

Министерство образования Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет
низкотемпературных и пищевых технологий



Кафедра техники пищевых
производств и торговли

СХЕМА И КАРТА СМАЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Методические указания
к лабораторной работе по курсу
«Монтаж, диагностика и ремонт оборудования»
для студентов специальности 170600
всех форм обучения

Санкт-Петербург 2002

УДК 637.523.005

Арсеньев В.В., Верболоз Е.И. Схема и карта смазки оборудования: Метод. указания к лабораторной работе по курсу «Монтаж, диагностика и ремонт оборудования» для студентов спец. 170600 всех форм обучения. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2002. – 25 с.

Содержится методика выбора смазочных материалов. Рассмотрены вопросы рациональной эксплуатации технологического оборудования пищевых производств. Рекомендованы методы расчета, схемы и карты смазки для основного технологического оборудования.

Рецензент

Доктор техн. наук, проф. В.В. Пеленко

Одобрены к изданию советом факультета техники пищевых производств и методической комиссией факультета заочного обучения и экстерната

© Санкт-Петербургский государственный
университет низкотемпературных
и пищевых технологий, 2002

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ И ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ К НЕЙ

Целью настоящей работы является ознакомление студентов с методикой выбора смазочных материалов и составления карты и схемы смазки технологического оборудования.

Студент обязан за несколько дней до занятий подготовиться к работе по методическим указаниям и соответствующим разделам лекций и рекомендуемой литературе, усвоить цель работы, знать способы смазки трущихся пар, периодичность смазки оборудования и нормы расхода смазочных материалов.

1.1. Общие понятия о трении и износе

При движении одной детали по другой всегда возникает трение. Детали в этом случае называются трущимися парами, а их соприкасающиеся поверхности – трущимися поверхностями.

Под силой трения понимают силу сопротивления, которую нужно преодолеть, чтобы заставить деталь, прижатую с некоторой силой к другой детали, двигаться по её поверхности. Этот вид трения называется трением скольжения.

В том случае, когда шарик или ролик катится по поверхности или детали перекатываются друг по другу, между ними возникает трение качения, которое при одинаковых силах, прижимающих детали друг к другу, меньше трения скольжения примерно в 10 раз.

Одной из главных причин вредного влияния трения при рабочих движениях деталей машин являются неровности, которые всегда имеются на трущихся поверхностях даже при самой тщательной механической обработке.

Средние значения величин этих неровностей для некоторых видов следующие:

- чистовая обработка и расточка твердыми сплавами, чистовое шлифование, шабрение от 2,5 до 6,0 мкм;
- алмазная обточка и расточка, очень чистое шлифование от 1,0 до 2,5 мкм;
- хонингование, полирование, притирка от 0,1 до 1,0 мкм.

В зависимости от наличия и толщины смазочного слоя между трущимися поверхностями согласно теории гидродинамической смазки различают 4 вида трения: сухое, граничное, полужидкостное и жидкостное.

Сухое трение возникает при полном отсутствии смазки и сопровождается интенсивным износом.

Граничное трение возникает у всех поверхностей скольжения при пуске и остановке машины или при ее работе с малым числом оборотов и большой нагрузкой, когда масляная граничная пленка настолько тонка, что течение масла между трущимися поверхностями отсутствует.

Полужидкостное трение создается, когда толщина слоя масла недостаточна или этот слой не образует непрерывной масляной пленки, и в некоторых местах между трущимися поверхностями возникают небольшие островки, где имеет место непосредственное соприкосновение деталей. В условиях полужидкостного трения нагревание и износ деталей несколько меньше, чем при граничном трении.

Жидкостное трение возможно только при наличии нормативного смазочного слоя между трущимися поверхностями, полностью разъединяющего их, когда непосредственное трение металлических поверхностей заменяется внутренним трением слоев смазочного материала. Согласно теории жидкостного трения сила трения внутри смазочного слоя возрастает пропорционально вязкости масла и наоборот.

Потери энергии на трение учитываются коэффициентом трения. Коэффициент трения скольжения выражается отвлеченным числом, а коэффициент трения качения – в сантиметрах.

Трение определяет износ и нагрев трущихся поверхностей, а также их КПД.

Для работы трущихся пар самым благоприятным режимом является режим жидкостного трения.

Граничное и полужидкостное трение сопровождается разрушением граничной пленки смазки и соприкосновением неровностей трущихся поверхностей. Такое зацепление создает большую силу трения, интенсивный износ пар, повышение их температуры. Самым неблагоприятным режимом работы является режим сухого трения.

