

В заключение следует сказать, что к настоящему моменту сложились следующие практические методы расчета гидротранспорта:

основанные на опытных данных, которые характеризуются интегральными кривыми, или табличных данных;

на основании сравнения интегральных характеристик воды и гидросмеси;

по эмпирическим формулам, полученным на базе обобщения опытного материала по исследованию гидротранспорта;

основанные на теоретических предположениях о закономерностях движения гидросмесей.

## **Глава 6. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ ГИДРОПНЕВОТРАНСПОРТНЫХ УСТАНОВОК**

### **6.1. ГИДРОПНЕВОТРАНСПОРТ ДЛЯ НАВОЗА НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Гидравлическая уборка навоза из животноводческих помещений имеет несколько вариантов, но в основе ее лежат две системы: прямоточная и обратная.

Для транспортирования навоза в навозохранилище применяются напорные, напорно-всасывающие и безнапорные установки. Напорные установки могут быть насосными и компрессорными, а напорно-всасывающие установки чаще всего представлены вакуумно-компрессорными. Безнапорные установки применяются в том случае, если уклон местности позволяет достичь необходимой разности геодезических отметок.

На поля фильтрации навоз из навозохранилищ транспортируется напорными гидротранспортными установками.

Из помещений навоз убирают напорными и безнапорными гидравлическими системами. К безнапорным системам относят: смывные, отстойно-лотковые (шлюзовые), комбинированные и самотечные.

Гидросмыв может осуществляться прямым и рециркуляционным способами. При прямом смыве навоз удаляют струей воды, создаваемой давлением от сети или подкачивающим насосом. Этот способ требует большого количества воды, поэтому он применяется только в хозяйствах, имеющих достаточное количество воды, а рециркуляционный способ в нашей стране не применяется.

Отстойно-лотковая система периодического удаления навоза состоит из продольных и поперечных каналов, закрытых по всей длине решетками. Поперечный канал имеет уклон в сторону навозоприемника и перекрывается перед входом в навозопри-

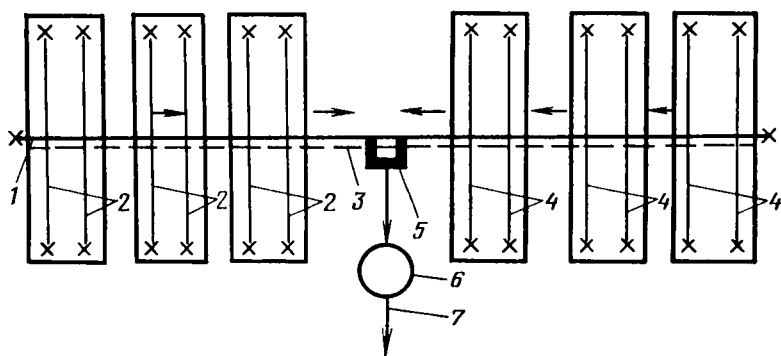


Рис. 6.2. Схема самотечной системы удаления навоза:

1 — магистральный трубопровод; 2 — каналы форсунок для смыва; 3 — поперечный канал; 4 — продольные каналы; 5 — главный коллектор; 6 — насосная станция; 7 — напорный трубопровод

емник шиберной задвижкой, которая открывается несколько раз в месяц для сбрасывания навоза и некоторого количества воды, добавляемой в канал.

Продольные каналы промываются в период выпуска навоза (раз в 10 ... 15 дней) с помощью смывных бачков вместимостью до 0,5 м<sup>3</sup> и труб.

Навоз, втоптываемый животными в щели полов, попадает в продольные каналы, заполненные заранее водой. После заполнения продольного канала навозом задвижку открывают, и жидкий навоз по всему сечению поперечного канала стекает в навозоприемник. После закрытия задвижки цикл повторяется.

К недостаткам такой системы следует отнести: образование труднорастворимого осадка, при длительной эксплуатации отстойно-лотковой системы в продольных каналах резкое увеличение загазованности помещения. Эти системы в основном применяются на свинофермах в некоторых хозяйствах страны.

