



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Торговое и рекламное оборудование»

**М. В. Митенков
И. М. Савосько**

**РЕМОНТ И ОБСЛУЖИВАНИЕ
ТОРГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

*Учебно-методическое пособие
по курсовому проектированию*

**Минск
БНТУ
2013**

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Торговое и рекламное оборудование»

М. В. Митенков
И. М. Савосько

РЕМОНТ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ТОРГОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Учебно-методическое пособие
по курсовому проектированию для студентов специальности
1-36 20 03 «Торговое оборудование и технологии»*

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области машиностроительного оборудования и технологий*

Минск
БНТУ
2013

УДК 658.822(075.8)

ББК 65.421я7

М67

Рецензенты:

доцент кафедры «Технологии инженерного образования»
УО «Республиканский институт инновационных технологий»,
кандидат технических наук *Э. С. Блюменталь*;

профессор кафедры «Стандартизация, метрология и управление качеством» Белорусского государственного института повышения квалификации и переподготовки кадров по стандартизации, метрологии и управлению качеством, кандидат технических наук, доцент *Б. В. Цитович*

Митенков, М. В.

М67 Ремонт и обслуживание торгового оборудования : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 1-36 20 03 «Торговое оборудование и технологии» / М. В. Митенков, И. М. Савосько. – Минск : БНТУ, 2013. – 161 с.
ISBN 978-985-550-339-3.

Пособие содержит описание и методические указания по выполнению комплекса расчетов по монтажу, обслуживанию и ремонту торгового оборудования в рамках курсового проектирования. Материал изложен в объеме программы курса «Ремонт и обслуживание торгового оборудования» для технического университета.

УДК 658.822(075.8)

ББК 65.421я7

ISBN 978-985-550-339-3

© Митенков М. В.,

Савосько И. М., 2013

© Белорусский национальный
технический университет, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЗАДАНИЕ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ.....	5
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОРГОВО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	10
РАСЧЕТ И ПОДБОР ТАКЕЛАЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАСТКИ	14
Требования завода-изготовителя по транспортировке оборудования	14
Расчет силы при перемещении и подъеме оборудования	14
Подбор такелажного оборудования и оснастки	26
Строповка оборудования	41
РАСЧЕТ И ПОДГОТОВКА ФУНДАМЕНТОВ ПОД ОБОРУДОВАНИЕ МОНТАЖ ТОРГОВО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	50
Установка торгового оборудования	50
Подключение оборудования к электросети	52
Монтаж трубопроводов	57
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ТОРГОВОГО ЗАЛА	64
Выбор светильников	69
Выбор места расположения светильников.....	74
Методы светотехнического расчета электрического освещения.....	77
Расчет освещения торгового предприятия.....	87
Расчет системы энергообеспечения торгового предприятия	90
Построение расчетной схемы.....	100
ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ	105
Технический уход за оборудованием	105
Выбор смазочных материалов.....	106
Конструктивные мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик	110

РЕМОНТ ТОРГОВО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	125
Расчет количества ремонтов и простоя оборудования	127
Ремонт узла торгово-технологического оборудования	133
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	141
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Технические характеристики смазочных материалов	143
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Обязательная графическая часть курсового проекта.....	152
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Комплект документов на технологический процесс ремонта вала приводного	156

ЗАДАНИЕ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

В курсовом проекте студент в качестве основы использует план торгового предприятия, например, представленный на рис. 1, а также численные данные из табл. 1–5. Торговое предприятие состоит из: торгового зала (1), комнаты персонала (2), технологического зала (3), моечной (4), туалета (5) и умывальника (6).

