



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра безопасности жизнедеятельности
и технологического оборудования

Процессы и аппараты пищевых производств

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе

НАСОСЫ ДЛЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Направления подготовки:

19.03.03 Продукты питания животного происхождения

Квалификация выпускника
Бакалавр

Уфа 2022

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета пищевых технологий

Составители: профессор Юхин Г.П., доцент Катков А.А.

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 принципом работы, устройством и технологическим процессом работы насосов для молока и молочных продуктов. Ознакомиться с особенностями устройства насосов и их отдельных узлов.

2 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Изучить назначение, устройство, технологические регулировки, техническое обслуживание и правила эксплуатации, основные различия насосов, ответить на контрольные вопросы, произвести расчеты и составить отчет.

3 ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Насос центробежный молочный 36-3Ц3,5-10, насос шестеренчатый НШМ-10, насос шестеренчатый с внутренним зацеплением НРМ-2, насос винтовой П8-ОНБ, насос коловратный ОРА-10М, насос мембранный УДС-3Б, методические указания, инструменты и ключи.

4 НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РАБОТЫ

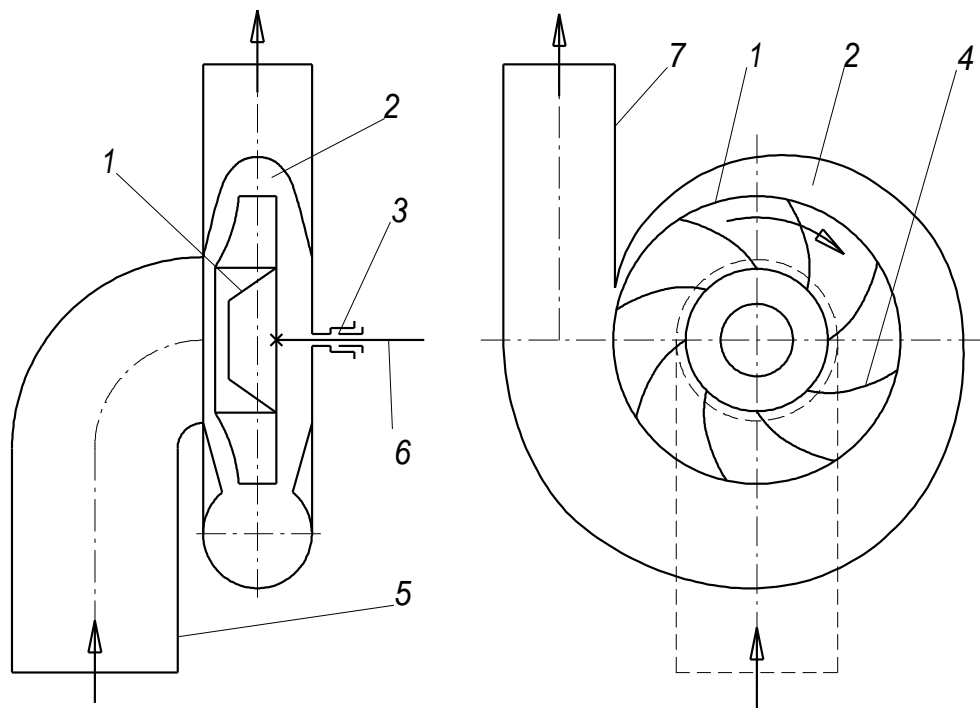
Насосы – это гидравлические машины, преобразующие механическую энергию двигателя в энергию перемещаемой жидкости. Разность давлений жидкости в насосе и трубопроводе обуславливает ее перемещение.

4.1 Центробежные насосы

Используются для транспортирования маловязких жидких молочных продуктов (молока, обезжиренного молока, пахты, сыворотки и др.) температурой не выше 90 °С (рисунок 1).

Центробежные насосы имеют вращающееся рабочее колесо 1, расположенное в корпусе, в котором имеются отверстия для подвода жидкости к ло-

пастному колесу и для отвода потока жидкости от него. В корпусе происходит преобразование энергии потока в давление. Рабочее колесо 1 представляет собой камеру, в которой расположена система лопастей 4 образующих криволинейные каналы для отвода жидкости.



