

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



С.Ф. Демидов, Е.В. Москвичева

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНТАЖА,
ДИАГНОСТИКИ, РЕМОНТА И БЕЗОПАСНОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ
МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург

2014

УДК 6.58.58:637.5(075)

Демидов С.Ф., Москвичева Е.В. Теоретические основы монтажа, диагностики, ремонта и безопасной эксплуатации оборудования молочной промышленности: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 41 с.

Приведены теоретические основы монтажа, диагностики, ремонта и безопасной эксплуатации гомогенизатора, сепаратора, маслоизготовителя периодического действия, ременных, цепных и зубчатых передач, трубопроводов пара и горячей воды, тесты промежуточного и итогового контроля знаний студентов.

Методические указания и тесты предназначены для самостоятельной работы студентов направления бакалавриата 151000.62 очной и заочной форм обучения и специальности 260601 заочной формы обучения.

Рецензент: доктор техн. наук, проф. А.Г. Новоселов

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Института холода и биотехнологий**



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2014

© Демидов С.Ф., Москвичева Е.В., 2014

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНТАЖА, ДИАГНОСТИКИ, РЕМОНТА И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОМОГЕНИЗАТОРА ДЛЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

1.1. Монтаж гомогенизаторов для молока и жидких молочных продуктов

К обслуживанию, монтажу, ремонту допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и сдавшие экзамен по устройству и принципу действия аппарата.

Гомогенизаторы являются машинами непрерывного действия, работа которых основана на принципе дробления жировых шариков с последующим равномерным распределением их в обрабатываемом продукте.

По конструкции гомогенизатор представляет собой горизонтально расположенный трехплунжерный насос высокого давления. Плунжеры приводятся в действие от электродвигателя через клиноременную передачу и кривошипно-шатунный механизм.

Давление гомогенизации контролируют специальным манометром, установленным на манометрической головке. Манометр рассчитан на давление 250 атм и имеет герметически закрытую трубку, заполненную трансформаторным маслом.

В зависимости от проектного решения их устанавливают на фундаменте или на чистом полу. Выверку установки производят в продольном и поперечном направлениях по уровню, устанавливаемому на обработанных поверхностях станины. После выверки и закрепления гомогенизатора на фундаменте монтируют трубопроводы для воды и продукта.

Давление гомогенизации контролируют специальным манометром. Подводящий патрубок, на котором обязательно устанавливают сетчатый фильтр с размерами ячеек не более 1 мм, можно устанавливать как с правой, так и с левой стороны блока цилиндров, соответственно подключая трубопровод для молока, который независимо от способа его подачи – самотеком или насосом – монтируют с уклоном в сторону гомогенизатора.

1.2. Наладка гомогенизаторов

Индивидуальное испытание гомогенизатора вхолостую производят со снятыми гомогенизирующей и манометрической головками. Сначала в течение 1 ч опробуют электродвигатель при снятых клиновых ремнях. При этом проверяют также направление вращения вала электродвигателя, который, если смотреть со стороны шкива, должен вращаться по часовой стрелке (направление вращения электродвигателя указывают стрелкой на ограждении клиноременной передачи). После опробования электродвигателя проверяют надежность крепления всех узлов, регулируют натяжение клиновых ремней и промывают масляную ванну. Для этого в масляную ванну заливают до середины уровня маслоуказателя, керосин и включают электродвигатель на 3–4 мин. После этого керосин сливают через спускную пробку, заливают в масляную ванну смазочное масло промышленное 45 или 50 и снова включают электродвигатель на 5–6 мин. Масло, смешавшееся с остатками керосина, сливают через спускную пробку и вновь заливают свежее масло до середины уровня по маслоуказателю. После этого проверяют набивку сальников, уплотняющих плунжеры в блоке цилиндров.

В случае необходимости замены сальников следует пользоваться хлопчатобумажной пропитанной сальниковой набивкой сквозного плетения со стороны квадрата 8×8 мм типа ХБП. После проведенных подготовительных работ включают подачу воды для охлаждения плунжеров и испытывают гомогенизатор вхолостую в течение 1 ч.

Для проведения испытаний под нагрузкой манометрическую и гомогенизирующую головки необходимо предварительно тщательно вымыть теплой водой. Во время разборки гомогенизирующей головки следует для выемки всасывающих и нагнетательных клапанов пользоваться специальными щипцами, имеющимися в комплекте инструмента, поставляемого с гомогенизатором. После сборки и установки на блок цилиндров манометрической и гомогенизирующей головок в последней выворачивают регулирующий винт до полного ослабления пружины гомогенизирующего клапана, а регулирующий винт манометрической головки выворачивают наполовину.

Под нагрузкой гомогенизатор испытывают на теплой воде, подаваемой по шлангу или по смонтированному трубопроводу.

После включения электродвигателя регулирующий винт на гомогенизирующей головке начинают постепенно вворачивать, наблюдая одновременно за давлением по манометру. При доведении давления до 12,5 МПа винт оставляют в отрегулированном положении. Одновременно с повышением давления гомогенизации посредством регулирующего винта на манометре добиваются, чтобы колебания стрелки манометра были в пределах не более $\pm 1,5$ МПа. Гомогенизатор под нагрузкой испытывают в течение 15–20 мин.

Как при испытании вхолостую, так и под нагрузкой, гомогенизатор должен работать без заметного дрожания и посторонних стуков. Нагрев трущихся частей должен быть не выше 55°C. Давление гомогенизации должно быть устойчивым, без резки колебаний

1.3. Ремонт гомогенизатора

Отключить электродвигатель от сети, отсоединить трубопроводы смывной воды и молока. Снять ограждения. Слить масло из картера. Произвести общую разборку гомогенизатора: снять клиновые ремни, ведомый и ведущий шкивы, электродвигатель, блок цилиндров с гомогенизирующей и манометрической головками, маслоуказатель, крышки шатуна с вкладышами, крышки коленвала, демонтировать коленвал, снять ползуна с шатуном в сборе. Вынуть старые сальники, прокладки и набивку.

Тщательно очистить и промыть картер станины и калибровать резьбовые отверстия. Изготовить и вернуть в корпус шпильки. Установить фильтр.

Разобрать на детали блок цилиндров, промыть их и определить износ. Калибровать резьбовые отверстия корпуса блока цилиндров. Зенковать по седла под всасывающий и нагнетательный клапаны. Клапаны притереть по седлам.

Собрать винт с ручкой на корпусе блока и застопорить. Притереть сферическую поверхность с двух сторон гомогенизирующего клапана и по седлу клапана. Изготовить комплект прокладок и отрезать по размеру сальниковую набивку. Собрать блок цилиндров без манометрической головки. Промыть манометрическое устройство. Установить мембранный разделитель с манометрической головкой и закрепить. Разобрать шатун в сборе на детали, промыть их и опреде-

лить износ. Подобрать вкладыш, шатуны и коленвал по порядковому номеру. Изготовить специальных штифтов, 6 шатунных болтов и шайб.

Собрать шатуны, вкладыши с коленвалом с проверкой на касание по каждому колену. Пришабрить вкладыши.

Разобрать и промыть. В шатуны запрессовать 3 втулки, просверлить 3 отверстия для смазки.

Калибровать резьбовые отверстия в салазках привода. Изготовить и подогнать по шкивам и валам шпонки. Заменить крепеж привода. Установить шкив на вал электродвигателя.

Перед общей сборкой все детали промыть и смазать трущиеся части. Установить 2 кольца роликоподшипников №7314 на шейки коленвала. Изготовить комплект прокладок. Установить фланцы с прокладками и закрепить их болтами.

Собрать 3 ползуна с шатунами и установить их в 3 отверстия фланцев. Установить коленвал с заменой манжеты и закрепить крышки вала. Установить крышки шатуна с вкладышами; обжечь шатунные болты и отрегулировать вращение коленвала. Установить на коленвал шкив и закрепить. Закрепить на салазках электродвигатель со шкивом. Установить 6 клиновых ремней и отрегулировать их натяжение. Установить масло-указатель.

Установить собранный блок на опорную площадку станины, отрегулировать его положение. Зафиксировать колпачковые гайки. Установить и закрепить манометрическое устройство.

Подсоединить смывное устройство и молочные трубопроводы. Залить в картер масло до маслоуказателя. Испытать гомогенизатор на холостом ходу и под нагрузкой с устранением выявленных дефектов.

Контрольные вопросы:

1. Правила монтажа гомогенизатора.
2. Правила испытания гомогенизатора на холостом ходу.
3. Правила замены масла в масляной ванне.
4. Правила испытания гомогенизатора.
5. Правила ремонта гомогенизатора.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНТАЖА, ДИАГНОСТИКИ, РЕМОНТА МАСЛОИЗГОТОВИТЕЛЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЕМКОСТЬЮ 2000 л

2.1. Монтаж маслоизготовителя периодического действия

К обслуживанию, монтажу, ремонту допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и сдавшие экзамен по устройству и принципу действия аппарата.

