

Б. Л. Николаев, Л. К. Николаев

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ
МОЛОЧНОЙ, МЯСНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Насосы**

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров «Технологические машины и оборудование»

Санкт-Петербург
ГИОРД
2016

УДК 621.65/68:664

ББК 36.81-5

Н63

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. И. В. Доманский;
канд. техн. наук, проф. В. Д. Ершов

Николаев Б. Л.

Н63 Технологическое оборудование молочной, мясной промышленно-
сти. Насосы : учеб. пособие / Б. Л. Николаев, Л. К. Николаев. — СПб. :
ГИОРД, 2016. — 208 с. : ил.

ISBN 978-5-98879-193-5

В книге приведены общие сведения и определения, касающиеся насо-
сов. Даны расчетные зависимости по определению производительности,
создаваемого давления, потребляемой мощности, величины протечек
жидкости через зазоры, приведены данные по различным типам насо-
сов, применяемых в молочной и мясной промышленности. Изложено
описание эксплуатации насосов, автоматизации их работы, возможные
неисправности и способы устранения неполадок, а также рассмотрены
особенности монтажа и эксплуатации трубопроводов. Приводимые в при-
ложениях сведения о реологических характеристиках многих жиросодер-
жащих продуктов позволят более обоснованно подбирать насосы.

Книга предназначена для бакалавров и магистров, обучающихся по
направлению подготовки «Технологические машины и оборудование»,
профиль «Машины и агрегаты пищевых производств». Учебное пособие
также может быть полезно инженерно-техническим работникам пищевой
промышленности.

УДК 621.65/68:664

ББК 36.81-5

ISBN 978-5-98879-193-5

© ООО «Издательство „ГИОРД“», 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НАСОСАХ	8
1.1. Основные параметры насосов	8
1.2. Типы насосов	9
1.3. Сравнение насосов различных типов	9
1.4. Поршневые насосы	11
1.5. Плунжерные и диафрагменные насосы	14
1.6. Производительность насосов	15
1.7. Потребляемая насосами мощность	18
1.8. Шестеренные насосы с внешним зацеплением	19
1.9. Шестеренные насосы с внутренним зацеплением	21
1.10. Насосы с вращающимися поршнями	23
1.11. Пластинчатые насосы	23
1.12. Винтовые насосы	25
1.13. Центробежные лопастные насосы	27
1.14. Центробежные дисковые насосы	27
1.15. Водокольцевые насосы	33
1.16. Вихревые насосы	35

1.17. Струйные насосы	36
1.18. Трубопроводы и арматура	37
2. КОНСТРУКЦИИ НАСОСОВ	50
2.1. Центробежные насосы	50
2.2. Центробежные насосы общего назначения	62
2.3. Самовсасывающие насосы	69
2.4. Шестеренные насосы	77
2.5. Поршневые и плунжерные насосы	85
2.6. Винтовые насосы	96
2.7. Коловратные (кулачковые) насосы	105
2.8. Мембранные насосы	114
2.9. Пластинчатые (шиберные) насосы	119
3. МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАСОСОВ И ТРУБОПРОВОДОВ	125
3.1. Монтаж насосов	125
3.2. Эксплуатация насосов	128
3.2.1. Объемные насосы	128
3.2.2. Центробежные насосы	135
3.2.3. Самовсасывающие насосы	150
3.2.4. Струйные насосы	153
3.3. Монтаж и эксплуатация трубопроводов	154
ПРИЛОЖЕНИЯ	162
Приложение 1. Реологические характеристики смеси мороженого крем-брюле	163
Приложение 2. Реологические характеристики смеси мороженого молочно-шоколадного	165

Приложение 3. Реологические характеристики смеси мороженого пломбира сливочного	167
Приложение 4. Реологические характеристики смеси мороженого пломбира шоколадного	169
Приложение 5. Реологические характеристики маргарина бутербродного «Особый»	171
Приложение 6. Реологические характеристики маргарина столового «Эра»	173
Приложение 7. Реологические характеристики маргарина «Сливочный»	175
Приложение 8. Реологические характеристики кулинарного жира «Белорусский»	178
Приложение 9. Реологические характеристики кулинарного жира «Прима»	180
Приложение 10. Реологические характеристики растительного сала	182
Приложение 11. Реологические характеристики сыра плавленого «Фруктовый»	184
Приложение 12. Реологические характеристики сыра плавленого «Латвийский»	186
Приложение 13. Реологические характеристики сыра плавленого «Кисломолочный»	189
Приложение 14. Реологические характеристики сыра плавленого «Рокфор»	192
Приложение 15. Реологические характеристики сыра плавленого «Дружба»	194
Приложение 16. Реологические характеристики сыра плавленого «Невский»	197
Приложение 17. Реологические характеристики масла «Веста»	200