1 – лопастное колесо; 2 – спиральная камера корпуса; 3 – уплотнение;
4 – лопасть; 5 – всасывающий трубопровод; 6 – вал; 7 – напорный патрубок

Рисунок 1 – Центробежный насос

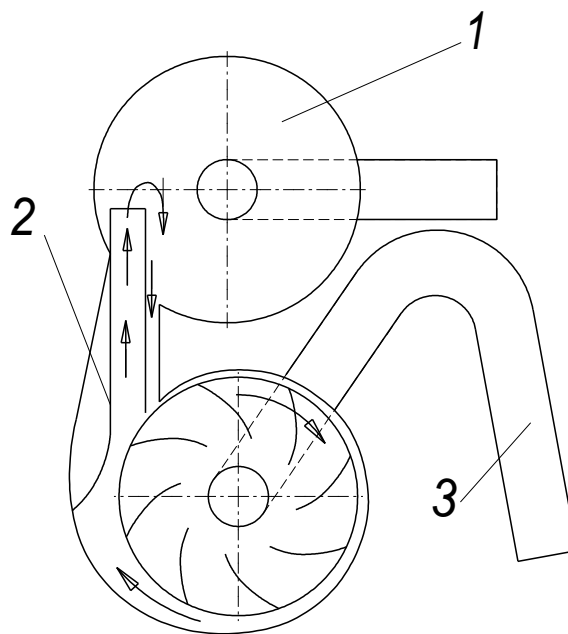
При вращении рабочего колеса 1, заполненного жидкостью, возникает силовое взаимодействие рабочего колеса с потоком, в результате чего жидкости сообщается вращательное и поступательное движение в каналах. Под действием давления и скорости жидкость из каналов рабочего колеса нагнетается в спиральный или кольцевой канал 2, а затем в напорный патрубок 7. При этом в центральной части рабочего колеса создается вакуумметрическое давление, обеспечивающее непрерывное поступление новых порций молока. Насос не может всасывать жидкость, если всасывающий трубопровод заполнен воздухом.

Самовсасывающий центробежный насос способен самостоятельно всасывать жидкость на определенную высоту, перекачивать продукт отдельными пор-

циями, он может быть установлен на несколько метров выше уровня питающего резервуара. Высота всасывания зависит от сопротивления всасывающего трубопровода и от температуры молока, но не может превышать 6-7 метров.

Принцип действия самовсасывающего насоса (рисунок 2) следующий.

Перед началом работы насос заполняют перекачиваемой жидкостью до уровня всасывающего патрубка 3. При этом заполняется рабочая камера и частично воздухоотделитель 1. При вращении рабочего колеса в начальный момент жидкость отбрасывается к периферии корпуса насоса и через сопло 2 поступает в воздухоотделитель 1, из которого по пространству между соплом и патрубком перетекает обратно в рабочую камеру насоса. В рабочей камере создается вакуумметрическое давление, воздух засасывается из трубопровода, образовавшаяся воздушно-жидкостная смесь, поступает в воздухоотделитель, откуда жидкость, освободившаяся от воздуха, возвращается в периферийную часть рабочей камеры насоса. После полного удаления воздуха из всасывающего трубопровода самовсасывающий насос начинает работать как обычный центробежный насос. После остановки насоса часть рабочей жидкости остается в колене всасывающего патрубка для обеспечения следующего пуска.



1 – воздухоотделитель; 2 – сопло;
3 – всасывающий патрубок

Рисунок 2 – Самовсасывающий центробежный насос

Характеристикой центробежного насоса (рисунок 3) называется кривая, выражающая взаимосвязь объемной подачи и напора. Здесь же наносятся кривые потребной мощности и коэффициента полезного действия (к.п.д). Характеристика насоса позволяет определить объемную подачу, мощность и к.п.д. насоса при различных напорах.