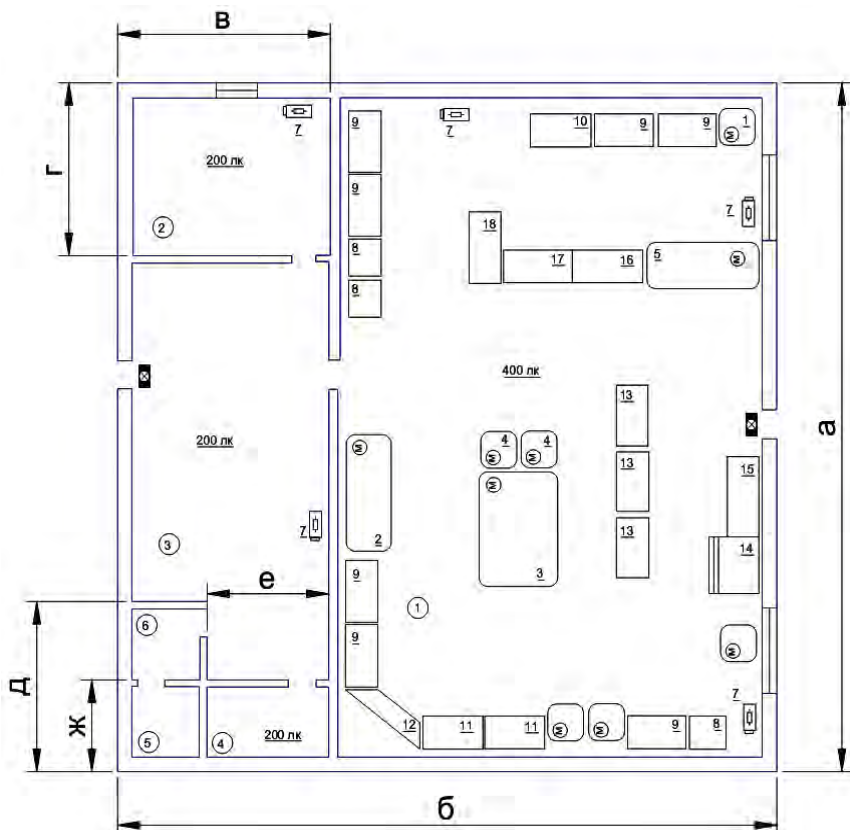


Рис. 1. План торгового предприятия

Таблица 1

Исходные данные для торгового помещения

№ варианта	а, м	б, м	в, м	г, м	д, м	е, м	ж, м	Н, м
1	9,6	9,1	2,6	2,3	2,1	1,2	1,3	3,2
2	9,8	8,9	2,3	2,4	2,3	1,4	1,2	3,6
3	9,4	9,3	2,4	2,2	2,4	1,3	1,1	3,4
4	10,0	9,5	2,7	2,15	2,2	1,6	1,2	2,8
5	9,2	8,8	2,8	2,1	2,15	1,5	1,3	2,9
6	10,4	9,2	2,9	2,3	2,1	1,3	1,2	3,6
7	9,6	9,6	3,0	2,4	2,1	1,2	1,1	3,8
8	9,1	9,8	2,6	2,2	2,3	1,4	1,2	4,0
9	8,9	9,1	2,3	2,15	2,4	1,3	1,3	3,2
10	9,3	8,9	2,4	2,1	2,2	1,6	1,2	3,6
11	9,5	9,3	2,7	2,3	2,15	1,5	1,1	3,4
12	8,8	9,5	2,8	2,4	2,1	1,3	1,2	2,8
13	9,2	8,8	2,9	2,2	2,1	1,2	1,3	2,9
14	9,6	9,2	3,0	2,15	2,3	1,4	1,2	3,6
15	9,8	9,6	2,6	2,1	2,4	1,3	1,1	3,8
16	9,4	9,8	2,3	2,3	2,2	1,6	1,2	4,0
17	10,0	9,1	2,4	2,4	2,15	1,5	1,3	3,2
18	9,2	8,9	2,7	2,2	2,1	1,3	1,2	3,6
19	9,6	9,3	2,8	2,15	2,1	1,2	1,1	3,4
20	9,8	9,5	2,9	2,1	2,3	1,4	1,2	2,8