Самотечная (самосплавная) система (см. рис. 6.2) проектируется в виде отдельных продольных каналов, перекрытых щелевыми полами, и поперечного канала, проходящего через ряд животноводческих зданий. Жидкий навоз из поперечных каналов поступает в приемный резервуар, заблокированный с насосной станцией.

Самосплавная система основана на принципе самопродвижения структурной гидросмеси. Жидкий навоз по каналу с горизонтальным дном начинает постепенно течь в сторону, где нет стены. Через некоторое время свободная поверхность навоза образует с горизонтальным дном угол от 2 до 3°, который зависит прежде всего от структурных свойств жидкого навоза: на-

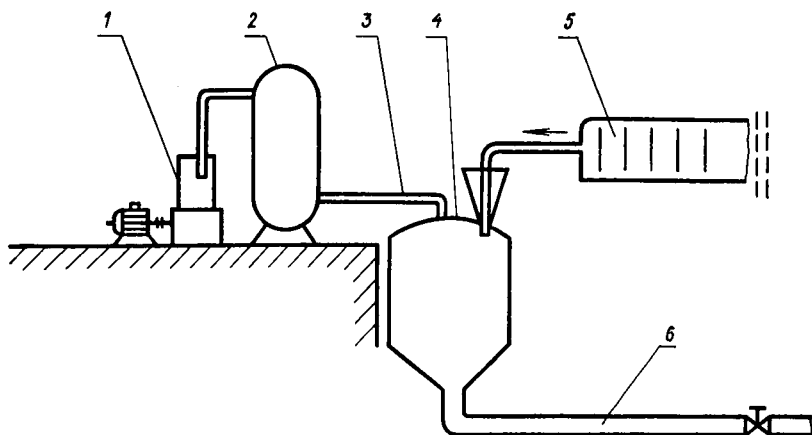


Рис. 6.3. Схема компрессорной установки для удаления навоза:

1 — компрессор; 2 — ресивер; 3 — воздухопровод; 4 — продувочный котел; 5 — скребковый транспортер; 6 — напорный трубопровод

чального напряжения сдвига и структурной вязкости, а также влажности и органических составляющих. Подпор, создаваемый разностью толщины слоя, — это та сила, которая перемещает навоз по каналу непрерывно со скоростью 1 ... 2 м/ч. В начале эксплуатации системы каналы заполняют водой до уровня порошка, устанавливаемого в конце канала. После завершения цикла производства самосплавные каналы очищают с помощью смывных трубопроводов, оборудованных насадками, технической водой или обеззараженной жидкой фракцией навоза.

Транспортирование навоза от животноводческих зданий к местам обработки и использования осуществляют по каналам или трубопроводам с помощью насосов. Самотечный способ — самый экономичный, но его строительство связано с рельефом местности.

При напорном способе жидкий навоз транспортируется фекальными насосами 5Ф-6,5, 5Ф-12, КФВ-6 и др. От навозоприемника насосной станции до навозохранилища прокладывают стационарный или сборно-разборный трубопровод, диаметр труб которого зависит от физико-механических свойств жидкого навоза, режима транспортирования и принимается от 150 мм и более.

Пневматические установки используются для подачи навоза в навозохранилища при уборке его в животноводческих помещениях скребковыми транспортерами (см. рис. 6.3). Навоз из фермы удаляется следующим образом. Транспортером навоз через приемную воронку попадает в продувочный канал. Если

