



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра безопасности жизнедеятельности
и технологического оборудования

**Б1.0.20 ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе

МОЛОЧНЫЕ СЕПАРАТОРЫ

Направления подготовки:

19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Квалификация выпускника

Бакалавр

Уфа 2023

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета пищевых технологий

Составитель: профессор, д.т.н. Мартынов В.М.

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и технологического оборудования, канд. биол. наук Латыпова Г.Ф.

г. Уфа: ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, кафедра БЖД и ТО

1 Цель работы: ознакомиться с областью применения, изучить конструкции и правила использования сепараторов молока.

2 Содержание работы: изучить назначение, устройство, технологический процесс, регулировки, технику безопасности, техническое обслуживание и правила эксплуатации.

3 Оснащение рабочего места: сепараторы СОМ-3-1000 и СПМФ-2000, учебные плакаты, методические указания, набор ключей.

4 Назначение, устройство и технические характеристики сепараторов

Сепараторы предназначены для очистки молока от механических примесей, нормализации и разделения его на сливки и обезжиренное молоко (обрат).

Сепараторы классифицируют:

– по назначению: очистители, нормализаторы, сливоотделители, универсальные агрегаты и сепараторы специального назначения (получения высокожирных сливок, холодного сепарирования, отделения сыворотки от сгустка и др.);

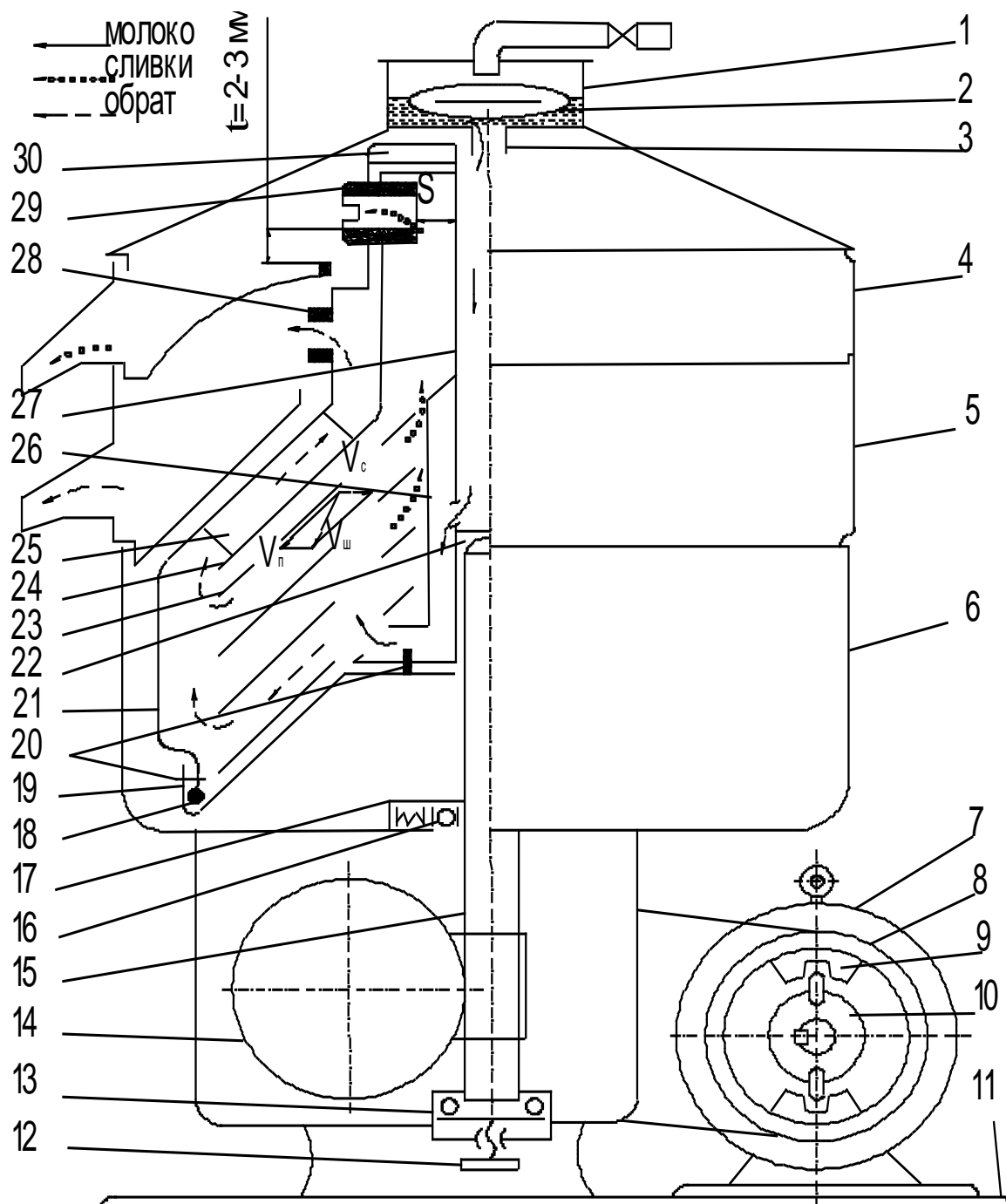
– по конструкции:

