

УДК 628.1+628.2

Д.В. Клемешов

D.V. Klemeshov

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University

**СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ, ОТДАЛЕННЫХ
ОТ ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ
WATER SUPPLY AND SEWERAGE OF LIVESTOCK
FARM THAT ARE REMOVED FROM
CENTRALIZED ENGINEERING SYSTEMS**

В настоящее время животноводство является перспективным направлением развития бизнеса ввиду того, что население готово приобретать недорогую, сертифицированную мясную и молочную продукцию, соответствующую нормативным требованиям действующего законодательства.

Установлено, что в большей степени на качество и полезность продуктов животноводства влияет качество воды, которая используется для поения животных, приготовления кормов, санобработки скота и других технологических нужд животноводческих ферм.

Проектирование систем водоснабжения и водоотведения животноводческой фермы ведется в соответствии с нормативными документами и на основе опыта проектирования подобных объектов. В то же время животноводческие комплексы, как правило, размещают на окраинах городов, в сельской местности, что влечет за собой специфические особенности проектирования рассматриваемого объекта. К ним относятся: бурение артезианских скважин и забор воды для нужд водопотребления из подземных источников; установка автоматизированных насосных станций для подъема воды и жидкого осадка заводского производства; устройство раздельной системы пожаротушения, включающей резервуар с запасом воды; мероприятия по резервированию воды на объекте; устройство станции водоподготовки подземной воды до требований, установленных СанПиН 2.1.4.1074-01; устройство сооружений для обезвоживания осадка на территории объекта.

На основе анализа проектной документации и графической части проекта животноводческой фермы, расположенной в сельской местности, где отсутствуют централизованные системы водоснабжения и канализации, выявлены направления развития систем водоснабжения и канализации животноводческого комплекса, специфические особенности и наиболее рациональные проектные решения систем.

Ключевые слова: водоснабжение, водоотведение, животноводческая ферма, схема водоснабжения, схема водоотведения, иловые площадки.

At present, animal husbandry is a promising direction of business development due to the fact that the population is ready to purchase inexpensive, certified meat and dairy products that meet the regulatory requirements of the current legislation.

It is established that to a greater extent the quality and usefulness of animal products is affected by the quality of water, which is used for watering animals, feed preparation, sanitation of livestock and other technological needs of livestock farms.

The design of water supply and sanitation of livestock farms is carried out in accordance with the regulations and on the basis of experience in the design of such facilities. At the same time, livestock

complexes are usually located on the outskirts of cities, in rural areas, which entails specific features of the design of the object in question. For example, drilling artesian wells and water intake for water consumption from underground sources; installation of automated pumping stations for lifting water and liquid sludge factory production; the device of a separate fire extinguishing system, including a reservoir with a water reserve; measures for reserving water at the facility; the device of the underground water treatment plant to the requirements established by SanPiN 2.1.4.1074-01; the device of facilities for sludge dewatering at the facility.

The author of the article revealed the directions of development of water supply and sewerage systems of livestock farm located in rural areas, where there are no centralized water supply and sewerage systems, specific features and the most rational design solutions of systems on the basis of the analysis of project documentation and graphic part of the project.

Keywords: water supply, sewerage, livestock farm, water supply scheme, water disposal scheme, silt grounds.

Животноводство – ключевая отрасль народного хозяйства, удовлетворяющая потребности населения в продуктах питания с высоким содержанием калорий, т.е. обеспечивающая население жизненно важными продуктами питания, а именно мясной и молочной продукцией [1]. Кроме того, именно продукция животноводческого сектора используется для изготовления шерстяных тканей, одежды и обуви, являющихся товарами первой необходимости.

Мясо, яйца, молоко, творог, сметана, сыр и другие мясные и молочные продукты содержат в своем составе микро- и макроэлементы, которые необходимы организму человека.

Согласно опросу, проведенному аналитическим центром Национального агентства финансовых исследований, почти 70 % россиян предпочитают недорогие продукты локального производства в категориях мясо, молоко, йогурты, морепродукты, детское питание, мороженое [2].