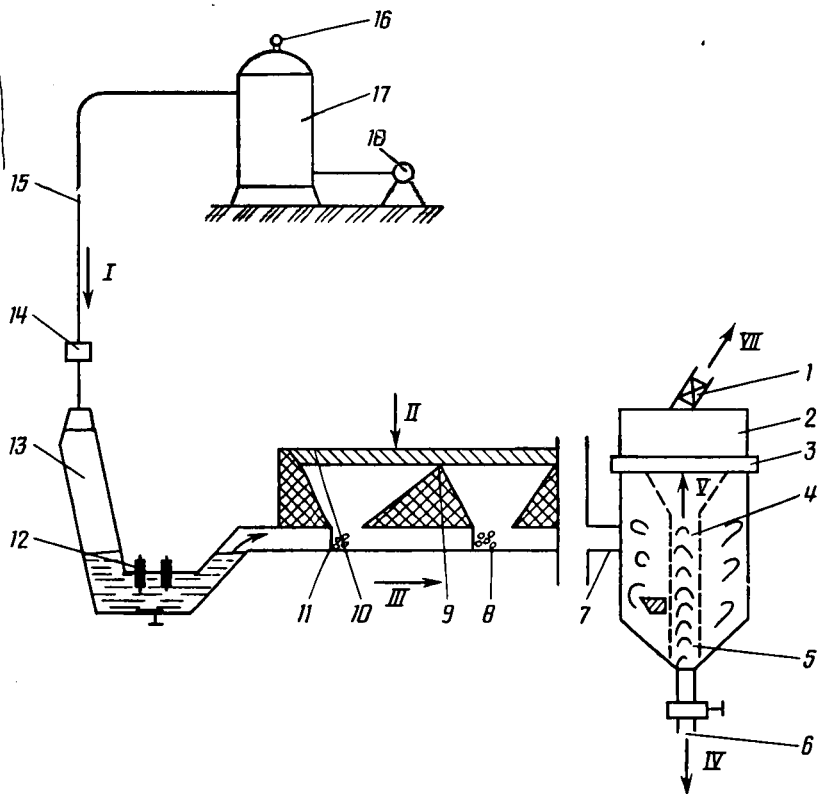


Рис. 6.4. Схема автоматизированной поточной пневмогидравлической установки удаления и переработки жидкого навоза (конструкции П. А. Фурсина):

1 — задвижка; 2 — гидроциклон; 3 — фланец; 4 — диффузор; 5 — патрубок твердой фракции; 6 — задвижка; 7 — внешний навозопровод; 8 — внутренний навозопровод; 9 — приемник; 10 — решетчатый пол; 11 — флажковый клапан; 12 — датчик уровня; 13 — накопитель; 14 — воздушный клапан; 15 — воздухопровод; 16 — манометр; 17 — резервуар; 18 — компрессор.

навозная масса густая, то добавляют воду. Когда резервуар заполнится, открывают воздушный вентиль, и воздухом при давлении в ресивере 0,3 ... 0,6 МПа навоз по трубопроводу вытесняется в навозохранилище.

Пневматические установки используют также и внутри животноводческих помещений.

Большой интерес для практики представляет пневмогидравлическая система сквозного удаления жидкого навоза конструкции П. А. Фурсина (Кубанский сельскохозяйственный институт). На этой установке последовательно осуществляются две основные операции: транспортирование жидкого навоза от жи-

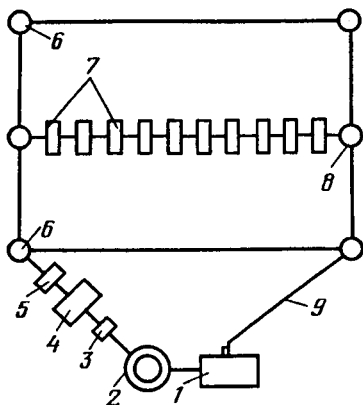


Рис. 6.5. Схема рециркуляционного смыва навоза:

1 — насосная станция; 2 — навозосборник; 3 — резервуар осветленной жидкости; 4 — колодец с гидравлическим затвором; 5 — колодец-улавливатель; 6 — сборные магистральные колодцы; 7 — смывные навозные каналы; 8 — распределительные колодцы; 9 — напорный трубопровод.