1) открытые, у которых молоко при поступлении и отводе его продуктов после сепарирования соприкасается с окружающим воздухом. Они имеют подачу до 0,3 кг/с;

2) полузакрытые сепараторы, у которых молоко при подаче на сепарирование соприкасается с окружающим воздухом, а его продукты (сливки, обрат) отводятся закрытым путем. Такие сепараторы имеют подачу от 0,5 до 1 кг/с.

3) герметические или закрытого типа сепараторы характеризуются тем, что в них и подача молока, и отвод его продуктов происходят под давлением по закрытым каналам. Их подача превышает 1 кг/с.

По зоотехническим требованиям сепараторы должны обеспечивать полную очистку молока от механических примесей, выделять из молока 95 – 98 % жира (содержание жира в оброте должно быть не более 0,05%). Предельная допустимая кислотность сепарации молока не должна превышать 21 °Т.



1 – камера поплавковая; 2 – поплавок; 3 – центральная трубка поплавковой камеры; 4 – сборник сливок; 5 – сборник обрата; 6 – корпус сепаратора; 7 – электродвигатель; 8 – шкив; 9 – колодка с фрикционной накладкой; 10 – фрикционно-центробежная муфта; 11 – основание сепаратора; 12 – винт регулировочный; 13 – опора нижняя; 14 – шестерня; 15 – вал вертикальный; 16 – опора горловая; 17 – крышка; 18 – кольцо уплотнительное; 19 – основание барабана; 20 – штифт; 21 – корпус барабана; 22 – пробка; 23 – пакет тарелок; 24 – верхняя разделительная тарелка; 25 – ребро; 26 – тарелкодержатель; 27 – центральная трубка барабана; 28 – отверстие для выхода обрата; 29 – винт регулировки жирности сливок; 30 – гайка.

Рисунок 1 – Технологическая схема сепаратора COM-3-1000

5 Сепаратор СОМ-3-1000

Сепаратор открытого типа молочный, третьей модели производительностью 1000 л/ч предназначен для разделения молока на сливки и обрат (обезжиренное молоко), а также для очистки молока от механических примесей центробежным способом.

Он комплектуется двумя барабанами – сливкоотделительным и очистительным.

5.1 Устройство сепаратора

Устройство сепаратора, укомплектованного сливкоотделительным барабаном, показано на рисунке 1. В отличие от сливкоотделительного очистительный барабан в верхней части не имеет регулировочного винта и отверстия для выхода сливок. Он имеет, как и у сливкоотделительного барабана, две прорези, расположенные диаметрально противоположно, для выхода очищенного молока. Такое их взаимное расположение уравнивает действие на вращающийся барабан реактивных сил, возникающих от истечения молока через прорези.

Кроме того, очистительный барабан снабжен пакетом тарелок меньшего диаметра без отверстий в зоне их конуса. Тарелки установлены с большими зазорами и поэтому имеют шипики или специальные пластинки большей толщины (1,5 – 3 мм), чем у тарелок сливкоотделительного барабана (0,3 – 0,5 мм).

Привод сепаратора имеет некоторые особенности. При включении электродвигателя 7 его якорь, ведущая полумуфта 10, колодка 9 с фрикционными накладками в течение нескольких секунд приобретают нормальную рабочую частоту вращения. Под действием центробежных сил колодка 9 перемещается по пазам в радиальном направлении. В период разгона фрикционная поверхность колодки проскальзывает по внутренней поверхности ведомой полумуфты и увлекает ее во вращение постепенно, а вместе с ней и шкив 8. От него вращение передается клиноременной передачей шкиву ведущей шестерни 14 и далее через червячную передачу вертикальному валу 15 и установленному на нем сепарирующему барабану. Такая конструкция привода, хотя и увеличивает время разгона барабана до 1,5 – 2 минут, зато значительно снижает пусковую мощ-

ность электродвигателя.

