...15°C и снизить стоимость ее монтажа и обслуживания на 10%. Результаты исследований помогут в дальнейшем изготовить модернизированную систему автопоения и исследовать параметры ее работы.

Ключевые слова: система водообеспечения; система автопоения на фермах КРС; подсистема автопоения; тупиковая подсистема автопоения; опорожнитель; внутренний трубопровод; распределительный трубопровод; автопоилки

Для цитирования: Толстоухова Т.Н., Назаров И.В., Поцелуев А.А. Модернизированная система автопоения на откормочных фермах КРС // Агроинженерия. 2025. Т. 27, № 5. С. 47-53. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-5-47-53>

ORIGINAL ARTICLE

Automatic watering system on cattle fattening farms**T.N. Tolstoukhova¹✉, I.V. Nazarov², A.A. Potseluev³**¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; Moscow, Russia^{2,3} Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE Don State Agrarian University; Zernograd, Russia¹ t.tolstouhova@rgau-msha.ru✉; <https://orcid.org/0000-0003-3095-7316>² niv671@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0482-0842>³ potseluev.a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7762-2284>

Abstract. Cattle fattening farms utilize both dead-end and ring configurations for water supply systems and their individual subsystems. While ring systems provide uniform pressure and consistent water temperature in automatic watering subsystems, they incur higher material and installation costs. Dead-end systems, conversely, are shorter and less expensive but fail to provide water circulation. This absence of circulation in cold weather can lead to water cooling or even freezing at dead ends, potentially causing pipeline damage and negatively impacting livestock health

and productivity. This research aims to improve the design of dead-end automatic watering systems by ensuring a stable temperature mode and enhancing operational reliability. By systematically analyzing scientific data and existing technical solutions for livestock water supply and automatic watering, the authors developed a modernized water supply system featuring an automatic watering subsystem with a regulating tank. This subsystem, designed as a “pipe-in-a-pipe” configuration, enables periodic water circulation, maintains water temperature within specified limits, and prevents thawing. The article presents a hydraulic calculation method for determining the optimal vacuum depth in a humidifier. The calculations indicate that this “pipe-in-a-pipe” design reduces system cost by 15-20%, improves reliability, maintains water temperature in automatic drinkers within 12-15°C, and lowers installation and maintenance expenses by 10%. These results will facilitate the future production of an upgraded automatic watering system and further study of its operational parameters.

Keywords: water supply system; automatic watering system on cattle farms; automatic watering subsystem; dead-end automatic watering subsystem; desiccant; internal pipeline; distribution pipeline; automatic drinkers

For citation: Tolstoukhova T.N., Nazarov I.V., Potseluev A.A. Automatic watering system on cattle fattening farms. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2025;27(5):47-53 (In Russ.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-5-47-53>

Введение

Качественное обеспечение водой технологических процессов обслуживания животных и отдельных технологических операций с учетом нормативных зоотехнических требований [1] и норм технологического проектирования¹ [2] позволяет повысить качество и количество производимой продукции [3]. Технологическое оборудование влияет на качество и себестоимость производимой продукции² [4].

Система водообеспечения, а также отдельные ее подсистемы и структурные элементы оказывают непосредственное влияние на производственные показатели животноводческого объекта и затраты на производство конечной продукции [2, 5].

На животноводческих объектах по откорму крупного рогатого скота используют систему водообеспечения технологических процессов [3, 6] с забором воды из открытых источников воды или резервированием подземных вод в водонапорных башнях.

Процесс водоснабжения животноводческой фермы из открытых источников включает в себя такую последовательность технологических операций: забор воды, ее очистка от механических примесей, отстаивание, обеззараживание, транспортировка к месту потребления, резервирование и распределение по потребителям.

Обеспечение фермы водой из закрытых источников осуществляется посредством забора подземных вод,

транспортировки к месту потребления, накопления и распределения по потребителям. При этом системы водообеспечения могут иметь емкость резервирования воды с водонагревателем (рис. 1) или не иметь ее.

По способу распределения воды по местам ее разбора животными или для выполнения отдельных технологических операций – таких, как поение животных, обработка их кожного покрова, обработка кормов перед скармливанием, системы водообеспечения и отдельные их подсистемы выполняются как по тупиковой (рис. 2), так и по кольцевой схемам (рис. 3).