вотноводческого помещения до навозохранилища и разделение его на твердую и жидкую фракции за счет энергии воздуха, сжатого компрессором при транспортировании. Установка (см. рис. 6.4) работает следующим образом. Навоз через щелевые полы 10 и приемник 9 поступает в накопительные камеры. При открытии клапана 11 он поступает в навозопровод 8 и накопитель 13. Когда последний заполнится, из ресивера 17 через воздушный клапан 14 подают сжатый компрессором 18 воздух, который перемещает навоз в виде жидкой пробки в навозопроводы 8 и 7. При своем движении жидкая пробка закрывает клапан 11 приемника 9. Она транспортируется в гидроциклон 2, куда порция навоза входит через патрубок по касательной, получая интенсивное вращение, в результате чего более плотные и тяжелые частицы фракции центробежной силой прижимаются к стенке корпуса. Далее они по спиралевидной траектории опускаются вниз и удаляются из циклона через патрубок 5 твердой фракции.

Жидкая фракция, имеющая в себе мелкие частицы взвеси, оттесняется в центральную часть циклона, а затем выводится из него через диффузор 4 и удаляется через выходной патрубок с задвижкой 1.

Рециркуляционная система навозоудаления состоит из заглубленного самотечного трубопровода диаметром 0,3 ... 0,4 м, проложенного с уклоном 0,006 ... 0,01 и оборудованного сбросными колодцами, напорного трубопровода и насосной станции с приемным навозосборником (см. рис. 6.5).

Навоз из станков через колодцы сбрасывают на поток навозной жижи, создаваемый в самотечном трубопроводе насосом через напорный трубопровод. Такие системы требуют больших затрат ручного труда и опасны распространением инфекций с загрязненной водой при многократном использовании ее в системе, поэтому их применение ограничено.

## **6.2. ГИДРОПНЕМОТРАНСПОРТ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И РАЗДАЧИ ЖИДКИХ И СЫПУЧИХ КОРМОВ**

Гидропневмотранспорт кормов и их смесей находит широкое применение на животноводческих предприятиях. Для транспортирования кормов применяют насосные, компрессорные и насосно-компрессорные установки с разветвленными или кольцевыми кормопроводами.

Пневмотранспорт сравнительно молод, первые установки начали применять в конце XIX — начале XX века для транспортирования сыпучих материалов — выгрузки зерна из судов.

В нашей стране пневматический транспорт нашел применение на предприятиях пищевой промышленности, крупяных и комбикормовых заводах, зерноперерабатывающих предприятиях.

На комбикормовых заводах и зерноскладах пневмотранспорт служит для выгрузки и погрузки машин, вагонов, наполнения бункеров и выполнения межоперационных перемещений. Испытывается пневмотранспорт для картофеля. Особо хорошо зарекомендовали себя пневмотранспортеры, перемещающие полосу, солому, силос, сено, сенаж.

Гидротранспортные установки применяются на свиноводческих, овцеводческих, птицеводческих фермах и на фермах крупного рогатого скота.

В зависимости от типа кормления применяют различные схемы гидропневмотранспортных установок.

Насосные гидротранспортные установки для кормосмесей состоят из смесителей для приготовления кормосмесей, насосного оборудования, магистрального трубопровода и корморазборочной арматуры. В этих установках используются центробежные, фекальные, песковые, поршневые, винтовые и другие насосы. Выбор насоса обусловлен величиной развиваемого напора.

На рисунке 6.6 представлена схема гидротранспортной установки для кормления свиней промышленного комплекса «Калитянский» Киевской области. В комплекс гидротранспортной установки входит следующее оборудование: смесительные бункера вместимостью 4,5 м<sup>3</sup> со шнековыми мешалками, центробежными насосами с давлением 0,42 МПа и подачей 22,5 м<sup>3</sup>/ч, электропневмоклапанами с дистанционным управлением; быстродействующие задвижки и тележки с электроприводом. Кормосмесь готовится следующим образом. Сухой корм из бункера-накопителя подается в центральную часть смесителя с помощью шнекового транспортера. Туда же через два кольцевых коллектора поступает вода, температура которой поддер-