При отсутствии характеристики в условиях эксплуатации напор, потребляемая мощность и к.п.д. могут быть определены расчетным путем. Для определения приближенного значения максимального напора необходимо знать частоту вращения рабочего колеса, его диаметр и гидравлический к.п.д. Для закрытого или полузакрытого рабочего колеса с лопастями изогнутыми против направления вращения, напор (Па) определится по формуле

$$H = \varphi \cdot (\pi \cdot D \cdot n)^2 \cdot \rho / 2,$$

где φ – коэффициент напора, для указанного типа насоса составляет 0,8-0,9;

D – наружный диаметр рабочего колеса, м.

n – частота вращения рабочего колеса, с⁻¹;

ρ – плотность перемещаемой жидкости, кг/м³.

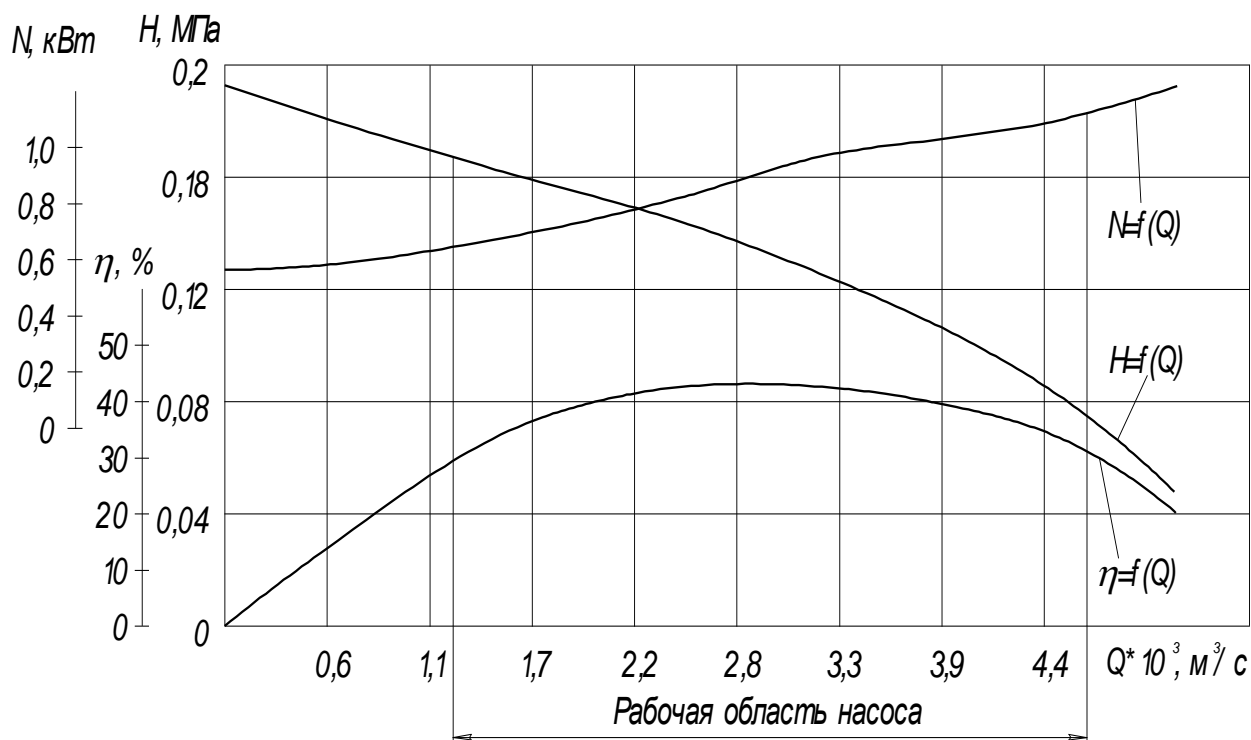


Рисунок 3 – Рабочая характеристика самовсасывающего электронасоса 36-3ЦЗ,5-10

Полезная мощность N потребляемая насосом определяется по формуле

$$N = Q \cdot H.$$

где Q – объемная подача насоса, м³/с.