5.2 Технологический процесс разделения молока на обрат и сливки в сепараторе происходит следующим образом (рисунок 1).

При вращении барабана молоко поступает из трубопровода в поплавковую камеру 1. При ее заполнении молоком поплавки 2 всплывают на уровень, при котором оказываются равными приток молока из трубопровода и расход его через центральную трубку 3. Постоянный уровень молока в поплавковой камере обеспечивает постоянный напор подачи молока, что стабилизирует динамику процесса сепарирования.

По центральной рубке 3 молоко попадает в пазы тарелкодержателя 26 и через его нижние отверстия направляется по трем вертикальным каналам пакета тарелок вверх. Откуда молоко распределяется тонкими слоями по зазорам между тарелками. Под действием центробежных сил из каждого слоя молока образуется поток обезжиренного молока (обрат) и поток сливок, где концентрируются жировые шарики.

Поток молока перемещается в зазоре между тарелками со скоростью U_n . В этом потоке жировые шарики, имеющие меньшую в сравнении с обратом плотность, «всплывают», вытесняются в радиальном направлении к оси вращения барабана со скоростью U_c . В сложном движении жировые шарики перемещаются в зазоре между двумя смежными тарелками со скоростью $U_{nn} = U_n + U_c$ до соприкосновения с верхней конической поверхностью нижней тарелки. Накапливаясь на ее поверхности, они образуют слой сливок, который перемещается по этой поверхности к оси вращения барабана. Этот слой стекает с внутренней кромки тарелки и попадает в пазы тарелкодержателя, и по ним направляется вверх в кольцевую горловину верхней разделительной тарелки. Отсюда сливки выбрасываются через квадратное отверстие регулировочного винта 29 в сборник для сливок 4.

Обрат направляется на периферию тарелок, попадает в так называемую грязевую камеру – пространство, ограниченное внешними кромками пакета тарелок, основанием и корпусом барабана. Здесь под действием центробежных

сил из обрата выделяются механические примеси и другие включения, имеющие большую плотность, чем обрат. Они отбрасываются на периферию и накапливаются в виде кольцевого слоя на внутренней стенке корпуса барабана, откуда удаляются при разборке барабана вручную. Из грязевой камеры обрат поднимается вверх и перемещается по кольцевому зазору, образуемому внешней поверхностью верхней разделительной тарелки 24 и конической частью корпуса барабана 21 и его горловиной, попадает в прорези 28, откуда выбрасывается в сборник для обрата 5.

5.3 Технологический процесс очистки молока в барабане-очистителе происходит следующим образом. Молоко из поплавковой камеры 1 по центральной трубке 3, пазам тарелкодержателя 26 направляется к его нижним отверстиям, откуда выбрасывается в грязевую камеру барабана. Здесь под действием центробежных сил крупные механические примеси, имеющие большую плотность, чем молоко, отбрасываются на периферию в радиальном направлении и накапливаются в виде кольцевого слоя на внутренней стенке корпуса 21 барабана. Таким образом, происходит предварительная очистка молока.

Из грязевой камеры молоко поступает к внешним кромкам тарелок пакета и распределяется между ними тонкими слоями. Как и в молочном сепараторе, молоко очищается дополнительно под действием центробежных сил. Примеси, имеющие большую плотность, чем молоко, перемещаются в его потоке на периферию в радиальном направлении. Они накапливаются в виде подвижного слоя на внутренней конической поверхности тарелок. Перемещаясь по этой поверхности, попадают в грязевую камеру и далее отбрасываются на периферию в кольцевой слой из примесей, накопившихся ранее на внутренней стенке корпуса барабана. Эти примеси периодически удаляют при разборке барабана вручную через 1,5 – 2 часа непрерывной его работы.

Очищенное молоко перемещается по зазору между тарелками к оси вращения барабана. При сходе с внутренних кромок тарелок молоко попадает в вертикальные пазы тарелкодержателя, перемещается по ним вверх и выбрасывается через прорези корпуса в сборник для очищенного молока.

5.4 Основные регулировки сепаратора СОМ-3-1000

Для того чтобы сливки, выбрасываемые из отверстия винта 29, попадали в сборник для сливок 4, вертикальный вал и установленный на нем барабан регулируют по высоте винтом 12. При правильном их положении нижняя кромка квадратного отверстия винта 29 барабана должна быть выше кромки сборника сливок на 2 – 3 мм.