По подсчетам экспертов, 23 млн потребителей в России сегодня не могут позволить себе регулярно приобретать экологически чистые или «зеленые» мясные и молочные продукты [1], поэтому в стране за последнее время наблюдается увеличение животноводческих ферм, где кормление животных основано на комбикормах, что значительно сокращает стоимость продукции и в то же время увеличивает объемы производства. Установлено, что если на молочно-товарных комплексах или комплексах по производству мяса реализуются мероприятия, направленные на повышение экономической эффективности, то сокращается статья расходов на комбикорма.

Качество, безопасность и полезность продуктов питания с высоким содержанием калорий, следовательно, продуктивность и здоровье животных и птицы зависят не только от полноценного и сбалансированного кормления, но и от грамотной организации снабжения животных качественной водой, соответствующей требованиям действующего законодательства.

Кроме того, вода на фермах необходима для приготовления кормов.

Также вода используется для подпитки системы отопления, мойки и дезинфекции оборудования, уборки помещений. На животноводческих комплексах

предусматривается расход воды для обслуживания персонала – на хозяйственно-питьевые нужды. Также вода необходима для санитарной обработки животных.

Таким образом, животноводческое производство является крупным потребителем воды, поэтому необходимы мероприятия, направленные на контроль качества воды, потребляемой на фермах и животноводческих комплексах на хозяйственно-питьевые нужды. На таких производствах, как животноводческая ферма, молочно-товарная ферма, молочно-товарные комплексы и комплексы по производству мяса, необходимо осуществлять мониторинг качества питьевой воды, используемой для поения животных, так как качество воды, ее состав и структурное состояние оказывают решающее влияние на развитие и продуктивность животных, следовательно, на качество продуктов животноводства [3].

Кроме того, строительство и эксплуатация крупных ферм приводит к резкому обострению экологической обстановки в районах их расположения. Увеличение объемов жидких навозных стоков и внесение их на поля ухудшает санитарное состояние естественных водоемов и приводит к повышению содержания вредных веществ в воде подземных источников. Поэтому рациональная организация водоснабжения и водоотведения имеет огромное значение для работы всего комплекса, так как обеспечивает эффективное функционирование производственно-зоотехнических и технологических процессов. Кроме того, своевременное и бесперебойное водоснабжение и водоотведение повышают производительность и культуру труда персонала, санитарно-гигиеническое состояние помещений, животных и оборудования и обеспечивают противопожарную безопасность производственных построек.

Целью настоящей статьи является анализ проектной документации и графической части проекта водоснабжения и водоотведения животноводческой фермы, удаленной от централизованных инженерных систем, и выявление специфических особенностей данных систем, на основе которых сделаны совокупные выводы.

В качестве примера рассмотрена система водоснабжения и водоотведения для животноводческой фермы со следующими исходными данными:

- место расположения – Пермский край;
- источник водоснабжения – проектируемая артезианская скважина;
- количество голов крупного рогатого скота – 1200;
- нормативная глубина промерзания грунтов – 1,84 м;
- площадь фермы – 18 га.

Источником водоснабжения фермы, расположенной в сельской местности, являются подземные воды – водоносный горизонт, – которые поднимаются в артезианских скважинах при помощи автоматизированной насосной станции первого подъема (электропогружной насос) третьей категории надежности, поскольку она не подает воду на нужды пожаротушения и предусматривает установку резервуаров чистой воды.

Локация проектируемых артезианских скважин выбрана на основании кадастрового плана животноводческой фермы с учетом возможного получения необходимого дебита из скважин. У источников водоснабжения объекта запроектированы зоны санитарной охраны (ЗСО) 1, 2, 3-й пояса водозабора. Зоны санитарной охраны скважины выбраны с учетом санитарно-защитной зоны (СЗЗ) фермы. На рассматриваемой животноводческой ферме предусмотрены две скважины: рабочая и резервная. Вода от источников водоснабжения подается по одной напорной линии трубопроводов на станцию водоподготовки [4].

В связи с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды необходимо осуществлять производственный экологический контроль качества воды подземных источников, а именно ее соответствия нормативам, указанным в СанПиНе 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения». Комплекс контролируемых нормируемых показателей устанавливается в зависимости от местных природных геолого-гидрогеологических и гидрохимических условий и особенностей антропогенной нагрузки. В его состав входят органолептические, обобщенные, неорганические, органические и микробиологические показатели, предельно допустимые концентрации которых регламентируются приведенным выше СанПиНом (табл. 1). Кроме того, необходимо проводить мониторинг температуры и уровня подземных вод, а в соответствии с «Правилами технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных пунктов» необходимо осуществлять наблюдения за техническим состоянием водозаборных скважин [1, 3].