4.2 Насос шестеренный НШМ-10

Предназначен для перекачивания вязких молочных продуктов с кинематической вязкостью до $0,01 \text{ м}^2/\text{с}$ и температурой до $60 \text{ }^\circ\text{C}$ на предприятиях молочной и маслодельной промышленности.

1 – ведущая шестерня; 2 – всасывающий патрубок; 3 – ведомая шестерня; 4 – рабочие полости; 5 – нагнетательный патрубок

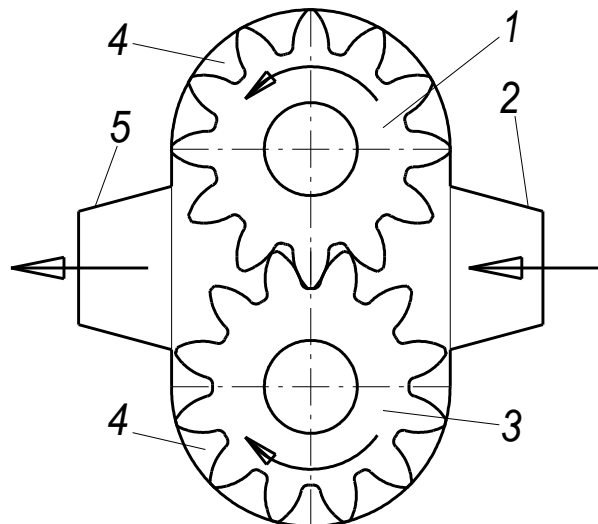


Рисунок 4 – Принципиальная схема шестеренного насоса с внешним зацеплением НШМ-10

Насос состоит из корпуса, основания и электродвигателя. Рабочим органом насоса (рисунок 4) являются две шестерни из нержавеющей стали, заключенные в латунном корпусе. Крутящий момент с вала электродвигателя передается через упругую муфту на ведущий вал насоса и затем на ведущую шестерню 1. Ведомая шестерня 3 напрессована на ведомый вал. Опорами для ведущего и ведомого валов служат бронзовые втулки, запрессованные в корпус насоса. Уплотнение между основанием и корпусом достигается сжатием резинового кольца.

Принцип работы насоса заключается в следующем: продукт поступает через всасывающий патрубок 2, заполняет свободные рабочие полости 4 и переносится в зону нагнетания, где вытесняется из рабочих полостей зубьями шестерен, входящими в зацепление.

Теоретическая подача ($\text{м}^3/\text{с}$) шестеренного насоса может быть определена по формуле

$$Q_m = 2 \cdot \pi \cdot b \cdot n \cdot m^2 \cdot z,$$

где b – ширина зуба шестерни, м; n – частота вращения, с^{-1} ; m – модуль, м; z – число зубьев.

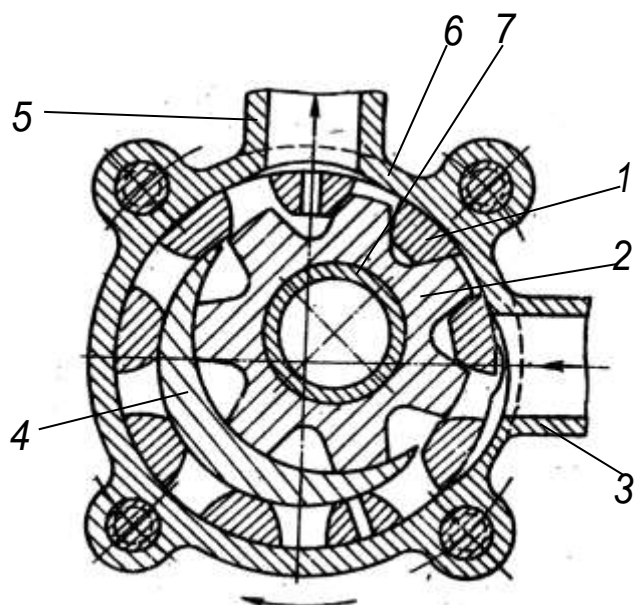
Для насоса НШМ–10 $b = 70 \text{ мм}$, $m = 6 \text{ мм}$.