1.2. Основные сведения о смазочных материалах

Выбор смазочных материалов и условий смазки основывается на расчетах (например, расчет смазки подшипников скольжения) или на экспериментальных данных и опыте эксплуатации (например, выбор смазки для зубчатых передач).

В качестве смазочных материалов используют жидкие нефтяные и синтетические смазочные масла, пластичные (старое название – консистентные) и твердые смазки, а также воду, воздух и другие газы. Наибольшее распространение имеют нефтяные смазочные масла и пластичные смазки. Сырьем

для получения нефтяных смазочных масел является мазут, который получают из нефти после отгона светлых продуктов – бензинов и керосинов.

Нефтяные масла разделяют на масла общего назначения – промышленные и специальные (турбинные, автомобильные, автотракторные, авиационные и др.). Специальные масла отличаются от общих наличием особых свойств, необходимых для соответствующих областей применения.

Важнейшей характеристикой жидких масел, используемой при их подборе, является вязкость. При подборе учитывают также температуру застывания, температуру вспышки, наличие примесей и т. п. Работоспособность смазки зависит и от способности защищать поверхности трения от заедания (схватывание и перенос металлов) и задиров (глубокие и широкие борозды в направлении скольжения).

Для улучшения эксплуатационных свойств смазок применяют различные примеси. Так, для повышения смазочной способности к нефтяным маслам добавляют растительные жиры, жирные кислоты и другие примеси.

Синтетические смазочные жидкости (гликоли, силиколи, фторуглероды и хлоруглероды) применяют при особых условиях эксплуатации, например, при высоких или низких температурах.

Пластичные смазки представляют собой масла, загущенные мылами, парафином или другими веществами. При малых нагрузках эти смазки проявляют свойства твердых тел (сохраняют первоначальную форму и не растекаются), при определенных критических нагрузках – деформируются (текут подобно жидкости), а при снятии нагрузки снова обретают свойства твердых тел.

Пластичные смазки хорошо удерживаются в механизмах и не требуют сложных уплотнений. Наибольшее распространение получили смазки общего назначения – солидолы, жировая 1–13, консталины, а также специальные высокотемпературные ЦИАТИМ-221 и низкотемпературные ЦИАТИМ-201.

Солидолы синтетические (солидол С и пресс-солидол С) и жировые (УС-1, УС-2, УС-3) получают в результате загущения масел кальциевыми мылами жирных кислот. Солидолы водостойки, в их состав входит вода, которая служит стабилизатором структуры.

Консталин (УТ-1, УТ-2) отличается от жировой смазки 1–13 большей температурой применения (до 120 °С).

Твердые смазки (графит, дисульфид молибдена) применяют в виде порошков или паст при особых условиях эксплуатации – при низких или высоких температурах, глубоком вакууме, в случаях, когда не допускается загрязнение среды жидкими или пластичными смазками. Воду применяют для смазки подшипников скольжения из резины, текстолита или пластифици-

цированной древесины; воздух и газы – для небольших малонагруженных и очень быстроходных подшипников скольжения.

Некоторые параметры, характеризующие свойства масел

Вязкость минеральных масел измеряется в единицах динамической и кинематической вязкости. Динамическая (абсолютная) вязкость выражает собой силы внутреннего трения между слоями жидкостей и газов.

Кинематической вязкостью, или удельным коэффициентом внутреннего трения, называют отношение динамической вязкости к плотности жидкости при одной и той же температуре. Размерность кинематической вязкости в системе СИ и МКС одинаковая – миллиметры квадратные в секунду. Динамическая вязкость применяется при гидродинамических расчетах вязкости масел для смазки трущихся поверхностей, а кинематическая – для расчета прокачиваемости масла по трубопроводам. Динамическую и кинематическую вязкость определяют приборами, называемыми капиллярными вискозиметрами.

С повышением температуры вязкость масел снижается. При повышении температуры минеральных масел общего назначения от 50 до 100 °С их кинематическая вязкость уменьшается в 3–6 раз, а от минус 20 до 20 °С – в 15 раз и более.

Температура вспышки – это та температура, при которой пары масла образуют с окружающим воздухом смесь, воспламеняющуюся при поднесении к ней пламени. Эта температура служит показателем испаряемости и огнеопасности масла.