Порядок монтажа маслоизготовителей периодического действия рассмотрим на примере монтажа маслоизготовителя типа ММ-2000.

При работе маслоизготовителя возникают большие динамические нагрузки, поэтому его следует тщательно закреплять на фундаменте. Глубина заложения фундамента, считая от уровня пола, должна быть не менее 800 мм и зависит от вида грунта основания. Высота фундамента над полом части обычно равна 50 мм.

К отметке монтажа машину доставляют погрузчиком. Затем с помощью домкратов, которые устанавливают под фланцы бочки, ее приподнимают. По мере подъема подкладывают деревянные бруски, расположенные по обе стороны фундамента, навешивают фундаментные болты и опускают машину вместе с ними на фундамент, заводя болты в его колодцы.

Болты в колодцах заливают цементным раствором и после его затвердевания выверяют маслоизготовитель на горизонтальность по уровню. Положение машины можно изменить, помещая под станину металлические подкладки. Точность установки в продольном и поперечном направлениях должна составлять 0,1–0,2 мм на 1 м выверяемой поверхности.

После выверки и закрепления маслоизготовителя на фундаменте проверяют уровень масла в коробке скоростей, подшипники которой смазываются под давлением. Уровень масла должен соответствовать середине маслоуказательного стекла. Для заливки следует использовать маслом промышленное 45 (машинное С). Затем в соответствии со схемой смазки, прикладываемой к паспорту машины, смазывают все подшипники набивкой пресс-масленок солидолом.

Если маслоизготовитель поступает в разобранном виде, то сначала устанавливают, выверяют и закрепляют станину, а затем стойку. Выверяют стойку по струне и штихмасу, причем струну сначала центрируют по подшипнику станины (при снятой оси), а затем по ней выверяют положение подшипника стойки. После выверки и закрепления стойки устанавливают барабан и собирают ограждения и устройство подачи воды для орошения.

2.2. Наладка маслоизготовителя

Испытывают маслоизготовитель вхолостую без заполнения барабана. До проведения индивидуальных испытаний люк для выгрузки масла плотно закрывают, а ограждение устанавливают в рабочее положение. Рукоятки управления на коробке скоростей устанавливают в положение «выключено». Затем посредством маховика барабан проворачивают вручную на 2–3 оборота и убеждаются в легкости его вращения. После этого снимают клиновые ремни с маховика электродвигателя и включают электродвигатель. Вслед за этим устанавливают клиновые ремни и при кратковременном включении электродвигателя рукояткой пуска и торможения проверяют направление вращения барабана. Если смотреть со стороны привода, барабан должен вращаться в направлении по часовой стрелке. Маслоизготовитель испытывают вхолостую в течение 1 ч с переключением на разные скорости вращения барабана.

Индивидуальное испытание маслоизготовителя под нагрузкой производят на воде, которой заполняют барабан на 1/3 емкости. Продолжительность испытания на разных скоростях 2 ч.

Как при испытаниях вхолостую, так и под нагрузкой, маслоизготовитель должен работать без стуков, посторонних шумов и резких вибраций самой машины. Температура нагрева подшипников не должна превышать 55 °С.

Неисправности, выявляемые при испытании сепараторов вхолостую и под нагрузкой, и способы их устранения указаны в таблице 1.

Таблица 1

Неисправность	Причина	Способы устранения
При включении маслоизготовителя барабан медленно набирает обороты, а при выключении резко останавливается.	Неправильно отрегулирован тормоз.	Отрегулировать тормоз.
Барабан вращается медленно.	Ослаблено натяжение клиновых ремней.	Натянуть клиновые ремни. Если нажать на середину ремня, прогиб должен составлять 1,5–2 см.
	<p>Проскальзывает муфта сцепления:</p> <p>а) на ленты ферродо попала смазка;</p> <p>б) ведущий шкив отодвинут от конуса слишком далеко;</p>	<p>Разобрать муфту сцепления, очистить от смазки, промыть бензином накладку ферродо, затем прочистить наждачной шкуркой конус и накладки. Придвинуть ведущий шкив плотно к конусу, для чего:</p> <p>а) рычаг управления поставить в положение «стоп» (нижнее положение)</p> <p>б) ослабить стопорный винт</p> <p>в) плотно затянуть гайку, после чего отпустить ее на один полный оборот;</p> <p>г) зажать стопорный винт и закрепить контргайкой.</p>
	в) слабое натяжение пружин.	Отрегулировать натяжение пружин, для чего. а) вворачивать болты (при этом происходит натяжение пружины); б) завернуть контргайки.
При включении электродвигателя барабан начинает вращаться рывком.	Муфта сцепления «захватывает» - сильно затянуты пружины.	Отрегулировать натяжение пружин, для чего. а) отпустить контргайку; б) выворачивать болты (при этом происходит ослабление пружин); в) завернуть контргайку.

2.3. Ремонт маслоизготовителя емкостью 2000 л

1. Отсоединить трубопроводы. Снять ограждения и крышки. Зафиксировать и закрепить положение бочки. Снять клиновые ремни и шкивы. Демонтировать электродвигатель.

2. Разобрать коробку передач на узлы и детали, промыть их, определить износ и комплектовать для проведения ремонта.

3. Снять с корпуса бочки клапана, защелку и рукоятку. Детали промыть и определить износ.

4. Перебрать клапана с заменой уплотнительных колец, барашка, винта, прокладки и штифта.

5. Определить места износа рукоятки, восстановить их сваркой и зачистить сварные швы.

6. Калибровать резьбовые отверстия в крышке и корпусе коробки передач. Изготовить из картона прокладки.

7. Изготовить для общей сборки коробки передач: палец, 9 прокладок, 2 втулки, 4 крышки, 2 оси, 2 специальных болта, 3 штифта, 40 винтов и 10 шпонок. Шпонки подогнать по месту посадки

8. Восстановить сваркой места износа 3 рычагов, 3 вилок и зачистить сварные швы.

9. Перебрать механизм сцепления с заменой крепежа, 8 шарикоподшипников, 8 специальных шпилек, 8 пальцев и 12 пружин.

10. Подготовить к сборке: комплект звездочек, комплект шарикоподшипников и роликоподшипников, манжеты, крепеж и клиновые ремни.

Из отремонтированных деталей и узлов, комплектующих изделий собрать коробку передач и смонтировать ее на станине. Установить электродвигатель, шкивы и одеть ремни. Закрепить все узлы на станине. Освободить бочку. Установить ограждения и смазать подшипники. Опробовать работу маслоизготовителя на холостом ходу и под нагрузкой с устранением выявленных дефектов.

Контрольные вопросы:

1. Как закрепляется маслоизготовитель периодического действия на фундаменте?
2. Как выверяется по уровню маслоизготовитель на фундаменте?
3. Какая точность при установке в продольных и поперечных направлениях?
4. Как контролируется уровень масла в коробке передач?
5. Порядок расконсервации маслоизготовителя.
6. Какие детали смазывают в маслоизготовителе солидолом?
7. Перечислите виды работ при испытании маслоизготовителя вхолостую.
8. Перечислите виды работ при испытаниях маслоизготовителя под нагрузкой.
9. Каковы причины медленного вращения барабана маслоизготовителя?
10. Каковы причины движения барабана маслоизготовителя рывком?

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНТАЖА, ДИАГНОСТИКИ, РЕМОНТА И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕМЕННЫХ, ЦЕПНЫХ И ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

3.1. Монтаж ременных и цепных передач

Подготовка ременных и цепных передач к монтажу заключается в проверке биения шкивов с помощью рейсмуса или индикатора. Быстроходные шкивы проверяют на сбалансированность. Различают торцевое и радиальное биение шкивов. Для шкивов диаметром 150–600 мм торцевое биение допускается в пределах 0,1–0,4 мм, а радиальное 0,05–0,25 мм.

После посадки шкивов на место установки механизмов и двигателя посредством штихмаса контролируют параллельность валов рабочего органа и привода. Совпадение средних плоскостей, соединяемых ремнем шкивов, проверяют линейкой, прикладывая ее к торцам шкивов, а при большом межцентровом расстоянии – отвесом или натянутой струной. Для этого один конец струны закрепляют на ободе большого шкива, другой – оттягивают несколько в сторону и затем осторожно подводят струну к большому шкиву, пока она не коснется шкива в точке, диаметрально противоположной точке закрепления струны. В этом положении струну закрепляют. Меньший шкив устанавливают так, чтобы он коснулся струны двумя диаметрально противоположными точками обода.

Шкивы, соединенные ремнем, должны находиться друг от друга на расстоянии, нормируемом в зависимости от их диаметров.

Угол обхвата ремнем меньшего шкива должен быть не менее 150°. Для передач с натяжным роликом угол обхвата меньшего шкива должен быть не менее 180°.

При клиноременных передачах на рабочей поверхности канавок шкивов не допускаются царапины, раковины, заусенцы и другие повреждения. Канавки шкивов должны быть расположены без смещения друг относительно друга; угол охвата меньшего шкива должен быть не менее 120°.