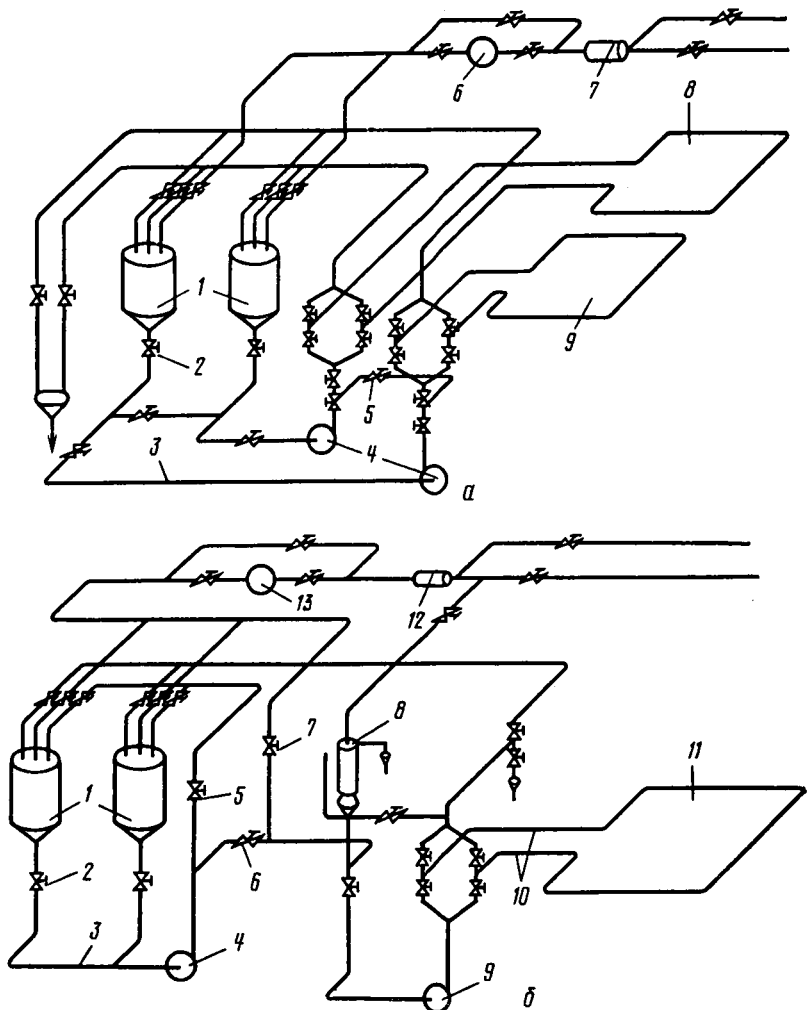


Рис. 6.6. Схема гидротранспортирования кормов в помещениях:

а — для свиноматок первого периода супоросности: 1 — смешительный бункер; 2 — электропневмоклапан; 3 — трубопроводы; 4 — центробежный насос; 5 — задвижки; 6 — счетчик; 7 — смеситель воды; 8 и 9 — кольцевые трубопроводы;  
 б — для свиноматок второго периода супоросности: 1 — смешительный бункер; 2 — электропневмоклапан; 3 — трубопроводы; 4 — центробежный насос; 5, 6 и 7 — клапаны; 8 — бункер-дозатор; 9 — центробежный насос; 10 — трубопроводы большого кольца; 11 — кольцевой трубопровод; 12 — смеситель воды; 13 — счетчик воды

живается с помощью регулятора смеси в пределах 35 ... 40°C. Смешивание комбикорма с водой в пропорции 1:3 осуществляется одновинтовой мешалкой, вращающейся с частотой 12 с<sup>-1</sup> от электродвигателя мощностью  $N=5,5$  кВт.

Из смесительного бункера через фильтр грубой очистки и пневмоклапан кормосмесь поступает во входной патрубок двухлопастного центробежного насоса, а затем под давлением направляется в один из кольцевых кормопроводов диаметром 50 мм, расположенных внутри животноводческих помещений. Операторы по шкале с помощью задвижек дозируют корм в кормушку каждого животного.

Постоянное движение кормосмеси по трубам обеспечивается за счет ее циркуляции (смеситель, насос, кольцевой кормопровод, смеситель). Пневмоклапаны в случае выхода из строя одного насоса обеспечивают раздачу кормосмеси в нужном направлении и в необходимую кольцевую линию.