Таблица 1

Показатели качества питьевой воды по СанПин 2.1.4.1074-01

Нормативный показатель	Единицы измерения	Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более)	Показатель вредности	Класс опасности
Водородный показатель	единицы pH	в пределах 6–9	–	–
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000 (1500)	–	–
Жесткость общая	мг-экв/л	7,0 (10)	–	–
Окисляемость перманганатная	мг/л	5,0	–	–
Нефтепродукты, суммарно	мг/л	0,1	–	–
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные	мг/л	0,5	–	–
Фенольный индекс	мг/л	0,25	–	–
Хлориды (Cl^-)	мг/л	350	орг.	4
Сульфаты (SO_4^{2-})	мг/л	500	орг.	4

Как правило, в глубоких подземных источниках содержится большое количество минеральных солей. При употреблении высокоминерализованной воды у животных и птицы снижается продуктивность и возникают разного рода заболевания. Следовательно, от качества воды зависит не только здоровье и продуктивность животных, но и качество продукции, особенно молока. Поэтому необходима установка водоподготовки, которая позволяет довести качество воды до нормативов, установленных РД-АПК 1.10.01.02-10 «Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота» (табл. 2).

Таблица 2

Показатели качества воды для животных по РД-АПК 1.10.01.02-10

Группы животных	Предельное содержание в воде, мг/л			Предельная жесткость, мг.-экв/л
	сухого остатка	хлоридов	сульфатов	
Взрослые животные	2400	600	800	18
Телята и молодняк	1800	400	600	14
Примечание. По другим показателям вода должна соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01.				

Однако вода на животноводческих комплексах подается еще и на хозяйственно-бытовые нужды обслуживающего персонала, поэтому качество воды должно удовлетворять требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения». Кроме того, при выборе станции водоподготовки необходимо учесть ее эффективность и экономичность, а также оценить качество воды на выходе из установки, т.е. установить, какие концентрации необходимых веществ содержатся в умягченной воде и как они влияют на здоровье животных и, следовательно, полезность продуктов.

Количество сооружений, включенных в состав станции водоподготовки, определяется исходя из качества воды в артезианской скважине. Для рассматриваемого объекта, качество скважинной воды которого не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 по показателю «жесткость общая», принята блочная установка водоподготовки (рис. 1), включающая механический фильтр мешочного типа, фильтр умягчения воды, установку УФ-обеззараживания. Сначала вода подается на два параллельно работающих механических фильтра (один рабочий, один резервный) мешочного типа, где происходит ее очистка от взвешенных частиц до 100 мкм. Далее осветленная вода подается на параллельно работающие фильтры умягчения воды, где в качестве загрузки используется ионообменная смола Puresin PC002. Восстановление ионообменных

свойств воды происходит путем ее регенерации при помощи промывки раствором таблетированной поваренной соли. Отработанный регенерационный раствор отводится в систему канализации [4, 5].