Разрешается применять бесконечные приводные ремни только заводского изготовления. Не допускается соединение клиновых ремней сшивкой, склейкой, скобами и другими местными средствами.

Ветви всех ремней перед пуском и при работе привода должны иметь одинаковые натяжения и прилегать к одной и той же стороне канавок шкивов.

Процесс сборки цепных передач заключается в правильной постановке и закреплении звездочек на валах, надевании и регулировании цепей, проверке параллельности валов и взаимного положения звездочек. Правильность установки звездочек проверяют, контролируя параллельность осей валов и относительное смещение звездочек при параллельных валах. Звездочки на валах при обычном креплении с помощью шпонок устанавливают так же, как и зубчатые колеса. После закрепления звездочки на валу ее проверяют на радиальное и торцевое биение. Допускаемое биение зависит от быстротходности передачи и ее нагруженности. Для точных передач радиальное биение звездочки допускается не более 0,05–0,06 мм на 100 мм диаметра звездочки, а торцевое не должно превышать 0,5 мм.

При сборке цепных передач необходимо, чтобы ведомая ветвь цепи провисала. Это обеспечит правильное набегание цепи на зубья звездочек, снижая тем самым износ этих деталей. Для горизонтальных или наклонных (до 45°) передач стрелу провисания принимают равной $0,02 \cdot A$ (где A – расстояние между центрами звездочек), в передачах, близких к вертикальным, принимают равной $(0,01–0,015) \cdot A$.

Машины, соединяемые муфтами сцепления, должны быть установлены так, чтобы оси их валов находились на одной прямой горизонтальной линии. Операции по выверке соосности валов машин принято называть центровкой валов.

Машины, соединяемые муфтами сцепления, как правило, устанавливают на балочных каркасах или чугунных плитах, заделанных в бетон. Иногда на каркасе или плите устанавливают одну машину (например, электродвигатель), а другую (компрессор, центробежный насос) укрепляют непосредственно на фундаменте фундаментными болтами.

Центровка валов машин небольшого веса производится на раме до ее установки на фундамент. Валы тяжелых машин центруют на фундаменте после окончательного закрепления рамы. Соосность валов при монтаже механизмов проверяют по полумуфтам, а в случае их отсутствия – непосредственно по поверхностям валов. Перед центровкой рекомендуется проверять индикатором биение консольной части валов и правильность изготовления и посадки полумуфт. Ради-

альное биение валов не должно превышать 0,01–0,02 мм. Радиальное и торцевое биение полумуфт не должно превышать 0,03–0,04 мм. Правильное положение валов достигается перемещением корпусов механизмов – горизонтальной плоскости их передвигают по раме или плите за счет специально изготовленных продольных отверстий для крепящих болтов, по вертикали за счет изменения количества подкладок под опорными плоскостями корпусов.

При наличии на валах пальцевых или поперечно-свертных полумуфт одинакового наружного диаметра величину параллельного смещения осей определяют, измеряя щупом зазор S между линейкой и поверхностью полумуфты, а величину перекоса осей рассчитывают по данным измерения расстояния между торцами полумуфт.

Измерение зазоров выполняют в четырех положениях валов. Для первого измерения положение валов принимают произвольно, для последующих измерений оба вала поворачивают одновременно на угол 90, 180 и 270° в направлении их вращения в рабочих условиях. Все измерения выполняются только при затянутых болтах крепления механизмов.

3.2. Ремонт деталей цепных передач

Звездочки изготавливают из стали 45 с последующей закалкой токами высокой частоты или стали 15 с последующей цементацией и закалкой.

Пластины цепей выполняют из холоднокатаной ленты, изготавливаемой из среднеуглеродистых или легированных сталей 45, 50, 40Х, 40ХН. Эти пластины подвергают закалке до твердости HRC 30–50. Детали шарниров (оси, втулки, вкладыши) преимущественно изготавливают из цементованных сталей 15, 20, 15Х, 20Х, 20ХНЗ, 20ХНЗА и подвергают термообработке до твердости HRC 45–65.

Цепные передачи работают в условиях плохой смазки, что вызывает ускоренный износ их деталей. Наибольшему износу подвержены рабочие и боковые поверхности зубьев звездочек. В цепях сильно изнашиваются шарнирные соединения и втулки меньше – боковые поверхности пластин. В связи с изнашиванием шарнирных соединений цепи вытягиваются, шаг их увеличивается и зацепление нарушается: шарниры перемещаются к вершинам зубьев, что приводит к интенсивному износу всей передачи.

Удлинение цепей является причиной их соскальзывания со звездочек. Износ звездочек проверяют. Изношенные зубья восстанавливают наплавкой с последующей обработкой по шаблону.

Износ цепей определяют по увеличению среднего шага группы звеньев. Перед проверкой цепи промывают, подвешивают за один конец и растягивают, укрепляя к свободному концу груз, масса которого создает нагрузку, равную 0,3 % разрушающей нагрузки. Так, для цепей с шагом 19,05 и 25,4 мм масса груза должна быть 9–10 кг. После этого измеряют общую длину пяти – десяти звеньев.

Необходимо также проверять правильность работы каждого шарнирного соединения, перегибая их. Внутренние пластины должны быть неподвижны на втулках, наружные – на пальцах цепи. Звенья с неисправными шарнирами заменяют. Головки пальцев новых звеньев удаляют легкими ударами молотка, не допуская осадки пальца и торможения цепи в шарнире. Отремонтированную цепь прогревают в горячем масле с добавлением графита. Перед установкой валов с напрессованными звездочками на них надевают цепь. После закрепления подшипников валы проверяют на отклонение от параллельности. Правильность взаимного расположения звездочек проверяют по струне или по линейке, приложенной к их торцам.

3.3. Возможные неисправности и ремонт ременных передач

Для шкивов диаметром до 300 мм биение не должно превышать радиальное – 0,10 мм, осевое 0,06 мм; для шкивов диаметром до 600 мм: радиальное – 0,15 мм, осевое – 0,08 мм. Пробуксовывание клиновых и плоских ремней происходит при их вытягивании, загрязнении смазкой или пылью, а также при перегрузке узлов.

Пробуксовывание вызывает сильный нагрев шкивов и быстрый износ ремней.

В клиноременных передачах с несколькими параллельно действующими ремнями более длинные (вытянутые) ремни не воспринимают нагрузку. Во время работы ненагруженный ремень заметно свободнее других, его ведомая ветвь движется по выпуклой кривой. После остановки машины ненагруженный ремень легко обнаружить

опробованием рукой. Ремни следует комплектовать по длине, учитывая, что ГОСТом допускается колебание их длины в пределах от +0,75 до -1,25% от номинального размера. Не рекомендуется устанавливать на один шкив старые и новые ремни.

Натяжение ослабленных ремней восстанавливают перемещением на салазках одного из механизмов (обычно электродвигателя) так, чтобы расстояние между осями валов увеличилось.

Загрязненные ремни очищают тупой стороной ножа, а затем промывают теплой мыльной водой и просушивают.

Попавшую на ремень смазку удаляют промывкой бензином с последующей протиркой ветошью.

Неправильное положение плоского ремня на шкивах (сдвиг к одному краю или спадание) наблюдается в том случае, если оси валов непараллельны, а средние линии пары шкивов не находятся в одной плоскости. Этот дефект устраняют изменением положения механизма, установленного на салазках, и проверкой шкивов по струне. Сбегание ремня к одному краю наблюдается также при налипании грязи на обод шкива или на внутреннюю поверхность ремня.

Перемещение ремня во время работы от одного края шкива к другому свидетельствует о неравномерном вытягивании ремня, перекосе его концов при сшивании или неправильном наложении шва.

Ремни, касающиеся ограждений или корпусов механизмов, быстро изнашиваются.

Частые разрывы ремней происходят при увеличении скорости их движения, а также при использовании для соединения концов ремней тяжелых металлических деталей. Скорость движения ремней с металлическими сшивками не должна превышать 10 м/сек, с эластичными – 20 м/сек.

Соединение плоских ремней выполняется преимущественно посредством сыромятных сшивок, металлических соединителей и склеивания.

Цельнотканые и прорезиненные ремни соединяют сыромятными сшивками внахлестку, косой срез. При ширине ремня 80 мм длина среза должна составлять приблизительно 140 мм, при ширине 150–165 мм. Начальная толщина клина 1 мм. Для тканевых и кожаных ремней шириной до 140 мм ширина сыромятной сшивки 7–10 мм. Для ремней шириной до 80 мм достаточно прошивки в два шва (размер шага шва 20–25 мм, отступ от кромки до первого шва равен

примерно половине шага). У ремней большей ширины должно быть не менее трех швов, размер шага при этом увеличивают до 40 мм.

Прорезиненные ремни склеивают по ступенчатым уступам, число которых должно быть не менее трех. Поверхность ступенек перед нанесением клея зачищают ножом и напильником, удаляя лишний слой резины; ткани придают шероховатость, после чего ее тщательно промывают бензином. Склеивание производят резиновыми клеями. Клей наносят тонкими слоями (3–4 раза), причем каждому слою дают подсохнуть до отлипания.