Жирность сливок регулируется винтом 29. При заворачивании винта уменьшается зазор S между входом отверстия винта 29 и центральной трубкой 3. Это увеличивает гидравлическое сопротивление для входа сливок, что способствует более длительному и тщательному сепарированию и получению более жирных сливок. И, наоборот, при вывинчивании винта 29 увеличивается зазор между его концом и центральной трубкой 3, что ведет к уменьшению жирности сливок.

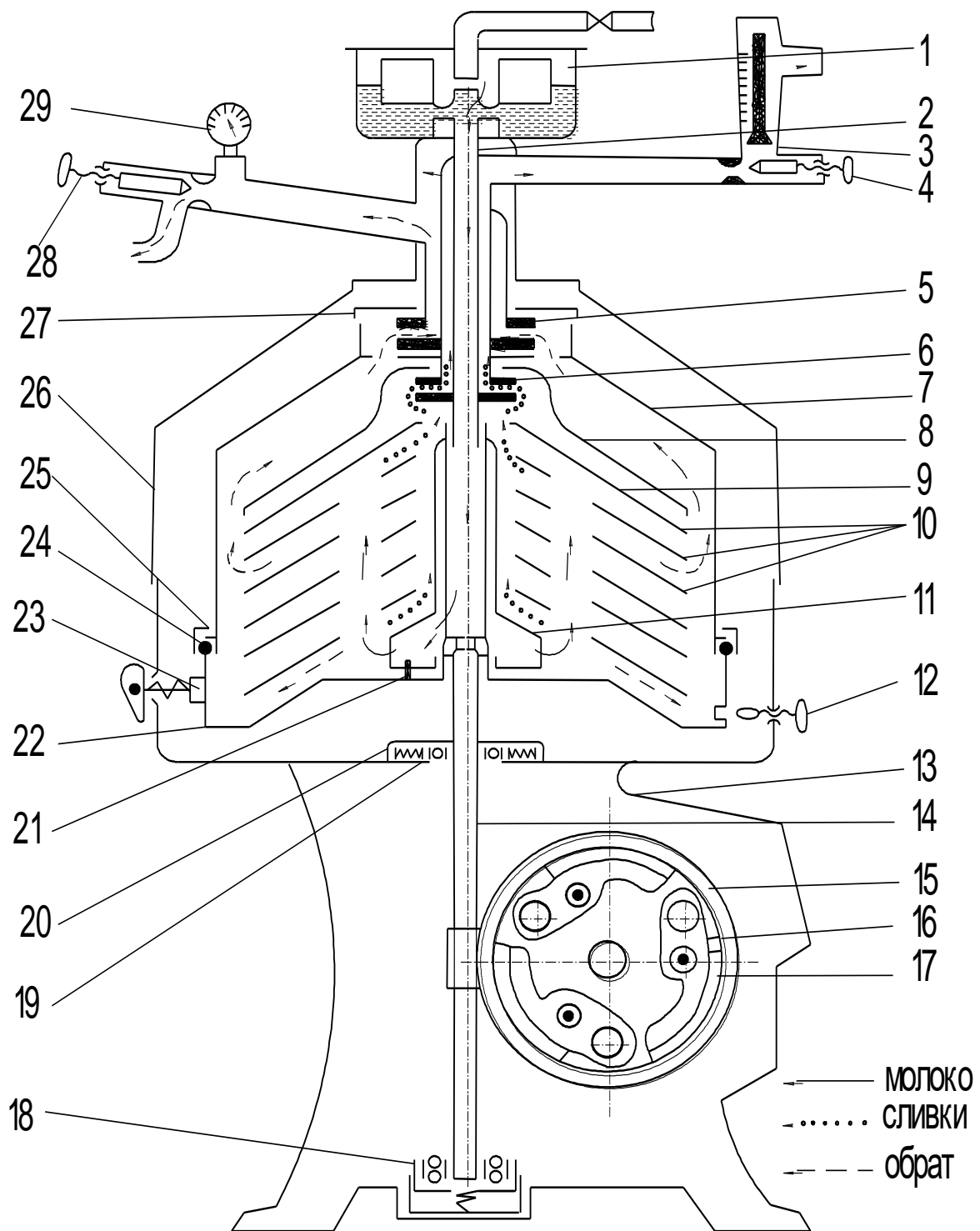
6 Сепаратор СПМФ-2000

Данный сепаратор полужакрытого типа предназначен для сепарирования молока.