При сравнении двух видов масел примерно одинаковой вязкости лучшим считается то, которое имеет более высокую температуру вспышки.

Температура застывания масла характеризует потерю его подвижности при низкой температуре, т. е. когда масло после наклонения стандартной пробирки под углом 45° остается неподвижным в течение 1 мин. Застывая, масло теряет подвижность, что приводит к сильному износу трущихся деталей, увеличивает расход электроэнергии и затрудняет холодный запуск машин.

Выбор смазочных материалов

Жидкие минеральные масла имеют преимущества по сравнению с пластичными смазками. Они стабильные по структуре, могут использоваться при больших оборотах и высоких температурах, пригодны для работы при

низких температурах, смазывать ими детали можно без разборки и промывки узла.

Недостатки жидких смазок – сложность уплотнения смазываемых узлов из-за повышенной текучести масел; необходимость частого пополнения, что требует установки специальных устройств.

Достоинствами пластичных смазок являются:

– способность не вытекать из смазываемого узла, что упрощает его уплотнение;

– возможность продолжительной (до 6 мес.) эксплуатации узла без замены в нем смазки.

Недостатки пластичных смазок:

– высокая вязкость, что исключает их применение при высоких числах оборотов;

– необходимость поддетальной разборки узла при замене смазки.

1.3. Смазка отдельных трущихся пар

Смазка подшипников скольжения

При вращении вала масло, заполняющее серповидное пространство между цапфой и вкладышем, будет стекать по цапфе. На самом узком участке серповидного пространства, где слой смазки будет иметь наименьшую толщину, образуется масляный клин. Проходя через самую узкую часть клинового зазора, масло приподнимает цапфу, принимая на себя ее нагрузку. Это понимается как несущая способность подшипника, которая увеличивается с уменьшением толщины смазочного слоя. Для рациональной работы давление в масляном клине достигает большей величины.

Необходимая вязкость смазки определяется исходя из закономерностей гидравлической теории смазки, согласно которой толщина минимального масляного клина равна

$$h_{\min} = \frac{d_{\text{в}} w \mu_t d_{\text{п}}}{18,9 \cdot P S C},$$

где h_{\min} – наименьшая толщина слоя масла в клиновидной щели, м; $d_{\text{в}}$ – диаметр шейки вала, м; μ_t – динамическая вязкость масла при рабочей температуре, Па·с; w – угловая скорость, рад/с, $w = 0,105n$; P – удельное давление на подшипник, Па; S – зазор между отверстием и валом, мм, $S = d_{\text{п}} - d_{\text{в}}$; C – коэффициент, учитывающий длину подшипника, $C = 1 + d_{\text{в}}/l$; $d_{\text{п}}$ – диаметр подшипника, м.

Для обеспечения режима жидкостного трения толщина слоя масла в 1,5–2 раза должна превышать сумму неровностей поверхностей подшипника и вала, что достигается при соблюдении условия

$$h_{\min} > h_{\text{кр}} = \delta_{\text{п}} + \delta_{\text{в}},$$

где $\delta_{\text{п}}$, $\delta_{\text{в}}$ – наибольшие высоты неровностей (выступов) поверхностей подшипника и вала соответственно, мм.

Численные значения $\delta_{\text{п}}$, $\delta_{\text{в}}$ зависят от шероховатости поверхности и находятся по табл. 1.

Таблица 1

Шероховатость поверхности R_z	Значение	Шероховатость поверхности R_z	Значение
20	0,026	0,63	0,0032
2,5	0,013	0,32	0,0016
1,25	0,0064	0,16	0,0008

Выбор класса чистоты сопрягаемых поверхностей в подшипниках производится по нормам машиностроения, представленным в табл. 2, где также приведены значения зазора в зависимости от посадки в системе отверстия.

Таблица 2

Диаметр, мм	Класс точности				Посадка		
	2-й		3-й		H7/f 7	H8/c8	
	Вал	Отверстие	Вал	Отверстие			
От 3 до 6	9	8	8	7	0,01–0,032	0,015–0,051	
6–10			7		7	0,013–0,043	0,023–0,061
10–18						6	7
18–30	8	7		0,02–0,063			
30–50			0,025–0,077	0,05–0,112			
50–80			6	7	0,03–0,09	0,065–0,135	
80–120	6	7			0,04–0,11	0,08–0,16	
120–180			7	6	6	7	0,05–0,13

Поскольку с повышением температуры вязкость смазки понижается, для определения динамической вязкости при рабочей температуре t по известному значению $M50$ (при $t = 50$ °С) пользуются формулой

$$Mt = M50 (50/t)^m,$$

где $m = 2$ при $v < 20$ мм/с; $m = 2,5$ при $20 < v < 50$ мм/с; $m = 3$ при $v > 50$ мм/с.