Соединенные концы ремня прокатывают роликом для удаления попавшего между ними воздуха и вулканизируют в сжатом состоянии (давление 4 кг/см²) при температуре 125–140 °С в течение 50 мин. Для вулканизации можно поддерживать в горячем состоянии металлические планки, сжимающие ремень.

Эксплуатация ремней. Надевают ремни сначала на меньший, а затем на больший шкив. Чтобы ремень не соскальзывал при надевании, его привязывают к большему шкиву, который затем поворачивают от руки или с помощью приспособлений.

Ведущей должна быть нижняя ветвь ремня – это способствует увеличению угла охвата шкивов ремнем и уменьшению пробуксовывания.

3.4. Ремонт зубчатых и червячных передач

Зубчатые цилиндрические, конические и червячные передачи механического оборудования изготавливались ранее преимущественно по 8-й степени точности ГОСТ 1643–81, ГОСТ 1758–81, ГОСТ 3675–81 Цилиндрические и конические зубчатые колеса, работающие с повышенными нагрузками, изготавливают из стали 45, рабочие поверхности подвергают закалке токами высокой частоты до HRC 35–45. Слабонагруженные зубчатые колеса изготавливают из чугуна СЧ 18 или СЧ 20. Червяки изготавливают из стали 45, червячные колеса – из чугуна СЧ 20, бронзы БрАЖНЮ – 4–4 или БрОФ7–0,2.

Зубчатые и червячные колеса изнашиваются по рабочим поверхностям зубьев и червяка. В результате изнашивания уменьшается толщина зубьев. При определении износа часто и измеряют толщину зуба по постоянной хорде, которая равна стоянию между точками ка-

сания боковых поверхностей исходного контура с боковыми поверхностями зуба в сечении, перпендикулярном направлению зуба.

Допускаемое уменьшение толщины зуба (%) вследствие изнашивания принимают, например, для колес 7-й степени точности 6–10%, для колес 9-й степени точности, 16–22%. Для закаленных зубчатых колес износ закаленного слоя допускается не более 80%.

Изношенные стальные зубчатые колеса можно восстанавливать выдавливанием, в результате чего увеличивается наружный диаметр. После раздачи колесо обтачивают по наружной поверхности до номинального размера, а зубчатый венец восстанавливают на зубофрезерном станке. Значительно изношенные стальные зубчатые колеса можно восстанавливать наплавкой. При одностороннем износе зубьев симметрично расположенных колес можно осуществить изменением положения колеса поворотом на 180.

Контрольные вопросы:

1. Каковы причины появления биения шкивов ременных и цепных передач?
2. Какие величины торцевых биений допускаются при работе ременных и цепных передач?
3. Каковы виды работ по монтажу ременных и цепных передач?
4. Каков угол обхвата ремнем меньшего шкива?
5. Какие повреждения не допускаются на рабочей поверхности канавок шкивов при их эксплуатации?
6. Перечислите виды работ по монтажу цепных передач.
7. Порядок сборки цепных передач.
8. Как контролируется износ деталей цепных передач?
9. Правила эксплуатации ременных передач.
10. Правила эксплуатации цепных передач.

4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНТАЖА, ДИАГНОСТИКИ, РЕМОНТА СЕПАРАТОРА

4.1. Монтаж сепараторов

К обслуживанию, монтажу, ремонту допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и сдавшие экзамен по устройству и принципу действия аппарата

По своим динамическим свойствам сепаратор является быстросходной машиной, у которой частота вращения веретена достигает $5500\text{--}5600\text{ мин}^{-1}$ со значительной вращающейся массой барабана (до 300 кг и более). К его монтажу предъявляют повышенные требования. При неправильно выполненном монтаже пуск и эксплуатация сепаратора становятся опасными для обслуживающего персонала. Монтаж сепараторов должен выполняться с особой тщательностью и с соблюдением всех требований, приведенных в инструкции завода-изготовителя.

Сепаратор устанавливают на фундаменте посредством фундаментных болтов, на которые надевают резиновые прокладки, поставляемые вместе с сепаратором. Если фундамент под сепаратор выполнен с колодцами для анкерных болтов, то болты устанавливают по шаблону и заливают колодцы цементным раствором состава 1:3. Сепаратор устанавливают на фундамент так, чтобы веретено находилось в строго вертикальном положении, а фундаментные болты не касались стенок отверстий в лапах станины.

При установке сепаратора на перекрытии с креплением сквозными анкерными болтами, резиновые прокладки помещают как под лапами станины, так и со стороны головки болтов под перекрытием.

Положение сепаратора выверяют по уровню и линейке, укладываемыми на верхнюю обработанную кромку чаши машины в двух взаимно перпендикулярных направлениях при снятых крышке и барабане сепаратора. Уровень укладывают в первую очередь по оси сепаратора, совпадающей с осью электродвигателя, а затем уже по второй, перпендикулярной оси. Отклонение от горизонтальности в обоих направлениях должно быть не более $0,02\text{--}0,05\text{ мм}$ на 1000 мм диаметра чаши сепаратора. Положение сепаратора регулируют тонкими кольцевыми жестяными прокладками, укладываемыми под лапы ста-

нины между фундаментом и амортизатором. Гайки на фундаментных болтах следует затягивать равномерно и плавно. После затяжки гаек сепаратор должен быть плотно прижат к фундаменту, стоять на резиновых прокладках, чтобы резиновые прокладки не потеряли эластичность.

Сепаратор с приемным устройством в виде центробежного насоса, расположенного на нижнем конце веретена, показан на рис. 4.1. Устройство состоит из корпуса 2 насоса, в который ввернут напорный диск, состоящий из нижней 4 и верхней 5 частей. Снизу напорный диск закрыт съемной литой крышкой 6 и диском 7, между которыми имеются перегородки для направления потока молока к центральному каналу веретена. Молоко подается к насосу по патрубку 1. Выходное устройство герметического сепаратора крепится на кожухе 15.

Герметические сепараторы монтируют так же, как и полугерметические, учитывая при этом следующие особенности монтажа входных и выходных устройств.

1. Специальные уплотняющие манжеты устанавливают так, чтобы вогнутая часть их была обращена в сторону жидкости.

2. Приемный насос собирают в такой последовательности: сначала устанавливают на веретено 3 крышку 9 с манжетой 10, затем корпус 2 насоса, который составляет одно целое с патрубком 1. Вслед за этим навинчивают напорный диск, состоящий из верхней 5 и нижней 4 частей, устанавливают крышки 7 и 6, которые прижимают винтом 12.

3. Выходное устройство сепаратора собирают следующим образом: на шлифованную трубку 21 надевают манжету 20 так, чтобы она была ориентирована вогнутой частью вверх, затем устанавливают нижнюю 22 и верхнюю 23 части диска напора обезжиренного молока и затем корпус приемника обезжиренного молока 19.

После этого на шлифованную трубку 27 надевают манжету 26 с кольцами 28 и устанавливают приемник для сливок. Выходное устройство закрепляют винтом 29, ввертывая его в корпус откидной скобы.

Герметические сепараторы испытывают только под нагрузкой; работа герметического сепаратора вхолостую без воды и молока разрешается не более чем на 1 мин для проверки направления вращения барабана.

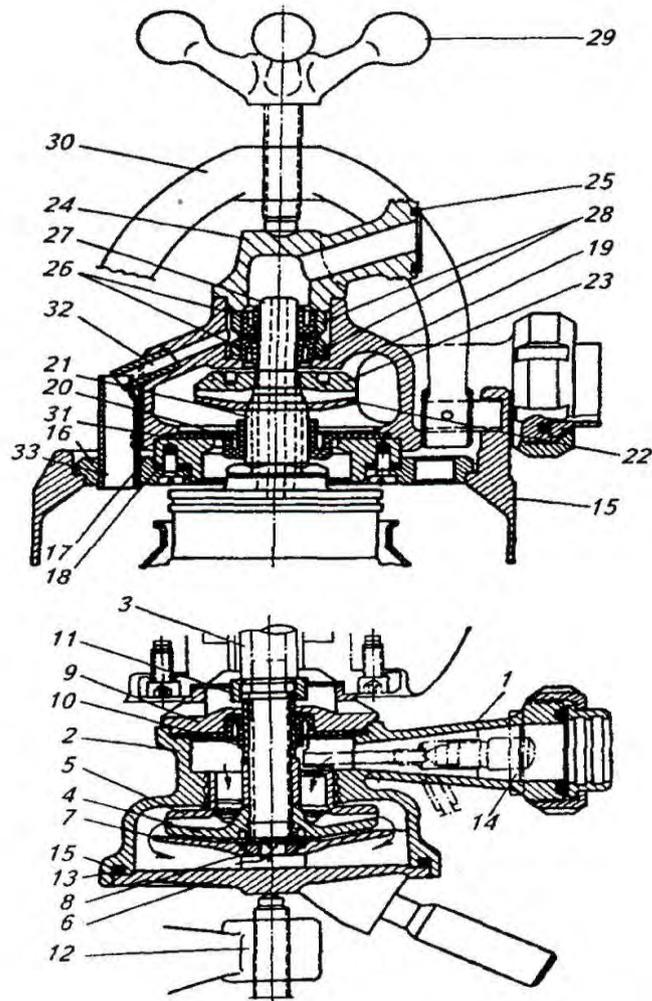


Рис. 4.1. Верхний и нижний узлы герметического сепаратора с насосами на входе молока и выходе обезжиренного молока:

- 1 – патрубок; 2 – корпус насоса; 3 – веретено; 4 – нижняя часть напорного диска; 5 – верхняя часть напорного диска; 6 – крышка; 7 – диск; 8 – сменный ниппель; 9 – фасонная крышка; 10, 20, 26 – манжеты; 11 – сменная втулка; 12 – прижимной винт; 13 – резиновое кольцо; 14 – вентиль для выпуска воздуха; 15 – кожух; 16 – опорное кольцо; 17 – шайба; 18 – сменная прокладка; 19 – приемник обезжиренного молока; 21, 27 – шлифованные трубки; 22 – нижняя часть диска; 23 – верхняя часть диска; 24 – приемник сливок; 25 – отводной патрубок; 28 – кольца; 29 – винт; 30 – откидная скоба; 31 – обойма; 32, 33 – трубки

Испытание под нагрузкой производят на воде в течение 1 час, причем перед включением сепаратора для выпуска воздуха открывают вентиль 14. После того как из вентиля выходит вода полной струей, его закрывают.

4.2. Наладка сепаратора

После установки и закрепления сепаратора производят ревизию. Неокрашенные поверхности очищают от антикоррозийной смазки теплой содовой водой или 0,5%-ным раствором углекислого натрия. Разобранные детали приемного выводного устройства и барабана также очищают и погружают в ванну с указанными растворами. Барабан сепаратора поставляют со слабо затянутыми стяжными кольцами. Разбирают барабан на столе или верстаке, при этом следует помнить, что стяжные кольца имеют левую резьбу, поэтому при разборке их надо вращать в направлении по часовой стрелке. Смазку сепаратора производят после предварительной промывки масляной ванны и приводного механизма. Для этого в масляную ванну через отверстие в корпусе тахометра (отверстие, закрываемое пробкой и специально предназначенное для заливки масла) заливают керосин до черты на указателе уровня масла и на 4–5 мин включают электродвигатель (если в картер поступившего сепаратора было залито масло, то до промывки керосином масло сливают через пробку). Затем через пробку и спускной винт в нижней части станины керосин сливают и устанавливают винт и пробку на свои места. После этого заливают в масляную ванну свежее масло и снова включают электродвигатель на 5–6 мин, в течение которых проверяют работу приводного механизма и герметичность масляной ванны (отсутствие попадания масла в полость чаши станины сепаратора). Масло, смешавшееся с остатками керосина, сливают и в масляную ванну заливают около 3 л свежего масла.

Для смазки сепараторов можно применять следующие масла: сепараторное Л и Т, велосит Л, вазелиновое Т, промышленное 12 (веретенное 2), турбинное Л и приборное.

После чистки и смазки сепаратор испытывают, кратковременно включая его без барабана и крышки. При включении проверяют плавность хода привода и правильность направления вращения вертикального вала. Если стрелка тахометра отклоняется, то это означает, что вал вращается в нужном направлении и электродвигатель подключен правильно. Затем собирают барабан сепаратора в следующем порядке: конусную часть веретена и конусное отверстие в основании барабана слегка смазывают тонким слоем вазелинового масла. Осторожно посредством специального приспособления

надевают основание барабана на конец веретена и закрепляют его гайкой. Затем основание стопорят винтами.

Во избежание перекоса веретена и деформации барабана стопорные винты затягивают равномерно с обеих сторон. Пакет тарелок сепаратора собирают на тарелкодержателе, который устанавливают на специальную подставку или непосредственно в основание барабана. На тарелкодержатель в строгом порядке по номерам, начиная с первого, осторожно, чтобы не деформировать их, укладывают все тарелки.

Специальным съемником тарелкодержатель с пакетом тарелок устанавливают в основание барабана так, чтобы отверстие тарелкодержателя попало на штифт основания барабана. Сверху на пакет промежуточных тарелок надевают верхнюю тарелку. При этом шпонки в тарелкодержателе должны войти в отверстия верхней тарелки.

Для соединения основания барабана с крышкой в паз последней укладывают резиновое уплотнительное кольцо и с помощью специального держателя надевают крышку барабана на разделительную тарелку так, чтобы шпонка основания вошла в паз крышки. Смазав техническим вазелином резьбу на большом затяжном кольце, навинчивают его вручную на основание барабана (кольцо следует вращать против часовой стрелки), окончательно затягивая ключом, имеющимся в комплекте инструмента, при этом отметка 0 на затяжном кольце должна совпасть с такой же отметкой на крышке барабана.

Несовпадение указанных отметок при сборке барабана возможно по следующим причинам.

Неправильно уложены промежуточные тарелки барабана. В этом случае проверяют правильность сборки барабана, начиная с установки тарелкодержателя.

В пакете тарелок оказались лишними или недостает несколько промежуточных тарелок. Если отметка 0 на затяжном кольце не достигает отметки на крышке барабана, то следует снять одну-две промежуточные тарелки. Если отметка 0 на затяжном кольце переходит отметку на крышке барабана, то следует добавить одну-две тарелки.

После окончательной затяжки кольца на выступающую из барабана трубку напорного диска для сливок надевают напорный диск для обезжиренного молока, который сверху закрывают крышкой напорной камеры с резиновым уплотнительным кольцом. При этом

штифт крышки барабана должен войти в прорезь на крышке напорной камеры. Последняя соединяется с камерой посредством гайки с левой резьбой, которую затягивают специальным ключом.

После сборки выворачивают стопорные винты и проворачивают барабан вручную. Если барабан вращается свободно, то его закрывают алюминиевым колпаком, который крепится к станине стяжками (струбцинами), и собирают приемно-отводящее устройство.

Приемно-отводящее устройство легче собирать со снятыми ротаметром и краном для отвода сливок. Сначала в нижний торец корпуса приемника вкладывают резиновое уплотнительное кольцо и с помощью соединительной гайки закрепляют приемник на крышке сепаратора. При необходимости регулируют расстояние между крышкой и торцом приемной тарелки, которое должно быть в пределах 34–35 мм. Только при этом расстоянии обеспечивается нормальный зазор между подвижными и неподвижными частями сепаратора. Если этот размер будет нарушен, следует добавить или убрать необходимое количество регулировочных шайб. Отрегулировав расстояние между крышкой и торцом приемной тарелки, устанавливают приемную воронку с поплавком и ротаметр.

После окончания сборки к сепаратору в соответствии с паспортом подключают трубопроводы цельного и обезжиренного молока и сливок, которые должны быть смонтированы так, чтобы сила тяжести их не передавалась на сепаратор.

Перед индивидуальным испытанием сепаратора вхолостую выворачивают стопорные винты, проверяют, отжаты ли тормозные колодки и только после этого включают электродвигатель. В период разгона сепаратора нагрев фрикционных муфт (в отдельных случаях до задымления) считается нормальным явлением. Требуемое число оборотов сепаратор должен набрать в течение 5–6 мин после пуска, после чего вибрация должна исчезнуть. Сепаратор испытывают вхолостую в течение 1 ч.

Если в результате испытания вхолостую не будет выявлено никаких дефектов, то можно приступать к индивидуальному испытанию сепаратора под нагрузкой, которое производят на воде, подаваемой по смонтированному трубопроводу. Воду начинают подавать после достижения полных оборотов барабана. Для проверки герметичности сепаратора на стороне выхода обезжиренного молока регулирующим клапаном создают противодействие до 0,2 МПа. Вытекание

воды из патрубка чаши станины свидетельствует об отсутствии герметичности. Сепаратор под нагрузкой испытывают в течение 1 ч. При испытании как вхолостую, так и под нагрузкой сепаратор после набора полного числа оборотов должен работать с едва заметной вибрацией, спокойно, с равномерным приглушенным шумом.

При наладке сепараторов-сливкоотделителей, предназначенных для нормализации молока, после индивидуальных испытаний сепаратора на приемно-отводящем устройстве устанавливают нормализатор, состоящий из корпуса, трехходового крана, соединительных патрубков и пробного краника. Молоко нормализуют, регулируя вручную степень открытия трехходового крана, в результате чего в обезжиренное молоко направляют такое количество сливок, которое обеспечивает сравнительно постоянное ($\pm 0,1\%$) содержание жира в молоке. Для облегчения регулирования положения пробки крана на корпусе его установлена шкала, а на наружном торце пробки – указатель. Сепараторы открытого типа испытывают на холостом ходу и под нагрузкой так же, как и полугерметических. Если при испытании сепаратора СОМ–3–1000 вода вытекает из станины, следует проверить и отрегулировать положение барабана. Барабан устанавливают так, чтобы кромка окна кожуха его была на 2–3 мм выше кромки корпуса приемника для обезжиренного молока.