Достоинствами тупиковой подсистемы автопоения по сравнению с кольцевыми являются простота конструкции, снижение ее металлоемкости

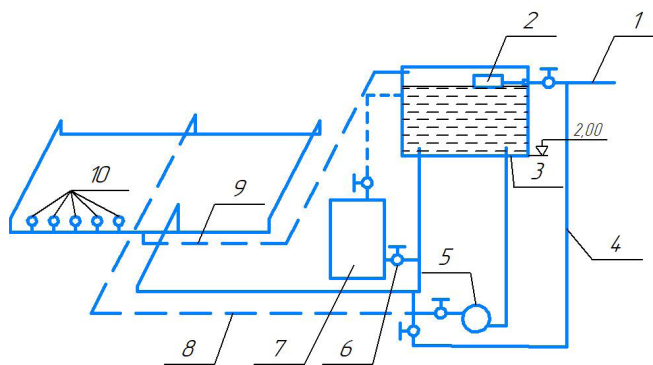


Рис. 1. Схема системы автопоения с накопительной емкостью и подогревом воды:

- 1 – вводной трубопровод;
- 2 – клапанно-поплавковый механизм;
- 3 – накопительная емкость; 4 – обводной трубопровод;
- 5 – центробежный насос; 6 – запорный вентиль;
- 7 – водонагреватель; 8, 9 – циркуляционные водопроводы; 10 – автопоилки

Fig. 1. Diagram of an automatic watering system with a storage tank and water heating:

- 1 – inlet pipeline; 2 – valve-float mechanism;
- 3 – storage tank; 4 – bypass pipeline; 5 – centrifugal pump;
- 6 – shut-off valve; 7 – water heater;
- 8, 9 – circulating water lines; 10 – automatic drinkers

¹ Трухачев В.И., Капустин И.В., Злыднев Н.З., Капустина Е.И. Технологическая модернизация и реконструкция ферм крупного рогатого скота: Монография. Ставрополь: АГРУС Ставропольского государственного аграрного университета, 2017. 336 с.

² Система машин для механизации и автоматизации выполнения процессов при производстве продукции животноводства и птицеводства на период до 2030 года / Н.М. Морозов, П.И. Гриднев, В.И. Сыроватка и др. М.: Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 2021. 180 с.

и, соответственно, капиталовложений. Однако в зимний период тупиковая подсистема автопоения не обеспечивает равномерность температуры воды по всей длине распределительных трубопроводов, что приводит к заболеваниям животных, снижению их продуктивности. При низких температурах в крайних точках распределительного трубопровода может происходить размораживание, что снижает надежность его работы [7]. Несмотря на этот недостаток, тупиковая схема подсистемы автопоения очень распространена.

Кольцевая подсистема автопоения обеспечивает циркуляцию воды, исключая ее замерзание, создает более равномерный напор воды по всей длине магистрали, снижая вероятность гидравлического удара [8-10]. Однако в сравнении с тупиковыми системами водообеспечения кольцевые системы дороже в изготовлении и монтаже.

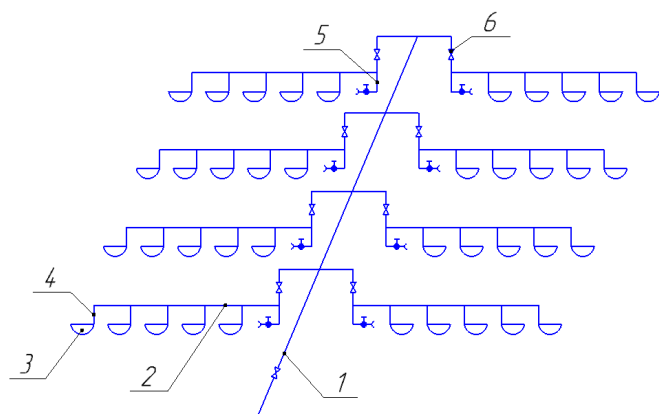


Рис. 2. Схема подсистемы автопоения с тупиковыми распределительными водопроводами:

- 1 – магистральный трубопровод; 2 – распределительный трубопровод; 3 – автопоилка; 4 – отвод; 5 – поливочный кран; 6 – запорный вентиль

Fig. 2. Diagram of the automatic watering subsystem with dead-end distribution water pipes:

- 1 – main pipeline; 2 – distribution pipeline; 3 – automatic drinker; 4 – outlet; 5 – irrigation faucet; 6 – shut-off valve