После раздачи кормосмеси трубопроводы промывают водой, вытесняя остатки корма в смеситель для последующего кормления. Кормопровод заполняется водой до очередного кормления.

В схеме (рис. 6.6) имеется два кольца движения кормосмеси: малое — циркуляция корма из смесителя в насос и снова в смеситель; большое — бункер-дозатор, насос, линия распределения корма и бункер-дозатор. Соединяются они между собой электропневмоклапаном.

Перед пуском гидротранспортной установки открывают электропневмоклапаны и кормосмесь поступает к центробежному насосу, который подает ее в малое кольцо. Когда открывается клапан, кормосмесь направляется к насосу, который заполняется кормом кольцо обслуживания. При этом вода из труб вытесняется в канализацию. После этого кормосмесь заполняет бункер-дозатор до верхнего уровня и клапан автоматически закрывается.

Кормораздаточная тележка, управляемая с пульта, перемещается по монорельсу, расположенному параллельно кормопроводу над центральным проходом. По мере движения тележка автоматически открывает и закрывает задвижки выдачи корма в кормушки. Когда быстродействующая задвижка открыта, кормосмесь поступает в кормушку, при этом уровень в бункере уменьшается. Когда задвижка закрывается, автоматически открывается пневмоклапан, соединяющий большое и малое кольца, и кормосмесь поступает в бункер-дозатор. Затем цикл повторяется. Подача, дозирование и распределение кормосмеси осуществляются автоматически. Когда тележка доходит до конца свинарника, оператор с помощью системы электропневмоклапанов переключает подачу корма в кольцо распределения в об-



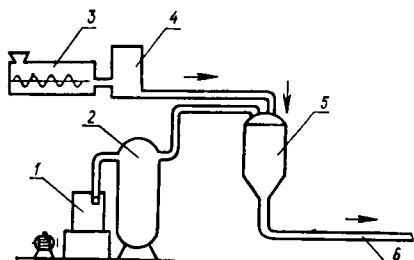


Рис. 6.7. Схема компрессорной установки для раздачи кормосмесей:

1 — компрессор; 2 — ресивер; 3 — кормосмеситель; 4 — отстойник; 5 — продувочный котел; 6 — напорный трубопровод

ратном направлении, обеспечивая тем самым напор и скорость движения кормосмеси. В этой системе длина кормопроводов достигает 7000 м.

В пневмотранспортных установках (см. рис. 6.7) для создания напора в системе используется сжатый воздух.

Принцип работы таких установок заключается в следующем: приготовленный в смесителе корм через отстойник поступает в полость продувочного котла. После заполнения продувочный котел герметически закрывается, и через воздуходувный патрубок в него подается воздух под давлением от 0,5 до 0,6 МПа, что обеспечивает выдавливание корма в кормопровод и перемещение его по трубам.

Насосно-пневматические установки более надежны в работе. Насосный способ транспортирования по конструкции менее сложен, производительнее, дешевле, но он не обеспечивает надежной работы при подаче кормов влажностью менее 70%.

В комплексах по выращиванию молодняка молочного периода используют молоко, заменители цельного молока (ЗЦМ) и обрат. В связи с этим назрел вопрос об использовании эффективных средств механизации выпойки. Гидротранспорт ЗЦМ находит применение при выпаивании телят, поросят и ягнят. Для этих целей используют стационарные и мобильные гидротранспортные установки.

Херсонским ОКП разработана установка по выпаиванию 100 голов телят молочного возраста (от 10 дней до 3 месяцев) (см. рис. 6.8).

Заменитель цельного молока для выпаивания телят готовят в кормоцехе с помощью агрегатов АЗМ-0,8.

Из агрегата через кран 3 на распределителе молочную смесь насосом НЦГ-13 закачивают в один из кольцевых магистральных трубопроводов. Магистральные трубопроводы собраны из стеклянных труб диаметром 60 мм. Баки-дозаторы 7 заполняются последовательно по ходу движения ЗЦМ из магистрального трубопровода в соответствии с возрастными нормами (в расчете на 20 телят).