Приложение 18. Реологические характеристики майонеза «Провансаль для салатов» с содержанием жира 36 %	201
Приложение 19. Реологические характеристики творога жирностью 18 %	204
Приложение 20. Реологические характеристики сметаны жирностью 20 %	205
ЛИТЕРАТУРА	207

ВВЕДЕНИЕ

Насосы применяются в производстве почти всех видов пищевых продуктов. Механизация производственных процессов связана с использованием насосов для транспортировки пищевых продуктов в пределах производственного помещения и на погрузочно-разгрузочных площадках, для перекачивания продуктов из одной емкости в другую, для продвижения продуктов через аппараты в технологических линиях их обработки.

Развитие пищевой промышленности — увеличение выпуска пищевых продуктов, автоматизация производства — требует широкого применения насосов. Выбор насоса в зависимости от свойств продукта и особенностей технологического процесса имеет большое значение для обеспечения необходимых условий производства различных пищевых продуктов.

Нередко в процессе эксплуатации насосы работают в режимах, отличных от паспортных данных. В этих и ряде других случаев требуется определить производительность, создаваемое давление и другие параметры насосов. В книге приводятся расчетные зависимости для всех типов насосов. Для каждой отрасли описаны только те разновидности каждого типа насосов, которые наиболее широко применяются в ней. Описание отдельных видов насосов осуществляется в следующем порядке: назначение, устройство, принцип действия и техническая характеристика. В отдельных случаях во избежание повторения материала описание дается в сжатой форме.

Наряду с отечественными насосами рассматриваются насосы зарубежных фирм (Швейцария, США, Италия, Швеция, Германия, Франция), применяемые на наших заводах или представляющие в будущем интерес для пищевой промышленности.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НАСОСАХ

Насосы — это гидравлические машины, предназначенные для перемещения жидкостей. Насосы перемещают жидкости по трубопроводам, перекачивают жидкости из одной емкости в другую в пределах цеха или завода, нагнетают жидкости под давлением в аппараты.

К насосам, применяемым в пищевой промышленности, предъявляются следующие требования:

- части насосов, соприкасающиеся с продуктом, должны быть изготовлены из инертных к пищевым жидкостям материалов;
- конструкция насосов должна предусматривать наименьшее механическое воздействие на перекачиваемые продукты, равномерную подачу, удобное и легкое присоединение к трубопроводам, гладкие внутренние поверхности, легкую и быструю разборку и сборку, наименьшие массу и габариты, сочетание гигиенических норм с современными требованиями технической эстетики;
- установка насосов на полу помещения должна быть наиболее простой, удобной для быстрого перемещения насоса на другое место;
- рабочие органы насосов должны быть износостойкими при перекачивании жидкостей с абразивными частицами.

Конструкция насоса значительно влияет на ход технологического процесса и на качество пищевых продуктов. Это следует учитывать при выборе типа насоса. Так, для подачи жидкости под давлением через другие аппараты необходимо выбирать насосы, обеспечивающие постоянную производительность, равномерную подачу и необходимое давление.

1.1. Основные параметры насосов

К основным параметрам насоса относятся производительность, создаваемое давление, мощность и коэффициент полезного действия.

Производительность, или подача насоса, — это объемное количество жидкости, подаваемое насосом в единицу времени.

Для создания давления в трубопроводах, необходимого для перемещения жидкостей, применяют насосы различных конструкций. Мощность, передаваемая насосом жидкости, считается полезной; мощность, передаваемая электродвигателем на вал насоса, — потребляемой; потребляемая мощность больше полезной на величину потерь.

Коэффициент полезного действия насоса представляет собой отношение полезной мощности насоса к потребляемой; выражается в долях единицы или в процентах и характеризует степень совершенства насоса.

1.2. Типы насосов

В молочной и мясной промышленности для перекачивания сырья и продукта применяются следующие насосы: поршневые, плунжерные, мембранные (диафрагменные), шестеренные с наружным и внутренним зацеплением, с вращающимися поршнями: коловратные, пластинчатые; винтовые с одним или несколькими винтами; центробежные лопастные и дисковые; водокольцевые и вихревые: самовсасывающие и струйные (см. ГОСТ ISO 17769-1—2014).

1.3. Сравнение насосов различных типов

Поршневые насосы применяют для перекачивания небольших количеств жидкости при высоких давлениях и высоковязких жидкостей.