Кинематическая вязкость смазочных материалов определяется по формуле

$$v = M/\rho,$$

где ρ – плотность смазки, кг/м³; v – кинематическая вязкость, м²/с;

По найденному значению v 50 выбирается сорт смазки по табл. 3 с учетом особенностей узла трения.

Подача смазки к трущимся поверхностям подшипника скольжения производится несколькими способами. Наиболее простыми смазками являются: непрерывная, циркуляционная; кольцевая, осуществляемая посредством кольца; ручная; капельная или фитильная.

Таблица 3

Наименование масла	Вязкость кинематическая v 50, мм ² /с	Температура вспышки, °С	Температура застывания, °С	Основное назначение
Масло для высокоскоростных механизмов Л (велосит)	4–5,1	–	–25	Для точных механизмов с малой нагрузкой и при больших числах оборотов
Масло для высокоскоростных механизмов Т (вазелиновое)	5,1–8,5	–	–20	То же
Приборное (МВП)	6,3–8,5	–	–60	Для КИП, работающих при низких температурах (в холодильной камере)
Сепараторное Л	6,1–10	135	+5	Для подшипников центрифуг и легких сепараторов, автоматов для расфасовки пищевых продуктов

Наименование масла	Вязкость кинематическая ν 50, мм ² /с	Температура вспышки, °С	Температура застывания, °С	Основное назначение
Индустриальное 12 (веретенное 2)	10–14	165	–30	Для средних сепараторов, холодильных машин, подшипников быстроходных машин. Для подшипников с кольцевой смазкой с окружной скоростью до 3 м/с
Сепараторное Т	14–17	165	+5	Крупные сепараторы и скоростные машины с малыми нагрузками
Индустриальное 20 (веретенное 3)	17–23	170	–20	Для подшипников с кольцевой смазкой, электродвигателей мощностью 10 кВт, центробежных насосов, зубчатых передач, трансмиссии, подшипников средненагруженных
Индустриальное 30 (машинное Л)	27–33	180	–15	Для валов, зубчатых передач, центробежных насосов, металлорежущих станков с большой нагрузкой и малыми скоростями
Индустриальное 45 (машинное С)	38–52	190	0	Для тяжелых машин и станков с малой скоростью, для редукторов червячных, цилиндрических, цилиндро-конических, кривошипно-шатунных механизмов (для тех же узлов, что и индустриальное 30, но с повышенной температурой)

Наименование масла	Вязкость кинематическая ν 50, мм ² /с	Температура вспышки, °С	Температура застывания, °С	Основное назначение
Индустриальное 50 (машинное СУ)	42–58	200	–20	То же при повышенных нагрузках и малых скоростях (назначается в особых случаях)
Цилиндровое 11 (цилиндровое 2)	9–13 при 100 °С	215	+5	Для червячных передач, редукторов большой мощности, тихоходных механизмов, паровых насосов с давлением до 0,5 МПа, для машин и арматуры, работающих на насыщенном паре
Цилиндровое 38 (цилиндровое 6)	32–44 при 100 °С	300	+17	Для машин и арматуры, работающих на перегретом паре, и механизмов, работающих при высоких температурах
Компрессорное М	8,5–14 при 100 °С	–	–	Для одноступенчатых компрессоров низкого давления и двухступенчатых среднего давления
Компрессорное Т	15–21 при 100 °С	–	–	Для многоступенчатых компрессоров повышенного давления
Трансформаторное	33	–	–	Для заливки трансформаторов, масляных выключателей и другой высоковольтной аппаратуры

Тяжело нагруженные подшипники скольжения необходимо обеспечивать обильной жидкой циркуляционной смазкой, подаваемой насосом под давлением от 0,05 до 0,35 МПа. Ручная смазка, а также капельная и фитильная применяются только в неответственных подшипниках, работающих с малой скоростью и большими перерывами, когда нецелесообразно использовать циркуляционную смазку.

Периодичность смазывания маслом – один-два раза в смену при ручной смазке.