4.3 Шестеренный насос НРМ-2

Насос НРМ-2 выполнен с внутренним зацеплением шестерен. Он предназначен для перекачивания молочных продуктов (сливки, смесь для мороженого, сгущенное молоко и т. п.) вязкостью не выше $0,015 \text{ м}^2/\text{с}$.

1 – зубчатый ротор; 2 – шестерня;
3 – всасывающий патрубок; 4 – серповидный выступ;
5 – нагнетательный патрубок; 6 – корпус; 7 – палец

Рисунок 5 – Принципиальная схема шестеренного насоса с внутренним зацеплением



Внутри корпуса 6 (рисунок 5) расположен зубчатый ротор 1, соединенный с валом электродвигателя. Внутри ротора эксцентрично расположена шестерня 2, так что часть ее зубьев входит в зацепление с зубьями ротора 1. Шестерня 2 надета на палец 7 и свободно на нем вращается. Палец 7 прикреплен эксцентрично к крышке, с внутренней стороны которой имеется серповидный выступ 4. Он располагается между зубьями ротора 1 и шестерни 2 и облегает почти половину наружной поверхности шестерни. Серповидный выступ 4 служит для предупреждения обратного перетекания жидкости из нагнетательной во всасывающую полость и является замыкающей поверхностью для переноса порций продукта.

Принцип работы насоса заключается в следующем. Продукт поступает через всасывающий патрубок 3 в камеру корпуса насоса, заполняет впадины между зубьями ротора 1, и шестерни 2, которые при вращении переносят порции продукта на нагнетательную полость. Здесь зубья ротора 1 и шестерни 2 входят в зацепление, и продукт вытесняется в нагнетательный патрубок 5.

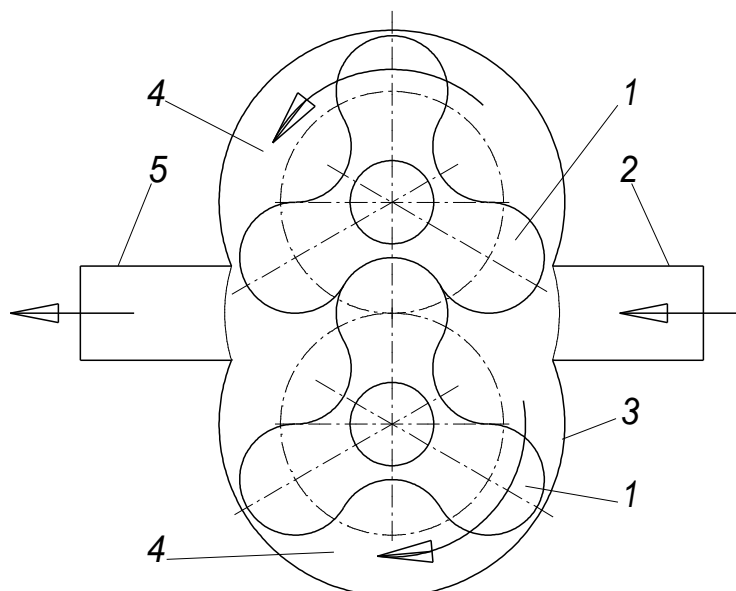
Поворотом крышки насоса относительно корпуса меняется положение серповидного выступа и шестерни относительно всасывающего патрубка. При повороте серповидного выступа по часовой стрелке уменьшаются объемы впадин в зоне всасывающего патрубка, соответственно уменьшается производительность насоса.

4.4 Насос коловратный ОРА-10

Предназначен для перекачивания по трубам вязких молочных продуктов (сливки, концентрированное и сгущенное молоко с концентрацией не выше 45%, смеси для мороженого, кисломолочные продукты) с температурой до 90 °С.