Таблица 2

Исходные данные для расчета силы
при перемещении и подъеме оборудования

№ варианта	Расстояние для втягивания груза, м	Высота подъема оборудования, м	Радиус стальных труб r , мм	Размеры треугольника, м	
				l	h
1	2	3	4	5	6
1	1,1	4,6	59	4	1,2
2	1,2	2,3	64	5	1,6
3	1,3	2,4	78	6	1,8
4	1,2	2,7	56	7	1,4
5	1,1	3,8	84	8	1,9
6	1,2	2,9	40	4	1,9
7	1,1	5,6	36	4	2,0

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
8	1,2	2,3	45	5	2,2
9	1,3	6,4	24	6	1,6
10	1,2	2,7	16	7	1,3
11	1,1	2,8	18	8	1,8
12	1,2	4,9	34	4	2,1
13	1,1	2,6	24	4	1,1
14	1,2	3,3	54	5	1,3
15	1,3	2,4	52	6	1,9
16	1,2	5,7	64	7	1,4
17	1,1	2,8	33	8	3,0
18	1,2	2,9	28	4	4,0
19	1,1	5,6	56	4	2,0
20	1,2	2,3	55	5	3,0

Таблица 3

Исходные данные для расчета мачты и полиспастов

№ варианта	Масса оснастки q , кг	Длина стрелы l , м	Угол стрелы α	Плечо стрелы a , м	Число ниток грузового полиспаста n	Коэффициент уменьшения допускаемого напряжения φ	Высота блоков полиспаста, м	
							h_1	h_2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	234	5	30	0,2	2	0,85	1,4	1,8
2	245	6	35	0,4	3	0,92	1,9	2,1
3	234	7	80	0,2	1	0,86	1,9	1,1
4	289	5	60	0,5	4	0,98	2,0	1,3
5	300	8	42	0,1	1	0,88	2,2	1,9
6	356	4	53	0,2	2	0,85	1,4	1,4
7	654	3	30	0,3	2	0,92	1,9	3,0
8	346	4	65	0,2	3	0,86	1,9	1,8
9	568	2	73	0,2	1	0,98	2,0	2,1
10	233	6	34	0,4	4	0,88	2,2	1,1
11	235	8	45	0,2	1	0,85	1,4	1,3
12	544	4	58	0,5	2	0,92	1,9	1,9
13	346	4	66	0,1	2	0,86	1,9	1,4
14	325	5	57	0,2	3	0,98	2,0	3,0

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	233	5	72	0,5	1	0,88	2,2	1,8
16	676	6	63	0,1	4	0,85	1,4	2,1
17	566	3	36	0,2	1	0,92	1,9	1,1
18	678	8	45	0,3	2	0,86	1,9	1,3
19	656	6	33	0,2	2	0,98	2,0	1,9
20	544	5	54	0,4	3	0,88	2,2	1,4

Таблица 4

Исходные данные для расчета трубопровода

№ варианта	$t_B, ^\circ\text{C}$	$t_T, ^\circ\text{C}$	$l, \text{ м}$	$\omega, \text{ м/с}$	Часовой расход $V_{\text{ч}}$	$P_y, \text{ Н/см}^2$	$E, \text{ Н/мм}^2$
1	23	75	82	1,1	16	2	$2,0 \cdot 10^5$
2	28	82	94	1,4	17	4	$2,1 \cdot 10^5$
3	19	94	56	2,1	24	6	$2,0 \cdot 10^5$
4	16	56	48	2,2	81	5	$2,1 \cdot 10^5$
5	18	48	94	1,3	74	3	$2,0 \cdot 10^5$
6	24	94	49	1,5	64	4	$2,1 \cdot 10^5$
7	26	49	45	1,8	54	5	$2,0 \cdot 10^5$
8	25	45	54	2,0	44	5	$2,1 \cdot 10^5$
9	17	54	82	1,7	48	4	$2,0 \cdot 10^5$
10	14	82	94	2,5	65	6	$2,1 \cdot 10^5$
11	29	94	56	2,6	38	2	$2,0 \cdot 10^5$
12	16	56	48	1,3	49	4	$2,1 \cdot 10^5$
13	18	48	94	1,5	29	6	$2,0 \cdot 10^5$
14	24	94	49	1,8	16	5	$2,1 \cdot 10^5$
15	26	49	45	2,0	18	3	$2,0 \cdot 10^5$
16	25	45	54	1,7	24	4	$2,1 \cdot 10^5$
17	17	54	82	2,5	26	5	$2,0 \cdot 10^5$
18	14	82	94	2,6	25	5	$2,1 \cdot 10^5$
19	29	94	56	1,3	29	4	$2,0 \cdot 10^5$
20	16	56	48	1,5	16	6	$2,1 \cdot 10^5$