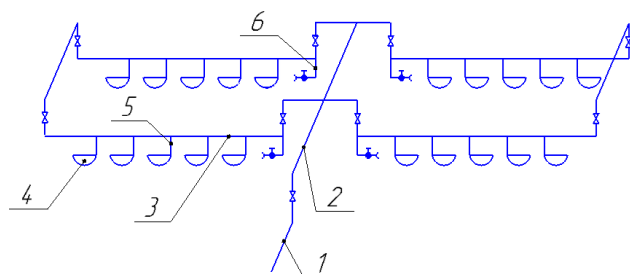


Рис. 3. Схема кольцевой подсистемы автопоения:

- 1 – ввод; 2 – магистральный трубопровод; 3 – распределительный трубопровод; 4 – автопоилка; 5 – отвод; 6 – поливочный кран

Fig. 3. Diagram of the ring subsystem of automatic watering:

- 1 – input; 2 – main pipeline; 3 – distribution pipeline; 4 – automatic watering bowl; 5 – branch; 6 – watering tap

Можем предположить, что тупиковая подсистема автопоения КРС, выполненная по типу «Труба в трубе», позволит обеспечить циркуляцию воды и поддержание равномерности ее температуры по всей длине трубопровода.

Цель исследований: совершенствование конструкции тупиковых подсистем автопоения, обеспечение требуемого температурного режима и повышение надежности их работы.

Материалы и методы

В качестве основы для проведенных исследований применили метод системного анализа научных данных [3, 5-7] и технико-технологических решений систем водообеспечения животноводческих ферм и подсистем автопоения крупного рогатого скота [7]. Уровень потребления воды коровами исследован ранее в работах [6, 8].

В подсистеме автопоения с тупиковыми распределительными водопроводами от главной магистрали отходят отдельные, не связанные между собой распределительные трубопроводы, вода в которых движется в одном направлении (рис. 2). Кольцевая подсистема автопоения состоит из магистрального трубопровода и одного или нескольких замкнутых распределительных колец для обеспечения циркуляции воды (рис. 3).

Усовершенствованная подсистема автопоения КРС на откорме разработана нами на основе анализа достоинств и недостатков существующих подсистем автопоения.

Результаты и их обсуждение

С целью устранения недостатков рассмотренных подсистем автопоения [9] предложили усовершенствованную систему водообеспечения животноводческого объекта с подсистемой автопоения, выполненной по тупиковой схеме с обеспечением циркуляции воды и поддержанием равномерности ее температуры по всей длине трубопроводов (рис. 4). Базовыми элементами предлагаемого технико-технологического решения системы водообеспечения являются водонапорная башня, подающий трубопровод, узел фильтрации воды, линия ввода воды в животноводческое помещение, бак-накопитель, магистральный и распределительные трубопроводы с комплектом автопоилок. Для обеспечения обратной циркуляции воды и возврата ее в бак-накопитель внутри распределительных трубопроводов установлены внутренние трубопроводы с перфорацией на конце. В торцах распределительных трубопроводов устанавливаются термодатчики, управляемые электромагнитным клапаном, смонтированным на входе в опорожнитель. Бак-накопитель воды одновременно может являться составной частью подсистем,

обслуживающих отдельные технологические процессы и операции (рис. 4). При обслуживании нескольких технологических операций бак изготавливается многосекционным.

Предлагаемая конструкция подсистемы автопоения обладает достоинствами как тупиковых, так и кольцевых систем. Она работает следующим образом. Из водонапорной башни 1 вода поступает в узел фильтрации 3 и далее, по подающему трубопроводу 4 через клапанно-поплавковый механизм 6, подается в бак-накопитель 22. Поплавок клапанно-поплавкового механизма через шток заблокирован с мембранным вакуумным насосом, который откачивает воздух из опорожнителя 9. Работа мембранного вакуумного насоса осуществляется в период подъема и опускания поплавкового клапана. Из бака-накопителя вода по магистральному трубопроводу 20 поступает в распределительные трубопроводы подсистемы автопоения, и далее – к автопоилкам. При снижении температуры воды ниже установленных значений (менее 8°C [9]) срабатывают термодатчики 23, установленные в торцах распределительных трубопроводов,

и подают сигнал на электромагнитный клапан 25 опорожнителя, открывающийся за счет созданного в опорожнителе разрежения. Тогда вода через отверстия поступает во внутренний трубопровод 24, и далее – в обратный 11, по которому подается в опорожнитель. Когда вес воды, накопленной в опорожнителе, превышает усилие закрытия его крышки, то она открывается, и вода поступает в бак-накопитель. Таким образом, осуществляется циркуляция воды в подсистеме автопоения и исключается снижение ее температуры ниже заданных параметров.