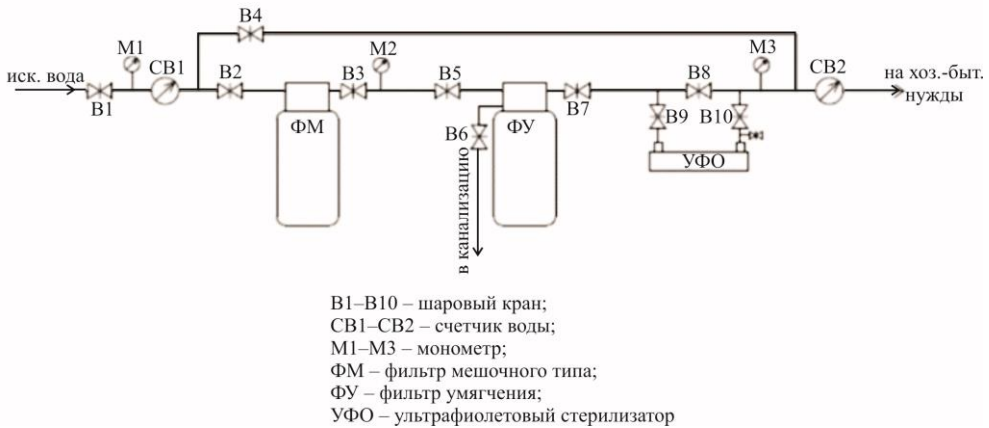


Рис. 1. Принципиальная схема очистки воды на оборудовании станции водоподготовки

Системы хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения фермы предусмотрены отдельными. Наружный хозяйственно-питьевой водопровод запроектирован тупиковым, а противопожарный – кольцевым. Внутриплощадочные и внеплощадочные сети водоснабжения выполнены в одну ветку из напорных полиэтиленовых труб. Вода подается на следующие нужды:

- хозяйственно-питьевые нужды работников фермы;
- поение животных;
- противопожарные нужды;
- технологические нужды (санитарная уборка территории, дезинфекция) [5].

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения имеет вторую категорию надежности, которая обеспечивается мероприятиями по резервированию воды, а именно резервуарами чистой воды в количестве двух штук. Кроме того, резервуары чистой воды обеспечивают регулирование неравномерности водопотребления, хранение аварийного и регулирующего запаса воды. Резервуары чистой воды оборудуются канальным трехступенчатым фотокаталитическим фильтром-поглотителем для очистки и обеззараживания воздуха в них, а также переливным, спускным, подводящим и отводящим трубопроводами [6]. Забор воды из резервуаров чистой воды к потребителю осуществляется при помощи насосов, запроектированных под залив. Для опорожнения резервуаров чистой воды предусматриваются мокрые колодцы.

Объем резервуара чистой воды определяется по формуле

$$W_{\text{бака в.б}} = W_{\text{рег}} + W_{\text{ав}},$$

где $W_{\text{рег}}$ – регулирующий объем воды, определяется по формуле п.9.2 СНиП 2.04.02-84*; $W_{\text{ав}}$ – аварийный объем воды, м³, согласно п.12.3 СП 31.13330.2012.

Поскольку источником водоснабжения животноводческой фермы, расположенной в сельской местности, являются подземные воды – водоносный горизонт, для обеспечения требуемого напора запроектирована модульная водопроводная автоматизированная насосная станция первого подъема заводского производства.

Для учета расхода воды на вводе водопроводов в доильно-молочный блок, санпропускник установлены водомерные узлы.

Наружный противопожарный водопровод относится по степени обеспеченности подачи воды к первой категории надежности водоснабжения и запроектирован кольцевым с установкой на сети колодцев с пожарными гидрантами. Наружное пожаротушение предусматривается от пожарных резервуаров с устройством автоматизированной насосной станции пожаротушения полной заводской готовности [4, 5, 6].

Требуемый напор насосов в станции пожаротушения определяется по формуле

$$H_{\text{тр.п.ож.нас}} = H_{\text{геом}} + h_1 + h_{\text{нс}} + H_{\text{тр.п.ож}},$$

где $H_{\text{геом}}$ – геометрическая разница отметок земли у ввода водопровода В2 в здание и оси насоса в пожарной станции; h_1 – потери напора по длине и местные потери; $h_{\text{нс}}$ – потери в насосной станции принимаются равными 4,0 м; $H_{\text{тр.п.ож}}$ – требуемый напор на нужды внутреннего пожаротушения здания.

Кроме того, определен требуемый расход воды на внутреннее пожаротушение в помещениях животноводческого комплекса, таких как коровник на 600 голов и доильно-молочный блок с галереями, склад комбикормов и минеральных компонентов, санпропускник, навес для сена, навозосборник, автомобильные весы, дезбарьер с подогревом дезраствора, комплекс водоочистки, насосная станция водоснабжения второго подъема.

Пожарные резервуары запроектированы с учетом хранения в них 3-часового запаса воды на тушение пожара. Количество резервуаров принимается не менее двух.

На объекте предусмотрены отдельные системы водоотведения хозяйственно-бытовых, производственных и ливневых сточных вод.