1 – ротор; 2 – всасывающий патрубок; 3 – корпус; 4 – рабочие полости; 5 – нагнетательный патрубок

Рисунок 6 – Принципиальная схема коловратного насоса ОРА – 10М

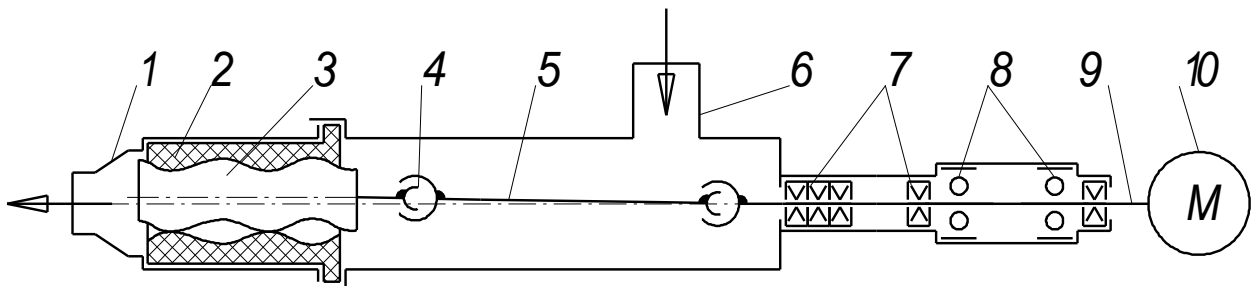


Насос роторный ОРА-10М (рисунок 6) состоит из следующих основных узлов: рамы, привода насоса, собственно насоса и кожуха. Рама насоса представляет собой сварную конструкцию из листового материала и предназначена для монтажа привода насоса, собственно насоса и регулирующих узлов. Привод насоса состоит из электродвигателя, ременной передачи, пары синхронизирующих шестерен, заключенных в корпус, и предназначен для передачи крутящего момента от электродвигателя к каждому ротору.

Принцип работы насоса заключается в следующем. Продукт в зоне всасывания, заполняет рабочие полости между лепестками роторов 1, перемещается в зону нагнетания и там вытесняется лепестками роторов в нагнетательный патрубок 5.

4.5 Винтовой насос П8-ОНД

Винтовые насосы относятся к объемным, жидкая среда в них перемещается вдоль оси вращения рабочих органов в результате периодического изменения объема занимаемой ею камеры, попеременно сообщающейся с входом и выходом насоса. Винтовые насосы имеют малое перемешивание перекачиваемой жидкости, равномерную подачу и обеспечивают хорошее всасывание. Наибольшее распространение получили одновинтовые насосы.



1 – корпус; 2 – обойма; 3 – винт; 4 – шарнир; 5 – карданный вал; 6 – всасывающий патрубок; 7 – уплотнение; 8 – подшипниковый узел; 9 – приводной вал; 10 – электродвигатель

Рисунок 7 – Схема одновинтового насоса

Винт 3 представляет собой вал круглого сечения из нержавеющей стали, изогнутый по винтовой линии с шагом t . Обойма 2 изготовлена из пищевой резины, представляет собой полый цилиндр с профилированной внутренней поверхностью в виде двухзаходного винта, шагом $T=2 \cdot t$. Винтовые поверхности обоймы 2 и винта 3 имеют одно направление вращения. Винт 3 вращается в обойме 2 без осевого перемещения, причем ось винта 3 вращается по окружности с радиусом равным эксцентриситету – e . Винтовые поверхности обоймы и винта контактируют по синусоиде (верхняя часть винта и обоймы на рисунке 7). Перемещение продукта обеспечивается за счет вытеснения его вращающимся винтом по спиральным каналам обоймы. Например, при повороте винта на 180° оба выступа винта окажутся в соответствующих впадинах обоймы, а две порции продукта переместятся при этом в сторону полости нагнетания на величину половины шага

обоймы – $T/2$. Вращение от приводного вала 9 передается на винт с помощью специального звена 5 – карданного вала, шарнира, эластичной муфты и др.