Если глубины вакуума, создаваемого мембранным насосом, в опорожнителе недостаточно, то опорожнитель подключают к ресиверу системы вакуумирования коровника, в которой вакуум создается либо вакуумным насосом, либо имеющейся в нем системой вентиляции.

С целью обеспечения циркуляции воды в предлагаемой конструкции подсистемы автопоения определим требуемую глубину вакуума, создаваемого в опорожнителе. Расчетная схема рассматриваемой подсистемы автопоения представлена на рисунке 5.

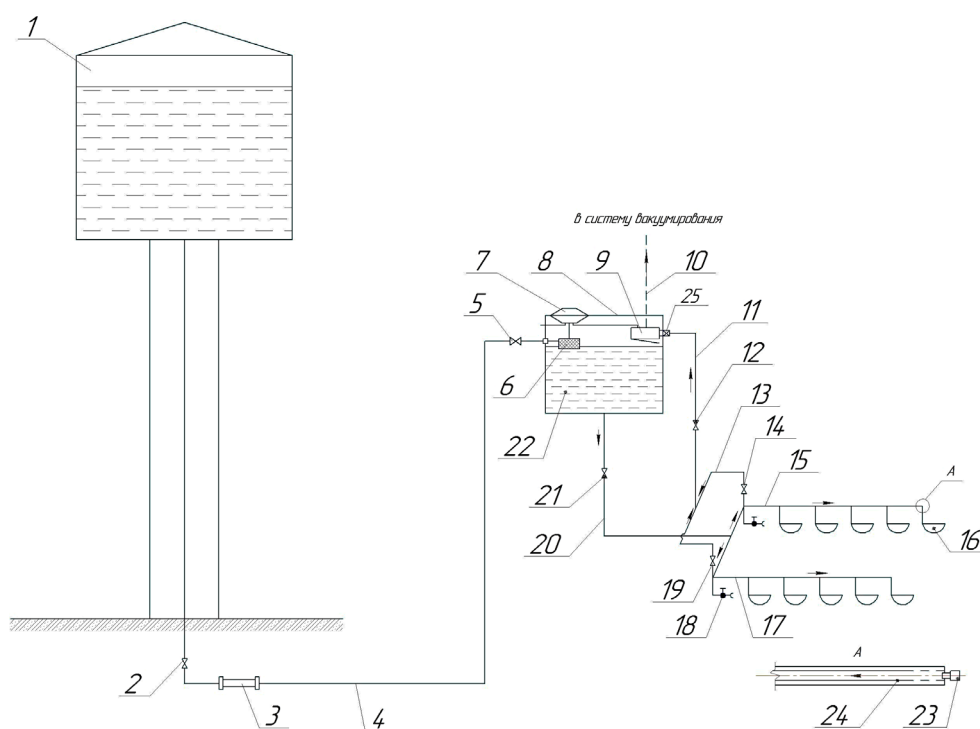


Рис. 4. Усовершенствованная подсистема автопоения КРС на откорме:

- 1 – водонапорная башня; 2, 5, 12, 14, 19, 21 – вентили; 3 – фильтр; 4 – подающий трубопровод;
6 – клапанно-поплавковый механизм; 7 – мембранный вакуумный насос; 8 – крышка бака-накопителя;
9 – опорожнитель; 10 – вакуумпровод; 11, 13 – обратные трубопроводы; 15, 17 – распределительные трубопроводы;
16 – автопоилки; 18 – поливочный кран; 20 – магистральный трубопровод; 22 – бак-накопитель;
23 – термодатчик; 24 – внутренний трубопровод, 25 – электромагнитный клапан

Fig. 4. Diagram of the improved subsystem of automatic watering for fattened cattle:

- 1 – water tower; 2, 5, 12, 14, 19, 21 – valves; 3 – filter; 4 – feed pipeline; 6 – valve-float mechanism;
7 – diaphragm vacuum pump; 8 – storage tank cover; 9 – drainer; 10 – vacuum line; 11, 13 – return pipelines;
15, 17 – distribution pipelines; 16 – automatic drinkers; 18 – watering tap; 20 – main pipeline;
22 – storage tank; 23 – temperature sensor; 24 – internal pipeline, 25 – solenoid valve

Глубина вакуума в опорожнителе ($P_{он}$, Па), необходимая для создания циркуляционного давления в подсистеме автопоения, может быть определена по формуле [11]:

$$P_{оп} = P_{ц} + \sum P_l + \sum P_m, \quad (1)$$

где $P_{ц}$ – циркуляционное давление воды, Па; P_l – потери давления по длине циркуляционных трубопроводов, Па; P_m – потери напора от местных сопротивлений, Па.

Рассмотрим давление воды в подсистеме автопоения справа от сечения 1-1 ($P_{пр}$, Па):

$$P_{пр} = P_a + h_2 \cdot g \cdot \rho_o + h_3 \cdot g \cdot \rho_o = P_a + (h_2 + h_3) \cdot g \cdot \rho_o, \quad (2)$$

где P_a – атмосферное давление, Па; h_2 – высота столба воды между расчетными точками 4 и 6, м; g – ускорение силы тяжести, м/с²; ρ_o – плотность охлажденной воды, °С; h_3 – высота столба воды между расчетными точками 8 и 9, м.

Давление слева от сечения 1-1 ($P_{лев}$, Па) определяется по формуле:

$$P_{лев} = P_a + h_4 \cdot g \cdot \rho_n + h_1 \cdot g \cdot \rho_n = P_a + (h_1 + h_4) \cdot g \cdot \rho_n, \quad (3)$$

где h_1 – высота столба воды между расчетными точками 1 и 2, м; ρ_n – плотность воды в баке-накопителе, °С; h_4 – высота столба воды в баке-накопителе, м.

Разность давлений в подсистеме автопоения, обеспечивающая циркуляционный напор ($P_{ц}$, Па), будет равна

$$P_{ц} = P_{пр} - P_{лев} = P_a + (h_2 + h_3) \cdot g \cdot \rho_o - P_a + (h_1 + h_4) \cdot g \cdot \rho_n, \quad (4)$$

Преобразовав уравнение (4), получим

$$P_{ц} = (h_2 + h_3) \cdot g \cdot \rho_o - (h_1 + h_4) \cdot g \cdot \rho_n = g \cdot (\rho_n - \rho_o) \cdot (h_2 + h_3 - h_1 - h_4). \quad (5)$$

При циркуляции возникают потери напора по длине трубопроводов и от местных сопротивлений [11].