Индивидуальное испытание вхолостую и под нагрузкой сепараторов-молокоочистителей проводят так же, как и сепараторов-сливкоотделителей. При сборке барабана, после установки крышки 9 напорной камеры (рис. 4.2) и навинчивания кольца 10 освобождают барабан от винтовых упоров и проворачивают его вручную. Если барабан вращается свободно, то устанавливают крышку 7 сепаратора, на которой посредством затяжной гайки 1 крепят приемно-отводящее устройство с корпусом 2. Регулировочные шайбы 4, так же как и в сепараторах-сливкоотделителях, служат для регулирования зазора между вращающимися деталями барабана и неподвижными деталями приемно-отводящего устройства. Для молокоочистителей ОМА-3М расстояние от нижнего торца крышки 5 до верхнего торца приемной тарелки 6 должно быть в пределах 26–27 мм.

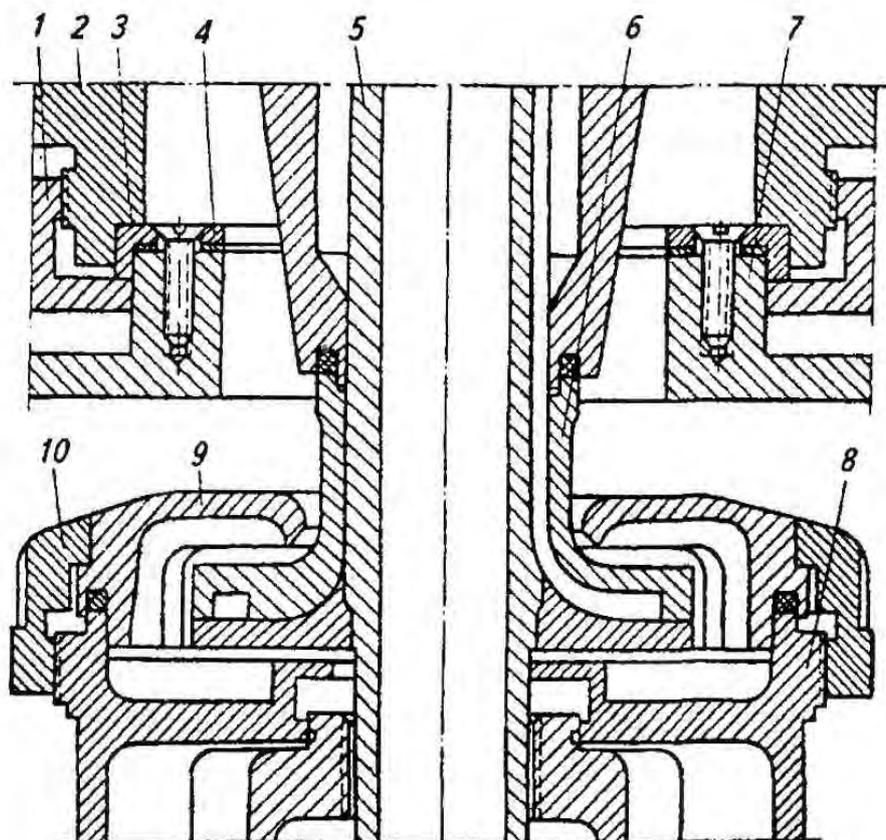


Рис. 4.2 Установка приемно-отводящего устройства:

- 1 – затяжная гайка; 2 – корпус приемника; 3, 7 – крышки; 4 – регулировочная шайба; 5 – центральная трубка; 6 – приемная тарелка; 8 – крышка барабана; 9 – крышка напорной камеры; 10 – малое затяжное кольцо

Неисправности, выявляемые при испытании сепараторов вхолостую и под нагрузкой, и способы их устранения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Неисправность	Причина	Способ устранения
Повышенная вибрация*	Поломаны пружины горловой опоры.	Заменить весь комплект пружин.
	Большое затяжное кольцо недостаточно затянуто или барабан неправильно собран.	Правильно собрать барабан, тарелки уложить по порядку номеров.
	Барабан вместе с веретеном слишком опущен или излишне приподнят, слышится повышенный шум, и барабан вибрирует.	Отрегулировать положение барабана по высоте.
Барабан не разгоняется до номинальной частоты вращения	На фрикционные накладки попала смазка	Установить причину попадания смазки, разобрать центробежную фрикционную муфту, промыть бензином, зачистить наждачной шкуркой накладки и рабочую (внутреннюю) поверхность бандажа.
	Износились фрикционные накладки на колодках	Заменить накладки на колодках.
	Напряжение в электросети ниже номинального.	Проверить напряжение в сети, сепаратор остановить.
	Неисправен электродвигатель.	Проверить электродвигатель, установить неисправности.
Продукт вытекает из барабана	Завышено давление в подводящей или отводящей линии.	Снизить давление.
	Износились уплотнительные резиновые кольца.	Заменить кольца новыми.
	Большое и малое затяжные кольца барабана недостаточно затянуты.	Кольца затянуть согласно инструкции.
	Увеличена производительность сепаратора.	Снизить производительность.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Поломка деталей*	Быстрое торможение барабана.	Соблюдать правила торможения.
	Пуск сепаратора с ввернутыми стопорными винтами или включенными тормозами.	Соблюдать правила пуска.
	Чрезмерное повышение частоты вращения барабана из-за повышенной частоты тока.	Добиться снижения частоты тока до минимальной.
Сепаратор дрожит, имеет тяжелый ход, слышатся удары и посторонний шум.*	Сепаратор установлен не по уровню.	Установить по уровню на резиновых амортизаторах (прокладках).
	Барабан бьет.	Разобрать барабан, проверить все детали и собрать в соответствии с инструкцией.
	Горловая опора неправильно собрана или повреждены пружины.	Горловую опору собрать согласно инструкции, пружины заменить новыми.
	Нарушена балансировка группы горизонтального вала.	Проверить правильность сборки группы горизонтального вала.
	Приводной механизм плохо смазан или загрязнен.	Осмотреть все детали механизма, промыть, залить свежее масло.
	Недостаточная или густая смазка.	Сменить смазочное масло или добавить его.
	Приводной механизм неправильно собран.	Проверить правильность сборки приводного механизма.
	Износ шариковых подшипников или червячной пары.	Заменить подшипники и червячную пару.

*В результате этих неисправностей возможны авария сепаратора и несчастные случаи (травмы) при его эксплуатации.

Контрольные вопросы:

1. Как устанавливаются резиновые прокладки при креплении сепаратора на фундаменте?
2. Какие дефекты возникают при монтаже сепаратора на фундаменте?
3. Как регулируют положение сепаратора при установке на фундаменте?
4. Кто допускается к обслуживанию сепаратора?
5. Порядок сборки открытого сепаратора.
6. Порядок сборки закрытых сепараторов.
7. Порядок подготовки деталей сепаратора к эксплуатации.
8. Как промыть картер и приводной механизм?
9. Какие действия необходимо осуществить при замене масла в картере сепаратора?
10. Какие действия необходимо осуществить перед индивидуальным испытанием сепаратора?
11. Каковы причины появления вибрации при работе сепаратора?
12. Причины появления постороннего шума при работе сепаратора.

5. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНТАЖА, ДИАГНОСТИКИ, РЕМОНТА И БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ПАРА И ГОРЯЧЕЙ ВОДЫ В МОЛОЧНОЙ И МЯСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

5.1. Общие положения при проектировании

Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды устанавливают требования к проектированию, конструкции, материалам, изготовлению, монтажу, ремонту и эксплуатации трубопроводов, транспортирующих водяной пар с давлением более 0,07 Мпа ($0,7 \text{ кгс/см}^2$) или горячую воду с температурой выше 115°C .

Правила не распространяются на трубопроводы, расположенные в пределах котла, сосуда, входящие в систему трубопроводов и являющиеся их неотъемлемой частью (водоотделители, грязевики и т.п.)

Для молочной и мясной промышленности 4 категории трубопровода с рабочей температурой от 115 до 250°C и давлением рабочей среды более $0,07(0,7)$ Мпа (кгс/см^2) до $1,6(16)$ Мпа (кгс/см^2).

Для паропроводов от котлов рабочими параметрами транспортируемой среды считается давление и температура пара по их номинальным значениям на выходе из котла. Для трубопроводов питательной воды после питательных насосов и подогревателей высокого давления считается наибольшее давление, создаваемое в напорном трубопроводе питательным электронасосом при закрытой задвижке и максимальную расчетную температуру воды за последним подогревателем высокого давления.

Категория трубопровода, определенная по рабочим параметрам среды на входе в него (при отсутствии на нем устройств, изменяющих эти параметры) относится ко всему трубопроводу, независимо от его протяженности и должна быть указана в проектной документации.