Промывка и дезинфекция молокопроводов раствором температурой 70 ... 75°C, приготовленным в смесителе АЗМ-0,8, проводятся аналогично кормлению. После промывки кормушки опрокидываются и раствор выливается в навозный канал.

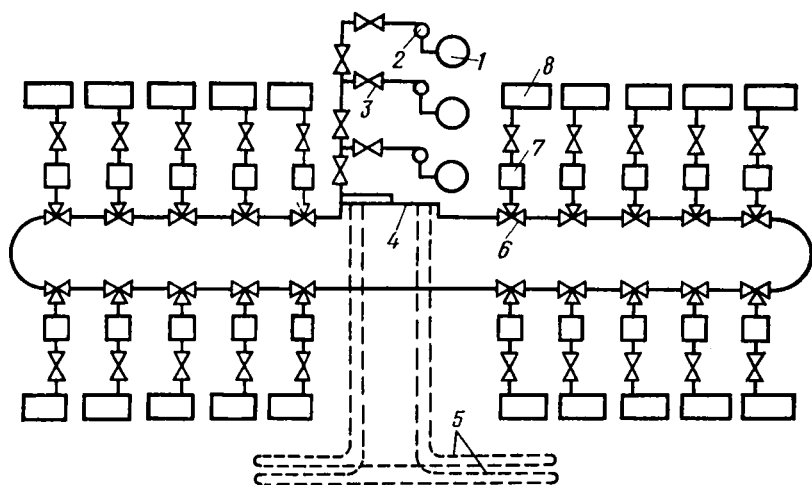


Рис. 6.8. Схема гидротранспортной установки для выпаживания молодняка в совхозе «Космос»:

1 — агрегат АЗМ-0,8; 2 — центробежный насос; 3 — трехходовой кран; 4 — распределительный коллектор; 5 — кольцевой молокопровод (два кольца показаны условно); 6 — пробковый кран; 7 — бак-дозатор; 8 — кормушки

Транспортирование молока по трубопроводам подразделяется на внутрифермское, технологическое и внефермское. Молокопроводы для транспортировки молока с ферм колхозов (совхозов) на предприятия переработки найдут широкое применение в районах, где производят много молока.

Гидротранспортные установки молока бывают вакуумированные и напорные.

Вакуумированный гидротранспорт служит для сбора молока от доильных аппаратов и транспортировки его через вакуумный охладитель в резервуары в основном на фермах.

Компрессорно-напорный гидротранспорт (см. рис. 6.9) работает следующим образом. Из ванны 12 молоко насосом подается в молокопровод. Затем через специальное загрузочное устройство 8 вставляют закладную деталь. От компрессорной установки 3 через пробковый кран 5 сжатый воздух, воздействуя на закладную деталь, вытесняет молоко из трубопровода в молокоприемную ванну 1 на молочном заводе. Направление движения моюще-дезинфицирующих растворов в трубах обратно движению молока. Молокопровод состоит из полиэтиленовых труб с внутренним диаметром 32,8 мм, а для подачи сжатого воздуха используют параллельно проложенный трубопровод диаметром 21,4 мм.

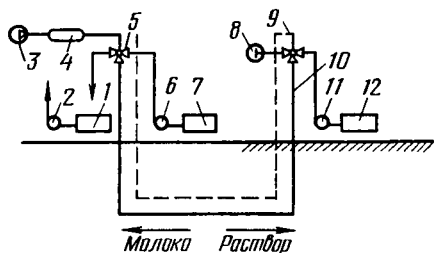


Рис. 6.9. Схема подземного молокопровода:

1 — молочная ванна на молочном заводе; 2, 11 — насосы; 3 — компрессор; 4 — ресивер; 5 — трехходовой кран; 6 — насос для подачи моющего раствора; 7 — бак для моющего раствора; 8 — узел для ввода закладной детали; 9 — трубопровод сжатого воздуха; 10 — молокопровод; 12 — молокоприемная ванна на ферме

Напорные самотечные молокопроводы применяются на высокогорных пастбищах для транспортирования молока до молочных заводов. Они изготавливаются из полиэтиленовых труб диаметром 15 ... 20 мм, уложенных в деревянный короб на глубине 0,50 ... 0,70 м.