Хозяйственно-бытовые стоки от санпропускника, стоки от реализации технологических мероприятий и производственные сточные воды от доильно-

молочного блока, близкие по своему составу к бытовым, самотеком отводятся в запроектированный накопительный железобетонный резервуар объемом 50 м³ с последующим вывозом жидких бытовых и производственных отходов согласно договору на транспортировку и утилизацию. Вывоз стоков из резервуара осуществляется один раз в трое суток ассенизационной машиной.

Производственные стоки, содержащие жиры, проходят предварительную очистку в жироуловителе (рис. 2), а затем отводятся в сеть хозяйственно-бытовой канализации [7].

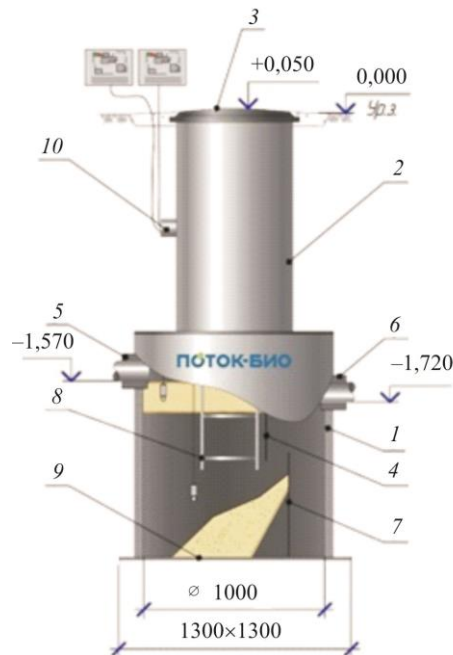


Рис. 2. Жироуловитель для очистки стоков от молочно-доильного блока: 1 – корпус; 2 – технологическая горловина; 3 – люк; 4 – перегородка плавающего слоя; 5 – гильза подводящего трубопровода; 6 – гильза отводящего трубопровода; 7 – перегородка осадка; 8 – стационарная лестница; 9 – пригрузочная юбка; 10 – кабельный ввод

Трубопроводы хозяйственно-бытовой системы водоотведения выполнены из полиэтиленовой гофрированной двухслойной трубы.

Для сбора промывной воды и регенерационных стоков от фильтров системы водоподготовки предусмотрена стеклопластиковая емкость объемом 15 м³. По мере накопления стоки вывозятся с объекта ассенизационной машиной.

Кроме того, на ферме запроектирована напорная система отвода навоза из навозосборника в навозохранилища (иловые карты). В здании навозосборника установлены погружные насосы с измельчающим механизмом для перекачки

жидкой фракции в навозохранилища. Насосная станция по перекачке жидкой фракции из навозосборника относится к 3-й категории надежности, при которой допускается перерыв подачи производственных сточных вод не более суток согласно п. 8.1.1 СП 32.13330.2012. При аварии на напорном трубопроводе навозоудаления предусматривается откачка производственных стоков из приямка навозосборника при помощи ассенизационной машины. Согласно п. 8.2.6 СП 13.13330.2012 для насосных станций 3-й категории допускается устройство одной напорной линии.

Производственная система водоотведения предусматривается из напорных полиэтиленовых труб (рис. 3).

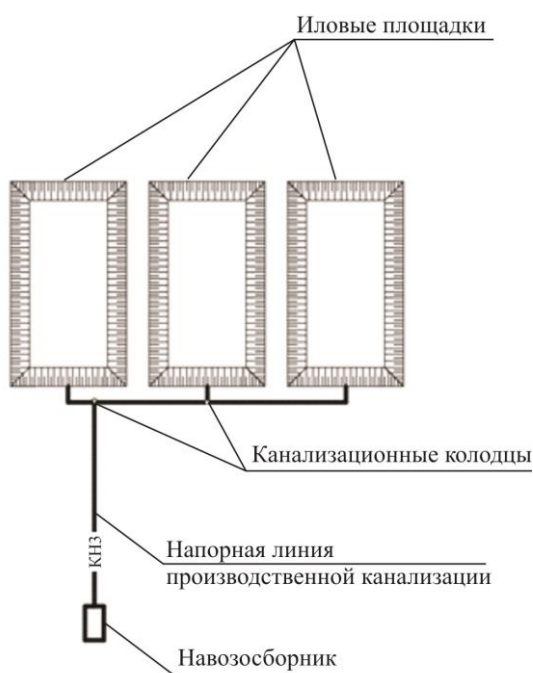


Рис. 3. Принципиальная схема сети производственной канализации

Для животноводческого комплекса, расположенного в сельской местности, иловые площадки являются оптимальным сооружением для обезвоживания осадка в естественных условиях. Выбор иловых карт в качестве сооружения для обезвоживания навоза объясняется дешевизной, простотой инженерного обеспечения и легкостью эксплуатации по сравнению с фильтрами-прессами, вакуум-фильтрами, сушильными установками [7].