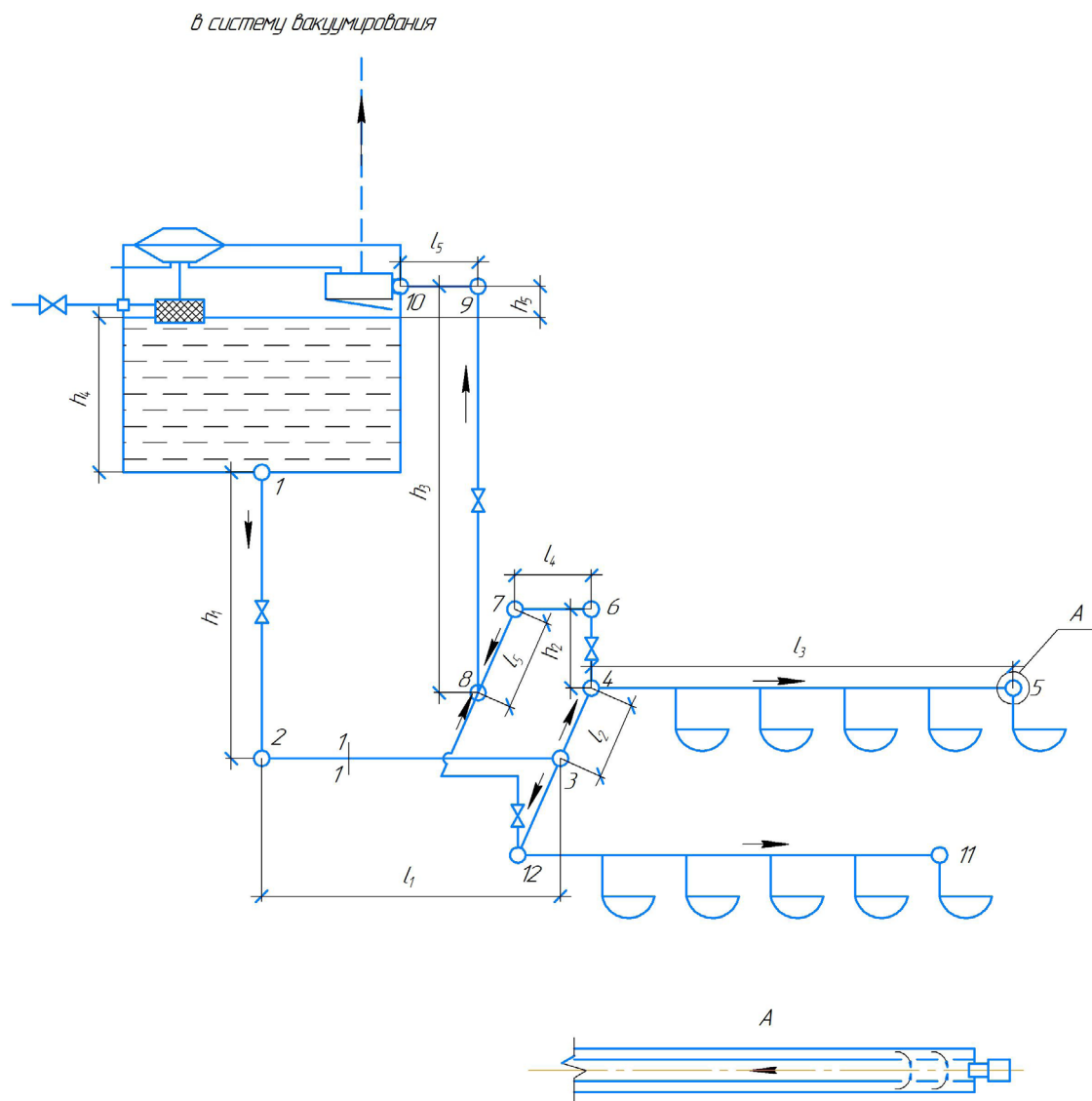


Рис. 5. Расчетная схема усовершенствованной подсистемы поения КРС на откорме

Fig. 5. Design model of the improved watering subsystem for fattened cattle

Потери напора по длине циркуляционных трубопроводов (P_p , Па) определим по формуле:

$$P_l = \lambda_b \cdot \frac{l_b}{d_b} \cdot \frac{\rho_o \cdot v_b^2}{2} + \lambda_n \cdot \frac{l_n}{d_n} \cdot \frac{\rho_n \cdot v_n^2}{2}, \quad (6)$$

где λ_b – коэффициент гидравлического сопротивления внутреннего трубопровода; l_b – длина внутреннего трубопровода, м; d_b – диаметр внутреннего трубопровода, м; v_b – скорость движения воды во внутреннем трубопроводе, м/с; λ_n – коэффициент гидравлического сопротивления наружного трубопровода; l_n – длина наружного трубопровода, м; d_n – диаметр наружного трубопровода, м; v_n – скорость движения воды в наружном трубопроводе, м/с.

Потери напора в местных сопротивлениях (P_m , Па) будут равны

$$P_m = \sum \zeta_b \cdot \frac{\rho_o \cdot v_b^2}{2} + (\sum \zeta_n + \zeta_{\text{п}}) \cdot n_{\text{п}} \cdot \frac{\rho_n \cdot v_n^2}{2}, \quad (7)$$

где ζ_b – коэффициент местных сопротивлений во внутреннем трубопроводе; ζ_n – коэффициент местных сопротивлений в наружном трубопроводе; $\zeta_{\text{п}}$ – коэффициент местных сопротивлений в месте подключения автопоилок; $n_{\text{п}}$ – число установленных в подсистеме автопоения автопоилок, шт.