В табл. 4 приведены нормы расхода масла в граммах для подшипников скольжения при капельной и фитильной смазке.

Таблица 4

Диаметр вала, мм	Скорость вращения вала, 1/с							
	1	1,5	2,5	4,0	6,0	8,0	11,0	15,0
	Расход масла, г, за 8 ч работы							
30	1	1	3	6	7	10	14	20
40	1	2	6	9	12	18	24	34
50	3	5	9	14	20	29	40	68
60	5	10	14	22	31	45	62	90
70	7	13	19	32	44	63	88	127
80	9	17	26	42	59	84	118	168
90	11	22	33	54	76	108	152	216
100	14	28	42	72	96	140	196	280
110	18	34	52	88	120	172	240	344
120	22	42	62	104	144	208	288	–
130	26	51	77	128	180	256	360	–
140	30	61	91	152	212	304	–	–
150	35	70	106	176	246	352	–	–

Для тихоходных валов применяют пластичные смазки, которыми также целесообразно смазывать подшипники скольжения, установленные в труднодоступных для смазки местах или в открытых и пыльных помещениях.

Режим смазывания подшипников пластичной смазкой рекомендуется применять в соответствии с данными табл. 5. Расход пластичной смазки за 8 ч работы при ручной набивке подшипника скольжения (втулки) равен 0,5 г.

Таблица 5

Система смазки	Условия работы	Режим смазывания
Централизованная	Непрерывная работа деталей при тяжелых температурных условиях и с большой нагрузкой	2–3 раза в смену
	Непрерывная работа, но в нормальных температурных условиях	2 раза в смену (перед началом и в середине смены)
Смазка шприцем через пресс-масленку	Периодическая работа деталей при незначительной нагрузке	1 раз в смену перед началом работы
	Периодическая работа деталей при малой нагрузке	1 раз в одни – двое суток
Ручная смазка колпачковой масленкой	Кратковременная работа деталей	1–2 раза в неделю

Сорт пластичной смазки для подшипников скольжения выбирается из табл. 6 с учетом особенностей узла трения.

Таблица 6

Наименование смазки	Основное назначение
Универсальная низкоплавкая УН-1 (вазелин технический)	Для подшипников скольжения с малыми нагрузками при $t < 35$ °С. Для защиты от коррозии и для консервации деталей при хранении
Универсальная низкоплавкая УН-2 (вазелин технический высокоплавкий)	То же при $t < 45$ °С
Универсальная УН-3 (пушечная смазка)	Для защиты от коррозии при хранении
Универсальная среднеплавкая УС-2, УС-3, УС-М (солидол жировой марок Л и М)	Для подшипников скольжения и других пар трения, работающих при малых и средних нагрузках и скоростях при температуре 55–75 °С
Универсальная смазка УС-Т (солидол эмульсионный)	То же при $t < 75$ °С. Заменитель жирового солидола
Мазь графитная (смазка УС-А)	Для открытых зубчатых шестерен цепных передач (транспортёры, приводы открытые, поршневые насосы)
Универсальная тугоплавкая марок УТ-1, УТВ, УТс-1, УТ-2, УТс-2 (типа консталина)	Для шарико- и роликоподшипников и других узлов трения, работающих в условиях большой влажности при температуре до 90–130 °С
ЦИАТИМ-201	Для быстроходных подшипников и узлов трения до $t = 120$ °С

Смазка подшипников качения

Для смазывания подшипников качения служат минеральные масла и пластичные смазки, при выборе которых необходимо учитывать размеры подшипника, действующую на него нагрузку, скорость вращения и другие эксплуатационные условия.

Для подшипников с окружной скоростью до 4–5 м/с могут применяться как жидкие, так и пластичные смазки. При больших окружных скоростях и малых нагрузках рекомендуются жидкие масла. Выбирать их по вязкости следует в зависимости от скорости: чем больше скорость, тем меньше должна быть вязкость масла. Для выбора сорта масла можно использовать справочный материал в такой последовательности – от табл. 7 к табл. 3

Таблица 7

Зона	Рабочая температура, °С			
	до 0	0–60	60–100	свыше 100
	Вязкость масла кинематическая V , мм ² /с			
1	2–2,2	2,8–4,5	5,5–8,5	18–25
2	2–2,2	2,8–4,5	5,5–8,5	15–18
3	2–2,2	2,2–3,2	4–4,5	9–12
4	2–2,2	2,2–3,2	2,8–3,2	9–12

Смазывание пластичной смазкой осуществляется первоначальным заполнением свободного пространства в подшипниковом узле на длительное время без применения каких-либо дополнительных устройств. Сорт пластичной смазки может быть выбран по табл. 6. Степень заполнения не более 2/3 свободного объема полости корпуса с забивкой.