6.1 Устройство сепаратора

Из рисунка 2 видно, что сепаратор СПМФ-2000 по конструкции отличается от сепаратора СОМ-3-1000. Он имеет откидывающий колпак 26, два тормоза 23 для остановки барабана, два стопора 12 для фиксации барабана при его разборке. Сепарирующие тарелки 10 барабана имеют по четыре отверстия большего размера.

Патрубок для отвода сливок снабжен сливкомером 3, а патрубок для выхода обраты – манометром 29. Патрубки снабжены винтами, которыми регулируется жирность сливок без остановки барабана. Для контроля частоты вращения барабана имеется тахометр и счетчик оборотов. Счетчик вращается медленнее барабана в 120 раз. Поэтому при определении частоты вращения барабана необходимо с помощью секундомера определить частоту вращения диска с шариком и умножить ее на 120.



1 – поплавок; 2 – центральная трубка; 3 – сливкомер; 4 – винт регулировки жирности сливок; 5 – напорная шайба обрата; 6 – напорная шайба сливок; 7 – корпус барабана; 8 – дополнительная тарелка; 9 – разделительная тарелка; 10 – пакет тарелок; 11 – тарелкодержатель; 12 – стопор; 13 – корпус сепаратора; 14 – вал; 15 – шестерня; 16 – муфта центробежная; 17 – фрикционная накладка; 18 – опора нижняя; 19 – опора горловая; 20 – крышка; 21 – штифт; 22 – основание барабана; 23 – тормоз; 24 – кольцо уплотнительное; 25 – гайка; 26 – колпак; 27 – гайка; 28 – винт регулировки давления обрата; 29 – манометр

Рисунок 2 – Технологическая схема сепаратора СПМФ-2000

6.2 Технологический процесс сепаратора СПМФ-2000 аналогичен СОМ-3-1000. Однако продукты сепарирования молока – сливки и обрат, отводятся из барабана другим способом.

После сепарирования сливки собираются в полости, ограниченной дополнительной 8 и верхней разделительной 9 тарелками. В этой полости установлена неподвижно напорная шайба сливок 6, имеющая спиралеобразные радиальные каналы. Поэтому сливки, вращаясь вместе с барабаном, попадают в спиральные каналы напорной шайбы и, перемещаясь по ним к центру ее вращения, замедляют свою скорость, вытекают в пазы и между ее ступицей и центральной трубкой 3 поднимаются под давлением вверх к патрубку для отвода сливок. Их поток проходит между расширенным корпусом патрубка и нижней частью стержня. Чем больше скорость и количество сливок, тем выше поднимается стержень. Высота подъема стержня контролируется по шкале сливкомера 3.

Обрат поднимается из грязевой камеры и направляется в зазор между дополнительной тарелкой 8 и корпусом 7 барабана и через его верхние отверстия поступает в полость размещения второй неподвижной напорной шайбы 5 обрат. Также обрат заходит в спиральные каналы шайбы 5, откуда по пазам между ступиц напорных шайб 5 и 6 под давлением направляется в отводящий патрубок. Их давление в патрубке контролируется манометром 29. Из сепаратора сливки и обрат выходят под давлением 250 кПа и могут подаваться на высоту 20 м.

6.3 Регулировку – «тарировку» жирности сливок выполняют во время работы сепаратора следующим образом. Вначале винт 4 открывают полностью, а винт 28 устанавливают в положение, при котором манометр 29 показывает давление в пределах 147 – 196 кПа (1,5 – 2 кгс/см²). Затем частично ввинчивают винт 4 регулировки и записывают величину подъема стержня сливкомера 3, давление обрат по манометру 29, берут пробу сливок и определяют их жирность лабораторным путем. Все полученные значения записывают в строчку таблицы.

Аналогичным путем определяют эти значения при других положениях винта 4, и полученные значения заносят в таблицу. Затем таблицу устанавливают на рабочее место и по ней регулируют сепаратор на получение требуемой жирности сливок.

7 Правила эксплуатации сепараторов

Сепараторы устанавливают и закрепляют на фундаменте так, чтобы вертикальный вал занимал строго вертикальное положение. Барабаны сепараторов должны быть собраны правильно, их гайки надежно затянуты.

Перед пуском привода сепаратора необходимо убедиться в легкости вращения барабана.

У сепаратора СПМФ-2000 перед пуском надо вывести стопоры 12 из пазов барабана и поставить тормоза 23 в нерабочее положение.