Преобразовав уравнения 5, 6 и 7, получим уравнение, позволяющее определить необходимую глубину вакуума в опорожнителе:

$$P_{\text{оп}} = h_s \cdot g \cdot (\rho_{\text{п}} - \rho_o) + \lambda_b \cdot \frac{l_b}{d_b} \cdot \frac{\rho_o \cdot v_b^2}{2} + \lambda_n \cdot \frac{l_n}{d_n} \cdot \frac{\rho_n \cdot v_n^2}{2} + \sum \zeta_b \cdot \frac{\rho_o \cdot v_b^2}{2} + (\sum \zeta_n + \zeta_{\text{п}}) \cdot n_{\text{п}} \cdot \frac{\rho_n \cdot v_n^2}{2}. \quad (8)$$

Список источников

1. Макконахи Х., Мортенсен Т. Обеспечение чистой водой улучшает продуктивность молочного скота // Животноводство России. 2021. № 9. С. 42-44. EDN: IJDBRS
2. Vtoryi V., Vtoryi S., Gordeev V. et al. Effect of water temperature in drinkers and their location on water intake by cows. Engineering for Rural Development: 20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD2021-Proceedings. 2021;20:379-385. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF079>
3. Ковалев С.В., Гордеев В.В., Миронова Т.Ю. Анализ водопользования на фермах КРС // АгроЭкоИнженерия. 2023. № 2 (115). С. 108-123. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2023-2115-108-122>
4. Скоркин В.К., Гаджиев А.М., Аксенова В.П. Совершенствование технологий производства молока на молочных фермах с поголовьем 200-400 голов // Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 4 (48). С. 4-9. <https://doi.org/10.51794/27132064-2022-4-4>
5. Вторый В.Ф., Вторый С.В., Ильин Р.М. Оценка влияния основных факторов на водопотребление дойных коров // Агро-ЭкоИнженерия. 2021. № 2 (107). С. 106-115. EDN: YOTKON
6. Гордеев В.В., Гордеева Т.И., Миронова Т.Ю., Ковалев С.В. Алгоритм расчета расхода воды

Полученная зависимость позволяет обосновать глубину вакуума, создаваемого в опорожнителе, обеспечивающую циркуляцию воды в подсистеме автопоения при снижении температуры воды в ней ниже заданных значений.

В дальнейшем планируется изготовить модернизированную подсистему автопоения и исследовать параметры и режимы ее работы.

Выводы

1. Основными недостатками тупиковых систем автопоения являются неравномерность температуры воды по длине трубопровода и возможность их размораживания при низких температурах воздуха, что приводит к заболеваниям животных, снижению их продуктивности, а также к росту затрат на ремонт и восстановление работоспособности системы автопоения при выходе ее из строя.

2. Основным недостатком кольцевых систем автопоения является высокая их металлоемкость по сравнению с тупиковыми системами.

3. Как показывают результаты расчетов, предлагаемое конструктивно-технологическое решение системы водообеспечения животноводческого объекта с подсистемой автопоения КРС, выполненной по типу «Труба в трубе», позволяет снизить ее себестоимость на 15...20%, повысить надежность работы, обеспечить температуру воды в автопоилках в пределах 12...15°C и снизить стоимость ее монтажа и обслуживания на 10%.

References

1. Mcconaughey H., Mortensen T. Provision of clean water improves performance of dairy cattle. *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2021;9:42-44. (In Russ.)
2. Vtoryi V., Vtoryi S., Gordeev V. et al. Effect of water temperature in drinkers and their location on water intake by cows. Engineering for Rural Development: 20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, ERD2021 – Proceedings. 2021;20:379-385. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF079>
3. Kovalev S.V., Gordeev V.V., Mironova T.Ju. Analysis of water use on cattle farms. *AgroEkoInzheneriya*. 2023;2:108-123. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2023-2115-108-122>
4. Skorkin V.K., Gadzhiev A.M., Akseanova V.P. Improvement of milk production's technologies on 200-400 cows dairy farms. *Machinery and Technologies in Livestock*. 2022;4(48):4-9. (In Russ.) <https://doi.org/10.51794/27132064-2022-4-4>
5. Vtoryi V.F., Vtoryi S.V., Ilyn R.M. Assessment of main factors effect on water consumption of milking cows. *AgroEkoInzheneriya*. 2021;2:106-115. (In Russ.)
6. Gordeev V.V., Gordeeva T.I., Mironova T.Y., Kovalev S.V. Algorithm of calculation of water consumption on dairy cattle farm with tied and loose housing at milking in milking parlors. *Agricultural Science*

на молочной ферме КРС с привязным и беспривязным содержанием при доении в доильных залах // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024. Т. 25, № 6. С. 1179-1190. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.6.1179-1190>