Пополнение свежими дозами смазки производится не реже, чем через 3 мес, а полная смена через 3–6 мес при трехсменной работе подшипника, через 6–8 мес при двухсменной и через 8–12 мес при односменной работе.

При использовании пластичной смазки расход определяется в зависимости от диаметра вала, исходя из объема смазочной ванны (табл. 8). При смазке жидким маслом расход в зависимости от диаметра вала приведен в табл. 9, а периодичность добавления масла – один раз в два–три дня.

Таблица 8

Диаметр вала, мм	Вместимость смазочной ванны, г	Расход смазки, г
До 10	135	0,25
10–15	200	0,35
15–20	275	0,5
20–30	400	0,7
30–40	550	0,9
40–50	675	1,2
50–60	825	1,5
60–70	930	1,7
70–80	1100	2,0

Таблица 9

Диаметр вала, мм	Расход масла, г	Диаметр вала, мм	Расход масла, г
До 30	0,5	50–60	2,0
30–40	1,0	60–70	2,5
40–50	1,5	70–80	3,0

Смазка зубчатых цилиндрических и конических передач

Действие смазки на работу зубчатых цилиндрических и конических передач и выбор смазки во многом зависят от того, насколько надежно они защищены от влияния окружающей среды. Ориентировочно выбор масла для смазки закрытых зубчатых передач можно производить по табл. 10.

Таблица 10

Тип передачи	Характеристика передач	Рекомендуемый сорт масла
Цилиндрические	Тихоходные, межцентровое расстояние между осями параллельных валов: до 500 мм свыше 500 мм	Индустриальное 45, 50 Цилиндровое 11
	Тяжелые условия работы, рабочая температура более 55–60 °С	Цилиндровое 24
Конические	Дистанция корпуса: до 300 мм свыше 300 мм	Индустриальное 45, 50 Цилиндровое 11
Быстроходные всех типов	Число оборотов в минуту: 10000	Велосит и индустриальное 12
	3000	Индустриальное 20
	1500	Индустриальное 30

При использовании жидких масел расход за 8 ч работы определяется замером картера (табл. 11). Пластичную смазку в картер добавляют один раз в месяц, а жидкий смазочный материал – один раз в 3–4 дня.

Таблица 11

Вместимость картера, кг	Расход масла, г	Вместимость картера, кг	Расход масла, г
До 5	6	30–50	3,5
5–10	5,5	50–75	3
10–15	5	75–100	2,5
15–20	4,5	Свыше 100	2
20–30	4	–	

У открытых зубчатых передач зубья колес смазываются вручную (лейкой или щеткой) или через обычные масленки.

Для ручной смазки применяется пластичная смазка, которая хорошо удерживается на металле. Расход масла и мази для открытых передач определяется по 0,5 г на 1 см диаметра шестерни при ее ширине 50 мм. Режим смазки 1 раз в смену для масел и 1 раз в 5 дней для мазей.

Способ смазки погружением зубьев зубчатых колес в масло применяется при окружных скоростях до 12–15 м/с. Глубину погружения для цилиндрических зубчатых колес рекомендуется выбирать в пределах 0,75–2 от высоты зубьев, но не менее 10 мм. Колеса конических передач необходимо погружать в смазку на всю длину зуба.

Смазка червячных передач

Червячные редукторы, как правило, смазываются жидкими маслами. Вязкость смазки выбирается по удельной нагрузке на зуб и окружной скорости колеса (табл. 12).

Таблица 12

Окружная скорость колеса, м/с	Удельное давление, Н/м ²	Вязкость смазки ν 50, мм ² /с
До 1,0	30	235
1,0–2,5	20–30	170
2,5–5,0	10–20	115
5,0–10,0	} ≤ 10	79
10,0–15,0		56
15,0–25,0		45
Свыше 25,0		45

Удельное давление на зуб рассчитывается по формуле

$$P = \frac{N}{W B l},$$

где P – удельное давление, Н/м²; N – передаваемая мощность, Вт; W – окружная скорость, м/с; B, l – высота и длина зуба, мм.

Выбор сорта масла может быть произведен также ориентировочно по табл. 13.