Однако иловые площадки в большей степени, чем другие сооружения и системы очистки сточных вод и обработки осадка, зависят от климатических,

природных факторов. Каждая иловая площадка объекта закрыта, огорожена земляным валиком со всех сторон, но с одной стороны может быть устроен въезд для автотранспорта. На площадке организована система подающих труб, через которые периодически равномерно на поверхность карты подается сырой осадок. Он сушится до влажности около 75–80 %. После чего «сухой осадок» погружают на автотранспорт или вагонетку и вывозят на полигоны или на дальнейшую переработку. Иловые площадки для обезвоживания сырого осадка – навоза, запроектированы на территории животноводческой фермы, находящейся вне зоны санитарной охраны и санитарно-защитной зоны источников водоснабжения объекта.

Для отвода ливневых сточных вод с территории фермы запроектирована система самотечной ливневой канализации с отводом стоков в запроектированную накопительную емкость – фильтрующий колодец. Сбор поверхностных дождевых вод осуществляется за счет создания соответствующих продольных и поперечных уклонов по газонам и проездам с дальнейшим сбором стоков в бетонные лотки, а затем через дождеприемный колодец в проектируемую накопительную емкость ливневых сточных вод [7].

Максимальные суточные объемы дождевых вод $W_{д,сут}$ (м³/сут) определяются по формуле

$$W_{д,сут} = 10h_a \cdot \Psi_{mid} \cdot F,$$

где h_a – максимальный слой осадков за дождь, сток от которого подвергается очистке в полном объеме; Ψ_{mid} – средний коэффициент стока для расчетного дождя; F – общая площадь стока.

Максимальный суточный объем талых вод $W_{т,сут}$ (м³) определяется по формуле

$$W_{т,сут} = 10h_c \cdot \alpha \cdot F \cdot \Psi_t \cdot K_y,$$

где 10 – поправочный коэффициент; h_c – слой талых вод за 10 дневных часов, мм; F – площадь стока, га; α – коэффициент, учитывающий неравномерность снеготаяния; Ψ_t – общий коэффициент стока талых вод; K_y – коэффициент, учитывающий уборку снега.

Объем накопительной ёмкости определяется исходя из большего из объемов дождевых либо талых вод.

Утилизация поверхностных сточных вод из фильтрующего колодца предусматривается на поверхность иловых карт согласно РД-АПК 3.10.01.05-09.

Итоговые данные по расходам водоснабжения и водоотведения животноводческой фермы представлены в табл. 3.

Таблица 3

Расходы на водоснабжение и водоотведение животноводческой фермы

Наименование	Расходы общие			Расходы горячей воды			Расходы холодной воды		
	м ³ /сут	м ³ /ч	л/с	м ³ /сут	м ³ /ч	л/с	м ³ /сут	м ³ /ч	л/с
Общее водопотребление В1, в том числе:	147,68	25,80	7,98	7,28	3,38	1,53	140,40	22,53	7,01
1. На хоз.-бытовые нужды в т.ч.:	6,08	3,28	1,63	3,18	1,78	1,08	2,90	1,61	1,10
– прием душа	5,00	2,50	1,00	2,70	1,35	0,70	2,30	1,15	0,70
2. На производственные нужды в т.ч.:	141,60	22,52	6,35	4,10	1,60	0,45	137,50	20,92	5,91
а) поение	90,00	9,38	4,19	–	–	–	90,00	9,38	4,19
б) подмыв вымени	4,80	1,00	0,28	2,40	0,50	0,14	2,40	0,50	0,14
в) промывка доильного оборудования	2,40	1,20	0,33	1,20	0,60	0,17	1,20	0,60	0,17
г) промывка холодильного оборудования	0,80	0,80	0,22	0,50	0,50	0,14	0,30	0,30	0,08
д) заполнение ванн для копыт	1,20	1,20	0,33	–	–	–	1,20	1,20	0,33
е) уборка доильного зала, накопителя	9,70	4,85	0,50	–	–	–	9,70	4,85	0,50
ж) санитарная обработка помещений	32,70	4,09	0,50	–	–	–	32,70	4,09	0,50
Общее водоотведение К, в том числе:									
Хоз.-бытовая канализация К1	6,08	3,28	4,83	–	–	–	–	–	–
Производственная канализация К3 через жируловитель	8,00	3,00	0,83	–	–	–	–	–	–
Производственная канализация К3 (от ванн для копыт)	1,20	1,20	0,33	–	–	–	–	–	–
Производственная канализация КНЗ	42,40	8,94	1,00	–	–	–	–	–	–