Шестеренные насосы наиболее пригодны для перекачивания вязких, не содержащих твердых взвесей жидкостей при больших давлениях (до 15,0 МПа) и просты по конструкции: в них нет клапанов или золотников. Это позволяет быстро разбирать и собирать их, что необходимо при работе с пищевыми скоропортящимися продуктами. Однако шестеренные насосы имеют меньший механический КПД по сравнению с поршневыми, так как в них происходит значительная деформация и перетирание перекачиваемого продукта в межзубьевых пространствах и по торцевым поверхностям шестерен.

Лопастные насосы роторного типа по сравнению с центробежными имеют следующие преимущества: перекачивают вязкие и липкие материалы, так как при погружении лопасти в гнездо прилипшая масса снимается; изготавливаются с малой частотой вращения при значительном давлении, так как в них давление создается не за счет окружной скорости, а за счет вытеснения объема жидкости; изменяют производительность без изменения давления. Для хорошо выполненных насосов коэффициент подачи насоса равен 0,8–0,95. Величина этого коэффициента зависит от давления, вязкости перекачиваемого продукта и способа подачи его во всасывающую трубу. Насосы, применяемые для перекачивания вязких жидкостей, необходимо устанавливать значительно ниже емкости, из которой откачивается жидкость.

Широко распространены центробежные насосы, имеющие по сравнению с поршневыми следующие преимущества: равномерность подачи, быстроходность, компактность (возможно непосредственное соединение с электродвигателем), простота устройства, возможность перекачивания загрязненных жидкостей благодаря большим зазорам между кожухом и колесом и отсутствию клапанов. Кроме того, для установки центробежных насосов не требуется массивных фундаментов. Недостатки центробежных насосов: уменьшение производительности с увеличением давления, резкое снижение КПД при малой производительности, необходимость заливки насоса и всасывающей трубы жидкостью перед пуском насоса в случае установки его выше уровня перекачиваемой жидкости.

В настоящее время центробежные насосы вытесняют поршневые в области как больших, так и небольших подач при умеренных давлениях.

Самовсасывающие насосы по сравнению с центробежными обеспечивают перекачивание жидкости даже в том случае, если они установлены выше ее уровня, причем для первоначального пуска и обеспечения самовсасывания насос заливается перекачиваемой жидкостью на $1/3$. При каждом последующем пуске насоса всасывание осуществляется за счет оставшейся в корпусе жидкости.

Самовсасывающие насосы, в отличие от поршневых, имеют довольно простую конструкцию.

Струйные насосы отличаются простотой устройства (отсутствие движущихся частей), но имеют низкий КПД (не выше 30–35%). Эти насосы могут быть изготовлены из химически стойких материалов.

1.4. Поршневые насосы

Поршневой насос простого действия (рис. 1.4.1) состоит из цилиндра 1, поршня 2, штока 3 и клапанной коробки 4 с двумя клапанами: всасывающим 5 и нагнетательным 6.

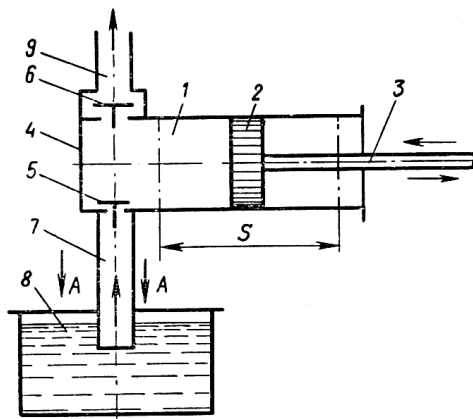


Рис. 1.4.1. Схема поршневого насоса простого действия

Шток соединен с кривошипно-шатунным механизмом и при работе насоса совершает возвратно-поступательное движение. Пространство между клапанами и поршнем называется рабочей камерой насоса. Клапаны пропускают жидкость только в одном направлении. При ходе поршня вправо в рабочей камере создается разрежение. Из приемной емкости 8 жидкость под действием атмосферного давления по всасывающему трубопроводу 7 проходит через всасывающий клапан 5 и заполняет рабочую камеру. Таким образом, при движении поршня слева направо происходит всасывание. При движении поршня справа налево всасывающий клапан закрывается, поршень давит на находящуюся в рабочей камере жидкость, и она через клапан 6 вытесняется в нагнетательный трубопровод 9. В этом случае происходит нагнетание. Таким образом, поршневой насос действует периодически, в результате чего создаются перепады давления в нагнетательном трубопроводе. С целью уменьшения перепадов давления на нагнетательном трубопроводе устанавливают воздушный колпак, представляющий собой сосуд цилиндрической формы со сфериче-