7. Нигматов Л.Г., Медведев В.Е., Бибарсов В.Ю. Совершенствование конструкции групповой автоматической поилки для крупного рогатого скота // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 2 (148). С. 144-150. EDN: XWEQNB

8. Vtoryi V., Vtoryi S., Gordeev V. et al. Water consumption for cow watering under loose housing system. Engineering for Rural Development: 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings. 2020;19:518-524. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2020.19.TF118>

9. Поцелуев А.А., Назаров И.В., Толстоухова Т.Н. Система водо- и теплообеспечения процесса автопоения КРС на откорме ресурсосберегающей направленности // Вестник аграрной науки Дона. 2019. № 4 (48). С. 55-62. EDN: FTEZSS

10. Катков А.А., Лукманов Р.Л., Ковалев П.В. Обоснование параметров устройства для поения коров подогретой водой // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 4 (44). С. 26-30. EDN: YTSMFN

11. Поцелуев А.А., Назаров И.В., Толстоухова Т.Н. Циркуляционное давление в ресурсосберегающей системе автопоения животных // Современная техника и технологии. 2017. № 4 (68). С. 49-55. EDN: YNEFDF

Информация об авторах

¹ Толстоухова Татьяна Николаевна, канд. техн. наук, доцент, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; t.tolstouhova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3095-7316>; SPIN-код: 7579-2083

² Назаров Игорь Васильевич, канд. техн. наук, доцент, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде; 347740, Российская Федерация, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21; niv671@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0482-0842>; SPIN-код: 5102-6333

³ Поцелуев Александр Александрович, д-р техн. наук, профессор, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде; 347740, Российская Федерация, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21; potseluev.a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7762-2284>, SPIN-код: 4427-0935

Вклад авторов

Т.Н. Толстоухова – методология, верификация данных, проведение исследований, создание черновика рукописи; И.В. Назаров – методология, верификация данных, проведение исследований, создание окончательной версии (доработка) рукописи и ее редактирование; А.А. Поцелуев – концептуализация, методология, создание черновика рукописи, руководство исследованиями.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и несут ответственность за плагиат.

Статья поступила в редакцию 08.04.2025; поступила после рецензирования и доработки 11.07.2025; принята к публикации 17.07.2025

Euro-North-East. 2024;25(6):1179-1190. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.6.1179-1190>

7. Nigmatov L.G., Medvedev V.E., Bibarsov V.Ju. Improving the design of group automatic cattle drinker. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017;2(148):144-150. (In Russ.)

8. Vtoryi V., Vtoryi S., Gordeev V. et al. Water consumption for cow watering under loose housing system. Engineering for Rural Development: 19th International Scientific Conference Engineering for Rural Development, Proceedings. 2020;19:518-524. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2020.19.TF118>

9. Potseluev A.A., Nazarov I.V., Tolstoukhova T.N. Resource-efficient water and heating system for automatic watering of fattened cattle. *Don Agrarian Science Bulletin*. 2019;4(48):55-62. (In Russ.)

10. Katkov A.A., Lukmanov R.L., Kovalev P.V. Parameter justification of a device for giving heated water to cows. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2018;4(44):26-30. (In Russ.)

11. Potseluyev A.A., Nazarov I.V., Tolstoukhova T.N. Circulating pressure in resource-saving system avtopoeniya animals. *Sovremennaya tekhnika i tekhnologii*. 2017;4(68):49-55. (In Russ.)

Authors Information

Tatiana N. Tolstoukhova¹, CSc (Eng), Associate Professor; Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation, Timiryazevskaya Str., 49; t.tolstouhova@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3095-7316>

Igor V. Nazarov², CSc (Eng), Associate Professor; Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University in Zernograd, Rostov region, Zernograd, Russia; niv671@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0482-0842>

Aleksandr A. Potseluev³, DSc (Eng), Professor; Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University in Zernograd, Rostov region, Zernograd, Russia; potseluev.a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7762-2284>

Author Contribution

T.N. Tolstoukhova – methodology; data verification; investigation; writing – original draft preparation; I.V. Nazarov – methodology; data verification; investigation; writing – manuscript review and editing; A.A. Potseluev – conceptualization; methodology, writing – original draft preparation; research supervision

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article and bear equal responsibility for plagiarism.

Received 08.04.2025; Revised 11.07.2025; Accepted 17.07.2025