Анализ данной таблицы позволяет прийти к выводу, что основной объем потребляемой воды используется в производственных целях, к которым относятся поение животных, уборку доильного зала и накопителя, а также санитарную уборку помещений. Расходы на водоотведение объекта значительно ниже расходов на водоснабжение, что связано с безвозвратными потерями воды на поение крупного рогатого скота.

В настоящее время изучение проектных разработок систем водоснабжения и канализации животноводческих комплексов является весьма актуальным. Систематизация и обобщение проектного опыта позволит специалистам быстро и уверенно принимать рациональные проектные решения в области инженерного обеспечения этих перспективных, необходимых и важных объектов любого региона страны.

На основании анализа проектной документации сделаны следующие выводы:

1. Бесперебойность работы системы хозяйственно-питьевого водоснабжения обеспечивается двумя источниками – артезианскими скважинами (одна рабочая, одна резервная).

2. Раздельная кольцевая система пожаротушения животноводческого комплекса, включающая кроме типовых элементов автоматические установки пожаротушения и баки с противопожарным запасом воды, обеспечивает безопасность скота и обслуживающего персонала фермы.

3. Резервирование оборудования хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения обеспечивает надежность системы водоснабжения объекта в периоды профилактических или ремонтных отключений основной системы водоснабжения.

4. В целях доведения качества воды до требований действующего законодательства на животноводческой ферме организована установка станции водоподготовки.

5. Ввиду наличия нескольких производственных объектов на территории фермы образуется несколько потоков производственных сточных вод, отличающихся друг от друга по составу. Система производственной канализации проектируется в несколько ниток. Производственные стоки от доильно-молочного блока, содержащие в своем составе жиры, перед отведением в накопительную емкость проходят локальную очистку от специфических промышленных примесей в жируловителе. Жидкий осадок из навозосборника отводится под напором на закрытые иловые карты для естественного обезвоживания.

Список литературы

1. Роль воды в повышении продуктивности животных [Электронный ресурс]. – URL: <http://agrarty.ru/zhivotnovodstvo/15-mekhanizatsiya-vodosnabzheniya-i-poeniya/1114-rol-vody-v-povyshenii-produktivnosti-zhivotnykh> (дата обращения: 10.12.2018).

2. Большинство россиян не жалеют денег на биопродукты [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2016/05/11/opros-rossiiane-gotovy-doplachivat-za-naturalnost-produktov.html> (дата обращения: 10.12.2018).

3. Гигиена водоснабжения и поения животных [Электронный ресурс]. – URL: <http://zhivotnovodstvo.net.ru/nezaraznym-boleznyam-veterinarnoj-obrabotke/-185-osnovy-zoogigieny/1735-gigiena-vodosnabzheniya-i-poeniya-zhivotnykh> (дата обращения: 12.12.2018).

4. Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений. Водоснабжение и водоотведение / Ассоциация строительных вузов (АСВ). – Екатеринбург, 2015. – 216 с.

5. Зуев К.И. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2016. – 224 с.

6. Качество воды [Электронный ресурс]. – URL: <http://myzooplanet.ru/sh-jivotnyih-bolezni/kachestvo-vodyi-10927.html> (дата обращения: 15.12.2018).

7. Бартова Л.В. Водоотведение малых населенных мест. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 257 с.

Получено 15.09.2020

Клемешов Даниил Витальевич – студент, строительный факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: klemeshovd@mail.ru.