Таблица 5

Данные к расчету энергообеспечения торгового предприятия

№ варианта	$M_{\text{ГП}}$, кВт·м	P_p , кВт	$\cos\varphi$	Длина питающей линии	
				n_1	n_2
1	6300	28,5	0,5	184	100
2	6340	27,5	0,5	178	90
3	6250	28,4	0,6	168	88
4	6400	29,1	0,6	186	92
5	6360	27	0,6	179	96
6	6200	28	0,5	182	105
7	6100	28	0,5	184	110
8	6120	28,5	0,5	178	112
9	6210	27,5	0,5	168	141
10	6310	28,4	0,5	186	120
11	6270	29,1	0,5	179	100
12	6350	27	0,6	182	90
13	6280	28	0,6	184	88
14	6540	28,3	0,5	178	92
15	6400	28,2	0,5	168	96
16	6300	28,5	0,5	184	100
17	6340	27,5	0,5	178	90
18	6250	28,4	0,6	168	88
19	6400	29,1	0,6	186	92
20	6360	27	0,5	179	96

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОРГОВО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В данном разделе приводится анализ технических характеристик, функциональные возможности, оснащение и особенности работы торгово-технологического оборудования.

Пример. Пароконвектомат – это вид оборудования, позволяющий проводить до 70 процентов операций по выработке пищи. Его работа основана на сочетании циркуляции воздуха (конвекции) с паром. Первым этапом в работе пароконвектоматов является предварительный нагрев. Исключение стадии предварительного нагрева может стать причиной того, что продукты будут с подсушенными краями, а цикл технологической обработки удлинится. Чтобы использовать достоинства пароконвектоматов наилучшим образом, предварительный нагрев должен стать обязательной практикой в повседневной работе с ним. Особенно это важно в начале рабочего дня, когда печь холодная. В случае максимальной загрузки печи или когда продукт загружается в печь в охлажденном или замороженном состоянии, необходимо перед началом приготовления печь нагревать в течение 10 минут при температуре на 30–40 °С выше рабочей (исключая режимы обработки паром и расстойки дрожжевых изделий из теста).

После предварительного нагрева печь готова к загрузке продуктов. Продукты помещают в контейнеры так, чтобы воздух мог свободно циркулировать вокруг них. Рекомендуется всегда начинать размещать контейнеры на стеллаже от центра и затем поочередно наверх и вниз. Общим правилом в этой операции является равномерность расположения контейнеров, противней и т.п. на стеллаже. При слишком плотной загрузке продуктов время обработки удлиняется, а соприкасающиеся поверхности не покрываются поджаристой корочкой. При загрузке печи дверь должна открываться на как можно более короткое время во избежание понижения температуры рабочей камеры печи.

Технические характеристики Rational SelfCooking Center 201 приведены в табл. 6–7.

Таблица 6

Электрическая версия пароконвектомата Rational SelfCooking Center 201

Вместимость	20 × 1/1 GN
Количество порций в день	150–300
Продольная загрузка для GN	1/1, 1/2, 2/3, 1/3, 2/8
Ширина × Длина × Высота, мм	879×791×1782
Подключение воды	R3/4
Отвод воды	DN 50

Напор воды	150–600 кПа или 0,15–0,6 МПа
Масса электрической модели	258 кг
Общая потребляемая мощность	37 кВт
Защита предохранителями	3×63 А
Подключение к сети	3 NAC 400 В
Мощность «Сухой жар»	36 кВт
Мощность «Влажный жар»	36 кВт