Таблица 13

Условия работы червячной пары	Рекомендуемый сорт масла при температуре масляной ванны	
	до 50 °С	50–70 °С
Периодическая работа при легкой нагрузке: до 10 с ⁻¹ червяка свыше 10 с ⁻¹ червяка	Для тихоходных дизелей Т Индустриальное 45, 50	Цилиндровое 11 и автотракторное АКп-10 Для тихоходных дизелей Т
Постоянная работа при тяжелой нагрузке: до 10 с ⁻¹ червяка свыше 10 с ⁻¹ червяка	Цилиндровое 24 и трансмиссионное автотракторное летнее Цилиндровое 11 и автотракторное АК-15	Для прокатных станков в марке П-28 и цилиндровое 38, 52 Цилиндровое 24 и трансмиссионное автотракторное летнее

Для червячных передач с цилиндрическим червяком (с окружной скоростью до 10 м/с) смазка погружением допустима независимо от того, окунается в смазку червяк или червячное колесо. В червячных передачах с нижним расположением червяка его следует погружать в смазку не глубже высоты витка, при верхнем расположении червяка глубина погружения должна быть не ниже высоты зуба колеса. Объем масляной ванны принимается таким, чтобы на 1 кВт передаваемой мощности приходилось 0,35–0,7 л масла. Периодичность смазки червячных редукторов такая же, как и у зубчатых.

Единовременный расход смазочного материала находится по табл. 14.

Таблица 14

Диаметр червяка (винта), мм	Расход смазки (на 1 м длины), г	Диаметр червяка (винта), мм	Расход смазки г (на 1 м длины), г
60	6,0	30	3,0
50	5,0	20	2,0
40	4,0	10	1,0

Для червячных редукторов нормы расхода определяются по данным табл. 9.

Смазка электродвигателей

Для электродвигателей обычно применяют консталин УТ-1 и УТс-1 или солидол УС-2 и УСс-2. Срок службы смазки в подшипниках электродвигателей, работающих в три смены, до 6 мес.

Добавка смазки производится один раз в 1–3 мес через соответствующие приспособления или непосредственно через снятый фланец подшипника.

Расход смазочных материалов на оба подшипника электродвигателя обуславливается его мощностью и приведен в табл. 15.

Таблица 15

Мощность электродвигателей, кВт	Расход за 8 ч, г	
	Жидкое масло	Пластичная смазка
До 0,5	1,0	0,5
0,5–1,0	1,5	
1,0–2,0	2,0	
2,0–3,0	3,0	
3,0–4,0	3,5	
4,0–5,0	5,0	1,0
5,0–6,0	5,5	
6,0–7,0	6,0	
7,0–10,0	7,0	
10,0–15,0	8,0	
15–20	9	1,5
20–30	10	
30–50	12	

Смазка цепных передач

Смазочный материал для цепных передач выбирают в зависимости от окружной скорости, рабочей температуры и систем смазки. Обычно применяют масла – цилиндрическое II и индустриальное 45.

Цепи открытых передач смазывают пластичной смазкой с добавлением графита.

Периодичность смазки маслом – один раз в смену, пластичной смазкой – один раз в месяц.

Расход пластичной смазки (например, УС-1) определяется из расчета 0,4 г на 1 м длины в час, а при смазывании жидким маслом 1,0 г на 1 м длины цепи в час.

Другие виды трущихся пар

Для зубчатых муфт обычно используют масла: трансмиссионное, авто-тракторное АКп-10, АК-15, цилиндрическое II. Направляющие оборудования, работающего при высоких температурах, смазываются пластичными смазками.

Подпятники смазывают пластичной смазкой 1 раз в месяц и жидким маслом, доливаемым в корпус, – 1 раз в 3–5 дней.

Смазка шарниров жидким маслом производится 1–2 раза в смену, а пластичной смазкой – 1–2 раза в месяц.

1.4. Повторное использование смазок

Отработанные смазки разрешается использовать повторно только после их очистки от механических примесей и восстановления физико-химических свойств. Для регенерации специальные масла собирают по маркам или подразделяют по видам и способам производства, промышленные – сливают все вместе.

Механические примеси и воду из масел удаляют отстоем, фильтрацией и сепарацией. Для отстоя и фильтрации используют специальные бачки. Продолжительность отстоя при комнатной температуре 1–3 сут, при температуре 70–90 °С 2–8 ч. В качестве фильтрующих материалов применяют сукно, фетр, бельтинг, фильтровальную бумагу.