Проекты трубопроводов с наружным диаметром более 76 мм и их элементов, а так же проекты их монтажа и реконструкции выполняются специализированными организациями. Расчёты трубопроводов на прочность с учётом всех факторов (давление, вес, температур-

ное расширение и т.п.) производятся по нормам, утверждённым в установленном порядке. На основании данных расчетов специализированная организация устанавливает расчётный срок службы для трубопроводов. Оформляется паспорт трубопровода, включающий рабочие параметры среды – давление, температуру, перечень схем, чертежей, свидетельств, и других документов на изготовление и монтаж трубопроводов, представленных при регистрации.

Соединение деталей и элементов трубопроводов производится сваркой. Применение фланцевых соединений допускается только для присоединения трубопроводов к арматуре и деталям оборудования, имеющим фланцы.

Резьбовые соединения допускаются для присоединения чугунной арматуры на трубопроводах с рабочими параметрами среды – температуры от 115°C до 250°C и давлением более 0,07 (0,7) до 1,6 (16) МПа (кгс/см²) – с условным проходом не более 100 мм. Трубопроводы и несущие металлические конструкции должны иметь надёжную защиту от коррозии. Все элементы трубопроводов с температурой наружной поверхности стенки выше 55°C должны быть покрыты тепловой изоляцией.

Температура наружной поверхности элементов трубопровода не должна превышать 55°C.

Для опорожнения трубопровода в его нижних точках должны быть предусмотрены спускные штуцера, снабжённые запорной арматурой.

Для отвода воздуха в верхних точках трубопроводов должны быть установлены воздушники, снабжённые запорной арматурой.

Для паропроводов насыщенного пара необходимо организовать непрерывный отвод конденсата.

Каждый трубопровод для обеспечения безопасных условий эксплуатации должен быть оснащён приборами для измерения давления и температуры рабочей среды. При рабочем давлении до 2,5 МПа (25 кгс/см²) класс точности манометров должен быть не ниже 2,5, шкала манометров выбирается из условия, чтобы при рабочем давлении стрелка манометра находилась в средней части шкалы. Перед манометром должен быть установлен трёхходовой кран для отключения манометра и сифонная трубка диаметром не менее 10 мм.

5.2. Изготовление, монтаж и ремонт

Трубопроводы и их элементы должны изготавливаться в организациях, которые располагают техническими средствами, обеспечивающими их качественное изготовление в полном соответствии с требованиями правил и технических условий. Монтажная или ремонтная организация обязана проверить наличие выписок из сертификатов, свидетельств или паспортов, а так же клейм и заводской маркировки у всех поступающих на монтажную площадку элементов и деталей трубопроводов. К производству работ по сварке трубопроводов допускаются сварщики, прошедшие аттестацию в соответствии с правилами аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (ПБ–03–273–99) и имеющие удостоверение на право выполнения данных сварочных работ. Сварные соединения элементов трубопроводов, работающих под давлением, с толщиной стенки 6 мм и более подлежат маркировке, позволяющей установить фамилию сварщика, выполнившего сварку.

Горизонтальные участки трубопровода тепловых сетей должны иметь уклон не менее 0,002, должны исключать возможность образования водяных застойных участков. Уклоны трубопроводов служат для отвода и удаления жидкостей из транспортируемых газообразных сред. Жидкости появляются в газообразных средах либо вследствие частичной конденсации водяного пара. Скопление жидкости приводит к гидравлическим ударам, причина возникновения которых состоит в следующем. Расчетная скорость движения паров принимается в пределах 15–25 м/с, а расчетная скорость транспортировки жидких сред обычно не превышает 1 м/с. Скапливающиеся в трубопроводе жидкости создают жидкостные пробки, которые, перемещаясь со скоростью газа, приобретают большую кинетическую энергию и при изменении направления движения, например, в изгибах, разрушают стенки трубопроводов. Арматура должна устанавливаться в местах, удобных для обслуживания и ремонта. Устанавливаемая чугунная арматура должна быть защищена от напряжений изгиба.

Все сварные соединения трубопроводов должны располагаться так, чтобы была обеспечена возможность их контроля методами, предусмотренными нормативной документацией на изделие. Применяется сварка встык с полным оплавлением для соединения труб и

фасонных деталей. В стыковых сварных соединениях элементов с различной толщиной стенок должен быть обеспечен плавный переход от большего к меньшему путём односторонней или двухсторонней механической обработки конца элемента с более толстой стенкой. Угол наклона поверхностей переходов не должен превышать 15° . При разнице в толщине стенок менее 30 % от толщины стенки тонкого элемента, но не более 5 мм, допускается дополнение указанного плавного перехода со стороны раскрытия кромок за счёт наклонного расположения поверхности шва.

При сварке труб и других элементов с продольными и спиральными сварными швами, последние должны быть смещены один относительно другого. При этом смещение должно быть не менее трёхкратной толщины стенки свариваемых труб. Длина прямого участка трубы в каждую сторону от оси шва (до ближайших приварных деталей и элементов, начала изгиба, оси соседнего поперечного шва и т.д.) должна быть не менее $4S+30$ мм, где S – номинальная толщина стенки свариваемых труб, мм.

Для угловых сварных соединений труб и штуцеров с элементами трубопроводов, расстояние от наружной поверхности элемента до начала изгиба трубы или до оси поперечного стыкового шва должно составлять: для труб с наружным диаметром до 100 мм – не менее 50 мм, для труб с наружным диаметром более 100 мм – не менее 100 мм.

Применение колен, кривизна которых образуется за счёт гофр по внутренней стороне колена, не допускается.

Расстояние между осями соседних сварных швов на прямых участках трубопровода должно составлять не менее 100 мм. В местах прохода через стенки, перекрытия и другие строительные конструкции трубопровод помещается в стальные гильзы, которые к началу сборки должны быть установлены. При соединении фланцев с трубами на сварке каждая пара фланцев должна быть укреплена таким образом, чтобы их отверстия для соединительных болтов должны быть расположены симметрично относительно вертикальной оси, не совпадая с ней. Присоединительная плоскость укрепленного фланца должна быть перпендикулярна оси трубы. Непараллельность плоскостей фланцев для трубопроводов диаметром 100 мм, работающих под давлением до 1,6 МПа допускается не более 0,3 мм. Устранение перекоса за счет усиленного затягивания болтов или подгибания труб

не разрешается. Не допускаются сварные стыки на трубопроводе в местах расположения опор. Головки всех болтов соединения должны располагаться с одной стороны, на вертикальных участках трубопровода шляпки болтов должны располагаться на верхнем фланце. Внутренний диаметр прокладок должен быть на 2–3 мм больше диаметра проходного отверстия фланцев.

Все сварные соединения подлежат визуальному измерительному контролю, проводимому согласно НД с целью выявления наружных дефектов, в том числе:

- отклонений по геометрическим размерам и взаимному расположению элементов;
- поверхностных трещин всех видов и направлений;
- дефектов на поверхности основного металла и сварных соединений.

Перед визуальным контролем поверхности изделия и сварных соединений должны быть очищены от загрязнений и шлака. При контроле сварных соединений зачистке подлежат поверхность шва и прилегающие к нему участки основного металла шириной не менее 20 мм в обе стороны от шва, при электрошлаковой сварке – 100 мм.

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений производится с внутренней и наружной сторон по всей протяженности.

При визуальном и измерительном контроле сварных соединений не допускаются:

- трещины всех видов и направлений;
- непровары (неоплавление) между основным металлом и швом, а также между валиками шва;
- наплывы (натёки) и брызги металла;
- незаваренные кратеры;
- свищи, прожоги, скопления;
- отклонения размеров шва сверх установленных норм.

Выявленные поверхностные дефекты должны быть исправлены.

С одинаковой толщиной стенки максимально допустимое смещение (несовпадение) кромок свариваемых элементов с наружной стороны шва не должно превышать значений:

- при толщине S стенки трубы до 3 мм – смещение кромок $0,2S$ мм;

- при толщине S от 3 до 6 мм – смещение кромок $0,1S+0,3$ мм;
- при толщине S от 6 до 10 мм – смещение кромок $0,1S$ мм;
- при толщине S от 10 до 20 мм – смещение кромок $0,05S+1,0$ мм;
- при толщине S свыше 20 мм – смещение кромок $0,1S$ мм, но не более 3 мм.

При отрицательной температуре окружающего воздуха металл в месте сварного соединения перед сваркой должен быть просушен и прогрет с доведением температуры до положительной.

5.3. Гидравлическое испытание

С целью проверки прочности и плотности трубопровода и его элементов после окончания монтажа подлежат гидравлическому испытанию при давлении 2 кгс/см^2 . Давление при испытании должно контролироваться двумя манометрами. Для гидравлического испытания должна применяться вода, использование сжатого воздуха не допускается. Время выдержки трубопровода под пробным давлением должно быть не менее 10 минут. Производится тщательный осмотр трубопровода по всей его длине. Трубопровод и его элементы считаются выдержавшими гидравлическое испытание, если не обнаружены течи, потёки в сварных соединениях, видимые остаточные деформации, трещины или признаки разрыва.