### 6.3. ГИДРОПНЕВОТРАНСПОРТНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ДРУГИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Гидропневмотранспорт сельскохозяйственных материалов значительно улучшает санитарные условия перемещения сухих и сыпучих материалов.

Опыт эксплуатации в пищевой промышленности аэрожелобов для перемещения зерна и муки начал использоваться для оборудования колхозных и совхозных зерноскладов, кормоцехов.

Канал аэрожелоба шириной 200 мм выполняется из бетона. Воздушный канал закрыт чешуйчатой решеткой, его высота у патрубка 400 мм, а у входа в галерею — 100 мм. Установленный на тележке вентилятор через брезентовую вставку и двухрукавный патрубок подает воздух в канал. Патрубок имеет клапан, позволяющий регулировать подачу воздуха в аэрожелоб.

Пневматический транспорт применяется для загрузки башенных хранилищ высотой до 24 м. Выпускаемый серийно ТЗБ-30 (транспортёр-загрузчик сенажных башен, передвижной) состоит из транспортера-питателя, вентилятора-швырляки и электропривода. Рабочий орган транспортера-питателя — две втулочно-роликовые цепи, соединенные скребками. Его предел осуществляется через цепную передачу от электродвигателя (мотор-редуктор). Вентилятор-швырляка приводится в действие от электродвигателя через карданную передачу и служит для подачи сенажной массы в башенный трубопровод.

Более универсален предназначенный для загрузки измельченного сена и соломы на чердаки скотных дворов и сараев для хранения транспортер пневматический электронный передвижной ТПЭ-10-4. Основные узлы транспортера: рама с ходо-

вой частью, вентилятор, конфузор, загрузочный бункер, промежуточная камера, трубопровод и электропривод.

При загрузке вручную сена или соломы в бункер под действием разрежения, создаваемого эжектируемым воздушным потоком, кормовая масса скользит вверх по наклонному дну бункера и попадает в промежуточную камеру. Из камеры воздушным потоком, создаваемым вентилятором, направляется по трубопроводу к месту хранения.

Пневмотранспортные установки широко применяются для подачи комбикормов в различных хозяйствах страны. На птицефабриках находит применение аэрозольный пневматический транспорт.

Пневмотранспортная установка для выгрузки травяной муки работает так. Мука из секции хранилища по гибкому шлангу всасывается вентилятором и направляется по трубопроводу в два последовательно соединенных циклона. В циклонах отделяется от воздуха и через шлюзовые затворы подается в бункер. Из бункера мука подается в линию дальнейшей переработки или в мобильный транспорт.

Особенно эффективно применение пневмотранспортеров на многоэтажных свинарниках. Пневматические транспортеры высокой концентрации экономически целесообразны при длине транспортирования сыпучих материалов до 200 м.

## **Глава 7. КОНТЕЙНЕРНЫЙ ГИДРОПНЕВМОТРАНСПОРТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Перемещение грузов, заключенных в оболочки, называемые контейнерами или капсулами, может осуществляться по трубам гидравлическим или пневматическим способом.

Накоплен большой опыт по использованию контейнерного транспорта в промышленности для транспортировки бытового мусора, стройматериалов и деталей. Проводятся исследования контейнерного гидротранспорта для транспортирования сельскохозяйственных грузов.

За рубежом наибольшее развитие получил капсульный гидротранспорт в Канаде и Японии. Это перемещение зерна и полезных ископаемых, нефти, удаление радиоактивных отходов в капсулах от АЭС (Франция). Во многих странах начаты исследования по созданию междугороднего пассажирского транспорта в капсулах.

Система контейнерного пневмотранспорта представляет собой транспортные трубы, в которых в потоке воздуха, создаваемом