В существующих конструкциях насосов величины эксцентриситета находятся в пределах 1-8 мм. Чем меньше эксцентриситет, тем спокойней и продолжительней работает насос. Винт в упругой обойме может иметь зазор или натяг. При определенном давлении жидкости образуется небольшой зазор, через который часть продукта может перетекать из области нагнетания в область всасывания.

Действительная объемная подача винтового насоса ($\text{м}^3/\text{с}$) будет составлять

$$Q = 4 \cdot e \cdot D \cdot T \cdot n \cdot \eta_0,$$

где e – эксцентриситет, м; D – диаметр сечения винта, м; T – шаг обоймы, м; n – частота вращения винта, с^{-1} ; η_0 – объемный к. п. д., учитывающий утечки (для одновинтовых насосов колеблется в пределах 0,65-0,9).

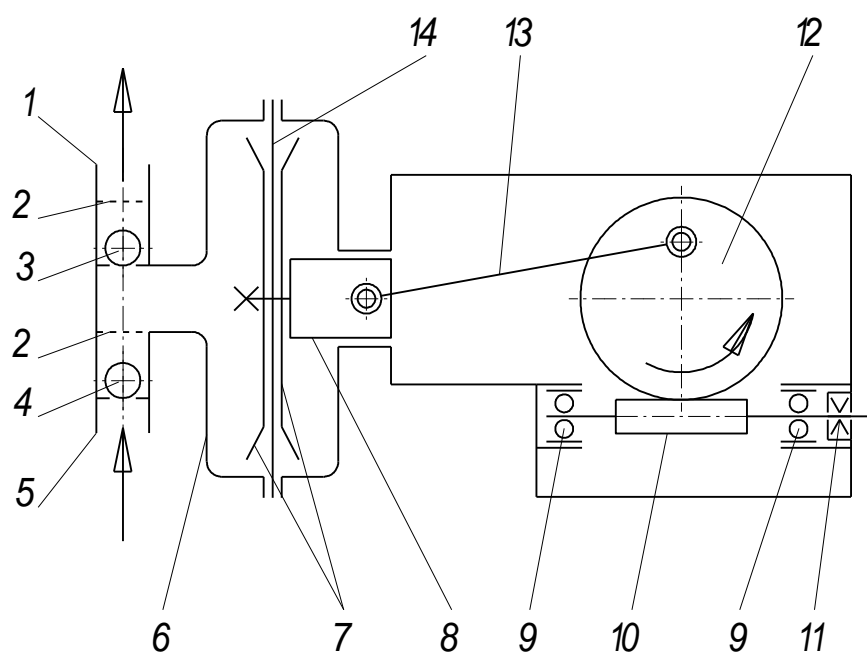
Для насоса П8-ОНД $e=7$ мм, $D=32$ мм, $T=104$ мм.

Напор одновинтового насоса определяется разностью между давлением нагнетания и давлением всасывания и складывается из перепадов давления по шагам обоймы Δp . Определенному значению напора H соответствуют определенная величина утечек $q_{\text{ут}}$ и определенная подача Q . Напор насоса не зависит от частоты вращения винта. Для насосов, работающих на давлении до 1 МПа, принимают перепад давления по шагам обоймы Δp , равным 0,15-0,25 МПа.

4.6 Мембранный насос ОНМ-6

Насос ОНМ-6 предназначен для подачи сливок жирностью 50% на охлаждение в маслообразователь, а также для подачи закваски в резервуары при производстве мягкого диетического творога отдельным способом. Его можно использовать для перекачивания сливок, сметаны и закваски вне линии.

Основным рабочим органом насоса (рисунок 8) является диафрагма 14, закрепленная между фланцами корпуса и крышкой насоса 6. Крышка насоса 6 изготовлена из нержавеющей стали.