Исправление дефектов в сварных соединениях.

1. Недопустимые дефекты, обнаруженные в процессе изготовления, монтажа, ремонта, испытания и эксплуатации, должны быть устранены с последующим контролем исправленных участков.

2. Технология исправления дефектов и порядок контроля устанавливаются проектно технической документацией, разработанной в соответствии с требованиями правил и НД. Отклонения от принятой технологии исправления дефектов должны быть согласованы с её разработчиком.

Удаление дефектов следует проводить механическим способом с обеспечением плавных переходов в местах выборок.

Максимальные размеры и форма подлежащих заварке выборок устанавливаются НД.

Допускается применение способов термической резки для удаления внутренних дефектов с последующей обработкой поверхности

выборки механическим способом. Полнота удаления дефектов должна быть проконтролирована визуально и т.д. в соответствии с требованиями НД. Если при контроле исправленного участка будут обнаружены дефекты, то допускается проводить повторное исправление в том же порядке, что и первое.

Исправление дефектов на одном и том же участке сварного соединения допускается проводить не более трёх раз.

Не считаются повторно исправленными разрезаемые по сварочному шву соединения с удалением металла шва и зоны термического влияния.

В случае вырезки дефектного сварного соединения труб и последующей сварки вставки в виде отрезка трубы два вновь выполненных сварных соединения не считаются исправлявшимися.

5.4. Монтаж трубопроводов из нержавеющей стали

Трубопроводы собирают с помощью быстроразборных муфтовых соединений, состоящих из штуцера (патрубка) с резьбой, ниппеля (конуса), накидной гайки и резиновой прокладки. Концы соединяемых труб длиной 30–40 мм обезжиривают, зачищают снаружи наждачным кругом, а изнутри – напильником. Торцы трубы также опиливают перпендикулярно к оси трубы. После зачистки концы труб промывают 0,5 %-м раствором кальцинированной соды, затем теплой водой и насухо вытирают. На концы труб до упора надевают штуцер или ниппель и крепят их с помощью сварки. Перед установкой ниппеля на трубу надевают накидную гайку.

5.5. Сварка винипластовых и полиэтиленовых труб

Сварку выполняют струей воздуха, подогретого до 200–220 °С. При температурах 150–200 °С полиэтилен и винипласт переходят в вязкотекучее состояние и при небольшом давлении способны свариваться. Горячий воздух для сварки получают в специальном сварочном пистолете, содержащем электрический нагревательный элемент или газовую горелку. Сжатый под давлением около 0,8 кгс/см² воздух подается в пистолет от компрессорной установки.

В качестве присадочного материала для сварки винипласта используют сварочные прутки диаметром 2,8–3,6 мм из хлорвиниловых смол, а для полиэтилена – прутки из полиэтилена той же марки.

В процессе сварки одновременно нагревают основной и присадочный материалы до вязкотекучего состояния, а затем уплотняют размягченный прутки струей горячего воздуха. На качество шва большое влияние оказывает температура воздуха и диаметр отверстия сопла пистолета. Оптимальная температура воздушной струи на расстоянии 5–6 мм от сопла равна 250–270 °С. Дальнейшее повышение температуры воздуха приводит к перегреву шва и потере его прочности. Регулирование температуры струи производится реостатом, включенным в цепь нагревательного элемента пистолета. Диаметр отверстия сопла принимается равным диаметру прутка присадочного материала. Скорость сварки – 0,2 м/мин; расход воздуха 2–3 м/ч.

Контрольные вопросы:

1. Как выбирают манометры для измерения давления при гидравлическом испытании?
2. Какие сварные соединения трубопроводов подлежат маркировке?
3. Какие параметры следует считать рабочими при определении категории трубопроводов питательной воды после питательных насосов?
4. Перечислите виды контроля качества сварки и сварных соединений.
5. Какие дефекты должны быть выявлены при визуальном и измерительном контроле сварных соединений?
6. С кем должны быть согласованы изменения в проекте трубопровода?
7. Какие трубопроводы должны быть покрыты тепловой изоляцией?
8. В каких случаях допускается применение резьбовых соединений на трубопроводах?

СОДЕРЖАНИЕ

1. Теоретические основы монтажа, диагностики, ремонта и безопасности эксплуатации гомогенизатора для молока и молочных продуктов.....	3
1.1. Монтаж гомогенизаторов для молока и жидких молочных продуктов.....	3
1.2. Наладка гомогенизаторов.....	4
1.3. Ремонт гомогенизатора.....	5
2. Теоретические основы монтажа, диагностики, ремонта маслоизготовителя периодического действия емкостью 2000 л	7
2.1. Монтаж маслоизготовителя периодического действия.....	7
2.2. Наладка маслоизготовителя.....	8
2.3. Ремонт маслоизготовителя емкостью 2000 л.....	10
3. Теоретические основы монтажа, диагностики, ремонта и безопасной эксплуатации ременных, цепных и зубчатых передач.....	12
3.1. Монтаж ременных и цепных передач.....	12
3.2. Ремонт деталей цепных передач.....	14
3.3. Возможные неисправности и ремонт ременных передач...	15
3.4. Ремонт зубчатых и червячных передач.....	17
4. Теоретические основы монтажа, диагностики, ремонта сепаратора.....	19
4.1. Монтаж сепараторов.....	19
4.2. Наладка сепаратора.....	22
5. Теоретические основы монтажа, диагностики, ремонта и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды в молочной и мясной промышленности.....	30
5.1. Общие положения при проектировании.....	30
5.2. Изготовление, монтаж и ремонт.....	32
5.3. Гидравлическое испытание.....	35
5.4. Монтаж трубопроводов из нержавеющей стали.....	36
5.5. Сварка винипластовых и полиэтиленовых труб.....	36



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Институт холода и биотехнологий является преемником Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ), который в ходе реорганизации (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 2209 от 17 августа 2011г.) в январе 2012 года был присоединен к Санкт-Петербургскому национальному исследовательскому университету информационных технологий, механики и оптики.

Созданный 31 мая 1931года институт стал крупнейшим образовательным и научным центром, одним из ведущих вузов страны в области холодильной, криогенной техники, технологий и в экономике пищевых производств.

В институте обучается более 6500 студентов и аспирантов. Коллектив преподавателей и сотрудников составляет около 900 человек, из них 82 доктора наук, профессора; реализуется более 40 образовательных программ.

Действуют 6 факультетов:

- холодильной техники;
- пищевой инженерии и автоматизации;
- пищевых технологий;
- криогенной техники и кондиционирования;
- экономики и экологического менеджмента;
- заочного обучения.

За годы существования вуза сформировались известные во всем мире научные и педагогические школы. В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования проводятся по 20 основным научным направлениям: научные основы холодильных машин и термотрансформаторов; повышение эффективности холодильных установок; газодинамика и компрессоростроение; совершенствование процессов, машин и аппаратов криогенной техники; теплофизика; теплофизическое приборостроение; машины, аппараты и системы кондиционирования; хладостойкие стали; проблемы прочности при низких температурах; твердотельные преобразователи энергии; холодильная обработка и хранение пищевых продуктов; тепломассоперенос в пищевой промышленности; технология молока и молочных продуктов; физико-химические, биохимические и микробиологические основы переработки пищевого сырья; пищевая технология продуктов из растительного сырья; физико-химическая механика и тепло-и массообмен; методы управления технологическими процессами; техника пищевых производств и торговли; промышленная экология; от экологической теории к практике инновационного управления предприятием.

В институте создан информационно-технологический комплекс, включающий в себя технопарк, инжиниринговый центр, проектно-конструкторское бюро, центр компетенции «Холодильщик», научно-образовательную лабораторию инновационных технологий. На предприятиях холодильной, пищевых отраслей реализовано около тысячи крупных проектов, разработанных учеными и преподавателями института.

Ежегодно проводятся международные научные конференции, семинары, конференции научно-технического творчества молодежи.

Издаются журнал «Вестник Международной академии холода» и электронные научные журналы «Холодильная техника и кондиционирование», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Экономика и экологический менеджмент».

В вузе ведется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре по 11 специальностям.

Действуют два диссертационных совета, которые принимают к защите докторские и кандидатские диссертации.

Вуз является активным участником мирового рынка образовательных и научных услуг.

www.ihbt.edu.ru
www.gunipt.edu.ru

Демидов Сергей Федорович
Москвичева Елена Владимировна

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНТАЖА,
ДИАГНОСТИКИ, РЕМОНТА И БЕЗОПАСНОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ
МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор
Т.Г. Смирнова

Титульный редактор
Р.А. Сафарова

Компьютерная верстка
Д.Е. Мышковский

Дизайн обложки
Н.А. Потехина

*Печатается
в авторской редакции*

Подписано в печать 09.10.2014. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 2,56. Печ. л. 2,75. Уч.-изд. л. 2,56
Тираж 50 экз. Заказ № С 63

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Санкт-Петербургский национальный исследова-
тельный университет
информационных технологий,
механики и оптики
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
Институт холода и биотехнологий
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