Проверить наличие смазки в шестеренчатой передаче. После включения привода сепаратора и полного набора частоты вращения барабаном в его поплавковую камеру следует залить теплую воду. Это исключит прилипание жировых шариков к рабочей поверхности разделительных тарелок 10. Убедившись, что барабан освободился от воды полностью, можно начать сепарирование молока. Молоко подают в поплавковую камеру, постепенно увеличивая подачу.

Перед остановкой сепаратора в конце сепарирования в барабан заливают обезжиренное молоко (обрат) для вытеснения сливок из его полостей и пропускают через него теплую воду для предварительной промывки.

Перед остановкой сепаратора отключают его электропривод, затем плавно и одновременно у сепаратора СПМФ-2000 отпускают оба тормоза барабана. Убедившись в его полной остановке, приступают к разборке барабана. Тщательно промывают его рабочие детали и устанавливают для сушки.

Категорически запрещается снимать или устанавливать приемно-отводящие устройства (например, сборника для обрата, сливок и др.) во время вращения барабана, а также тормозить вручную или посторонними предметами.

8 Техническая характеристика сепараторов

Показатели	СОМ-3-1000	СПМФ-2000
Тип сепаратора	открытый	полузакрытый
Производительность, л/ч	1000	2000
Частота вращения барабана, мин ⁻¹	8250	7200
Число тарелок в барабане, шт.	52 – 56	80
Температура сепарируемого молока, °С	35 – 45	45 – 65
Высота тарелок, мм	65	110
Продолжительность непрерывной работы до очистки барабана, ч	1,5	1,5 – 2,0
Мощность электродвигателя, кВт	0,6	2,8
Масса, кг	125	380

9 Расчет производительности сепараторов

Производительность сепаратора выполняют по формуле

$$M = \pi \cdot \beta \cdot \omega^2 \cdot d^2 \cdot Z \cdot t \cdot \operatorname{tg} \alpha (R_{\max}^3 - R_{\min}^3) \cdot 2900 / t_m^{27},$$

где M – производительность сепаратора, м³/с;

β – технологический коэффициент сепаратора, $\beta = 0,5 - 0,7$;

ω – угловая скорость, рад/с;

Z – число тарелок, шт;

α – угол наклона тарелки относительно горизонтали;

R_{\max} , R_{\min} – соответственно максимальный и минимальный радиусы рабочей части тарелок, м;

d – диаметр жирового шарика минимальных размеров, м; в расчётах принимают $d_{расч} = 1 - 3,5$ мкм;

t_m – температура молока, °С.

По одному из вариантов таблицы 2 определите производительность сепаратора, постройте график $M = f(d)$ и сделайте выводы.

Таблица 2 – Исходные данные для расчета

№ варианта	ω	Z, шт	α , град	R_{\max} , м	R_{\min} , м	t, °С	Диаметры жировых шариков d, мкм				
							1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
1	750	90	45	0,108	0,06	40	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
2	750	95	45	0,100	0,05	45	1,0	1,5	2,0	3,5	3,0
3	750	100	45	0,090	0,04	50	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
4	750	95	45	0,108	0,05	40	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
5	800	52	50	0,088	0,04	40	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
6	850	54	55	0,08	0,05	35	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
7	850	56	55	0,07	0,055	45	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

10 Контрольные вопросы

1. Назначение сепаратора СОМ-3-1000.
2. Чем отличаются рабочие тарелки сливкоотделительного барабана сепаратора от очистительного барабана?
3. Как отрегулировать жирность сливок у сепараторов СОМ-3-1000 и СПМФ-2000?
4. Для чего нужна фрикционно-центробежная муфта?
5. В какой последовательности начинают и заканчивают сепарирование молока?
6. Почему изменение температуры молока сильно влияет на производительность сепаратора?

11 Составление отчета

По работе составить отчет, в котором указать назначение сепараторов, устройство сепаратора СОМ-3-1000 (рисунок 1), отличия от него СПМФ-2000, технологический процесс, регулировки, основные правила эксплуатации и техники безопасности, краткую техническую характеристику, результаты расчетов и выводы, ответить на контрольные вопросы.

Библиографический список

1. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Л.: Колос, 1978. – 559 с.
2. Ковалев Ю.Н. Аппараты молочных линий на фермах. – М.: Агропромиздат, 1985. – 270 с.
3. Лукьянов Н.Я. Теория и расчет молочных сепараторов. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 241 с.