1, 5 – нагнетательный и всасывающий патрубки; 2 – ограничитель; 3, 4 нагнетательный и всасывающий клапаны; 6 – крышка насоса; 7 – тарелки; 8 – поршень; 9 – подшипниковый узел; 10 – червячный вал; 11 – уплотнение; 12 – червячное колесо с кривошипом; 13 – шатун; 14 – диафрагма

Рисунок 8 – Схема мембранного насоса ОНМ-6

К центру мембраны 14 присоединен поршень 8. По обе стороны диафрагмы 14 установлены тарелки 7, они ограничивают изменение формы диафрагмы и воспринимают давление внутри камеры. Поршень 8 перемещается в гильзе и получает возвратно-поступательное движение от шатуна 14. Шатун надет на эксцентриковую шейку червячного колеса 12, которое получает вращение от червяка 10. Шарикоподшипники, червячная пара и трущиеся части кривошипно-шатунного механизма, смазываются при разбрызгивании масла, заливаемого внутрь корпуса. Передаточное число червячной пары равно 56. Эксцентриситет эксцентрика колеса равен 12 мм. Ход мембраны 24 мм. Вращение от электродвигателя на червяк 10 передается через клиноременную передачу. Натяжение ремней производится перемещением электродвигателя. Изменить производительность насоса можно изменением диаметра шкива и величины эксцентриситета кривошипа, т.е. изменением числа ходов мембраны в единицу

времени и величины хода мембраны. Диафрагма 14 изготовлена из пищевой резины средней твердости.

Насос работает следующим образом. При вращении червячного колеса 12 поршень 8 с прикрепленной к нему диафрагмой 14 совершает возвратно - поступательное движение. При движении диафрагмы 14 вправо в рабочей камере насоса создается вакуумметрическое давление, всасывающий клапан 4 открывается, и в камеру поступает продукт, при движении диафрагмы 14 влево объем камеры уменьшается, создается давление, нагнетательный клапан 3 поднимается, и продукт выталкивается в нагнетательный патрубок 1. В это время под давлением продукта всасывающий клапан 4 закрывается.

5 ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСОВ

Показатель	36-3Ц3,5-10	НШМ-10	НРМ-2	ОРА-10М	П8-ОНД	ОНМ-6
Объемная подача, м ³ /ч	13	10	0,2-2	10	2,25-4,6	0,5
Давление нагнетания, МПа, не более	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Частота вращения рабочих органов, с ⁻¹	47,25	15,92	15,5	15	8,8-15,8	-
Число зубьев шестерен, лопастей	4	12	9/7	3	-	-
Диаметр отверстия всасывающего и нагнетательного патрубков, мм	36	50	36	45	50	36
Установленная мощность, кВт	1,1	3	1,1	1,5	1,5	0,4
Габаритные размеры, мм						
Длина	520	800	480	630	1125	635
ширина	225	300	264	400	500	465
высота	503	350	209	360	560	428
Масса, кг	21	127	33,5	90,7	105	65

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как регулируется производительность насосов различных типов?
2. Насосы, каких типов целесообразно использовать для транспортирования вязких, а какие для маловязких молочных продуктов?
3. В каком случае применяются самовсасывающие центробежные насосы?
4. Как из рабочей характеристики центробежного насоса определить его рабочую область?
5. Насосы каких типов можно использовать в качестве дозаторов?

СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТА

В отчете необходимо описать назначение, устройство, принцип действия насосов для молока и молочных продуктов, привести принципиальные схемы насосов (по указанию преподавателя). Провести необходимые замеры, рассчитать основные характеристики насосов и сравнить полученный результат с паспортными данными. Привести ответы на контрольные вопросы.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Волчков И.И., Волчков В.И. Насосы для молока и молочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 208 с.
2. Паспорт. Насос ротационный молочный типа НРМ – 2. ЦНИИТЭИМС., Москва – 1974. – 18 с.
3. Паспорт и инструкция по эксплуатации и обслуживанию. Электронасосы центробежные для жидких молочных продуктов тип 36-1Ц1,8-12 и 36-1Ц2,8-20 марка Г2-ОПА и Г2-ОПБ. Бийск – 1989. – 14 с.
4. Паспорт. Насос шестеренный НШМ – 10. Москва – 1980. – 17 с.
5. Паспорт. Насосы роторные ВЗ-ОРА-10. Брест – 1989. – 13 с.