Сепарацию масел производят в центрифугах, частота вращения барабанов в которых 100–150 с⁻¹; масло предварительно нагревают до 60–80 °С.

Не разрешается добавлять к смазкам горючие растворители – керосин, соляровое масло и др.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Академическая группа студентов разбивается на бригады из 3–5 человек. Каждая бригада получает задание по выбору сорта смазки и составлению карты смазки узла, машины или аппарата.

Перед началом работы студенты должны ознакомиться с машиной по технической документации или по литературным источникам.

Выполнение работы студентами предусматривается в следующем порядке:

1. Выбрать сорт смазки для конкретной (по указанию преподавателя) пары трения.
2. Определить расход смазки для данного узла.
3. Составить схему и карту смазки.

При выполнении схемы смазки вычерчивается внешний вид машины в общих чертах с указанием мест смазки (маслоприемников) с помощью условных обозначений.

Карта смазки составляется по специальной форме (табл. 16). Для обозначения мест и способов смазки можно рекомендовать условные обозначения, применяемые заводами пищевого машиностроения (табл. 17).

Таблица 16

Карта смазки

Наименование предприятия _____
 Цех или отделение _____
 Наименование оборудования _____

Наименование, деталей, узлов и механизмов, подлежащих смазке	Условное обозначение на схеме	Количество единиц	Сорт смазочного материала	Периодичность смазывания	Способ подачи смазочного материала	Норма расхода смазочного материала в смену, г	
						На единицу продукции	Всего
Подшипник скольжения	–	2	Индустриальное	2 раза в смену	Через наливную масленку	12	24
Открытая цилиндрическая зубчатая передача	–	1	УС-2	1 раз в 5 дней	Ручной	2	2

Условные обозначения мест и способов смазки

Условные обозначения смазки		Способ смазки	Периодичность смазывания и вид смазочного материала
Место	Способ		
		В картере или ванне	При сборке
			Периодическая, пластичной смазкой
			Периодическая, маслом
		Наливом в отверстие	Периодическая, маслом
		Ручной	Периодическая, пластичной смазкой
		Через наливную масленку	Периодическая, маслом
		Через колпачковую масленку	Периодическая, пластичной смазкой
		Через пресс-масленку	Периодическая, маслом и пластичной смазкой
	*		Периодическая, пищевыми жирами

* Указанный знак (способ) представляется как дополнительный ко всем остальным.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ

После выполнения работы каждым студентом составляется индивидуальный отчет, который должен содержать следующие разделы:

- техническую характеристику машины или автомата с описанием особенностей эксплуатации;
- расчет требуемой вязкости смазочного материала;
- выбор смазочного материала;
- схему и карту смазки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцев Н.В. Ремонт и монтаж оборудования предприятий пищевой промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1972. – 350 с.
2. Илюхин В.В. Монтаж, наладка и ремонт оборудования предприятий мясной промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1984. – 195 с.
3. Итинская Н.И., Кузнецов Н.А. Справочник по топливу, маслам и техническим жидкостям. – М.: Колос, 1982. – 205 с.
4. Машины и аппараты пищевых производств: В 2 кн. / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др.; Под ред. академии РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 703 с.
5. Недельский Г.В. Монтаж и ремонт торгово-технологического оборудования. – М.: Экономика, 1981. – 312 с.
6. Харламов С.В. Практикум по курсу «Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств». – Л.: Машиностроение, 1971. – 168 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ И ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ К НЕЙ.....	1
1.1. Общие понятия о трении и износе.....	3
1.2. Основные сведения о смазочных материалах	4
1.3. Смазка отдельных трущихся пар	7
1.4. Повторное использование смазок.....	20
2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	21
3. ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЕТУ	22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	23

Арсеньев Владимир Владимирович
Верболоз Елена Игоревна

СХЕМА И КАРТА СМАЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Методические указания
к лабораторной работе по курсу
«Монтаж, диагностика и ремонт оборудования»
для студентов специальности 170600
всех форм обучения

Редактор

Т.В. Белянкина

Корректор

Н.И. Михайлова

Подписано в печать 27.12.2002. Формат 60×84 1/16. Бум. писчая
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,63. Печ. л. 1,75. Уч.-изд. л. 1,50
Тираж 150 экз. Заказ № С 56

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИПЦ СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9