Таблица 7

Газовая версия пароконвектомата Rational SelfCooking Center 201

Масса газовой модели	286 кг
Высота газовой модели с предохранительным устройством контроля за потоком газа	2021
Общая потребляемая мощность, электричество	0,7 кВт
Защита предохранителями	1×15 А
Подключение к сети	1 NAC 230 В
Подача / подключение газа	R3/4
Природный газ / сжиженный газ	LPG
Максимальная номинальная тепловая нагрузка	43 кВт/46 кВт
Мощность «Сухой жар»	43 кВт/46 кВт
Мощность «Влажный жар»	32 кВт/33,5 кВт

Описание Rational SelfCooking Center 201. Пароконвектомат данной модели имеет 9 режимов автоматического приготовления: жаркое большой массы; мелкокусковые изделия; блюда из птицы; блюда из рыбы; гарниры и овощи; блюда из картофеля; блюда из яиц и десерты; выпечка; регенерация finishing®. Помимо автоматического приготовления аппарат имеет ручные режимы пароконвектомата: влажный жар, 30–130 °С; сухой жар, 30–300 °С; комбинированный режим, 30–300 °С.

Дополнительные функции: измерение температуры внутри продукта в 6 точках; ClimaPlus Control® – измерение и регулировка влажности; подача пара при 30–260 °С в режиме сухого жара или комбинированном режиме; 5 скоростей вентилятора; Cool Down – быстрое охлаждение рабочей камеры; режим понижения мощности для электрических моделей (1/2 энергии); память данных и вывод через USB-интерфейс; память аппарата на 350 программ, содержащих до 12 шагов; система CalcDiagnose System® CDS контролирует степень загрязнения парогенератора; сервисная диагностическая система (SDS) с

автоматической индикацией сервисных сообщений; система автоматической очистки рабочей камеры CleanJet®; система автоматической мойки CareControl® (в аппаратах, выпущенных после октября 2008 года); LevelControl – поуровневый временной контроль готовности блюда для каждого противня в отдельности; метод деликатного приготовления «Дельта-Т»; установки единицы измерения температуры, акустического сигнала и контрастности дисплея; программа удаления накипи в парогенераторе, управляемая с помощью меню.

Оснащение Rational SelfCooking Center 201 (рис. 2). Пароконвектомат данной модели имеет сенсорный экран с понятными символами для максимальной простоты обслуживания. В конструкции предусмотрен температурный зонд, позволяющий производить измерение в 6 точках, а также вспомогательное позиционирующее устройство для температурного зонда. Кроме прочего пароконвектомат имеет: генератор пара; индикацию фактических и заданных значений и предупреждений о неисправностях, например, о нехватке воды; предохранительный ограничитель температуры для парогенератора и нагревателя воздуха; встроенный ручной душ с возвратным механизмом, встроенное устройство перекрывания воды с плавной регулировкой струи; систему подачи воздуха; встроенный тормоз крыльчатки вентилятора.

Также в конструкции предусмотрена: сепарация жира методом центрифугирования, без дополнительного жирового фильтра; двойная стеклянная дверца с воздушной прослойкой и открываемым внутренним стеклом; дверная ручка с функцией захлопывания и открывания вправо/влево; фиксированные положения двери, 120°/180°; всесторонняя теплоизоляция.

Материал аппарата внутри и снаружи сталь DIN 1.4301. Гигиеничная рабочая камера без стыков, со скругленными углами; дно рабочей камеры в форме ванны для обеспечения безопасности при скоплении жидкости.

Аппарат также имеет: галогеновую подсветку рабочей камеры; направляющие U-образной формы с вырезами для упрощения загрузки; съемные поворотные навесные рамы (настольные модели), с дополнительной направляющей для поддона для сбора жира.

Анализ торгово-технологического оборудования заканчивается выполнением габаритного чертежа торгового оборудования в соответствии с ГОСТ 2.109–73. Пример чертежа приведен в приложении.

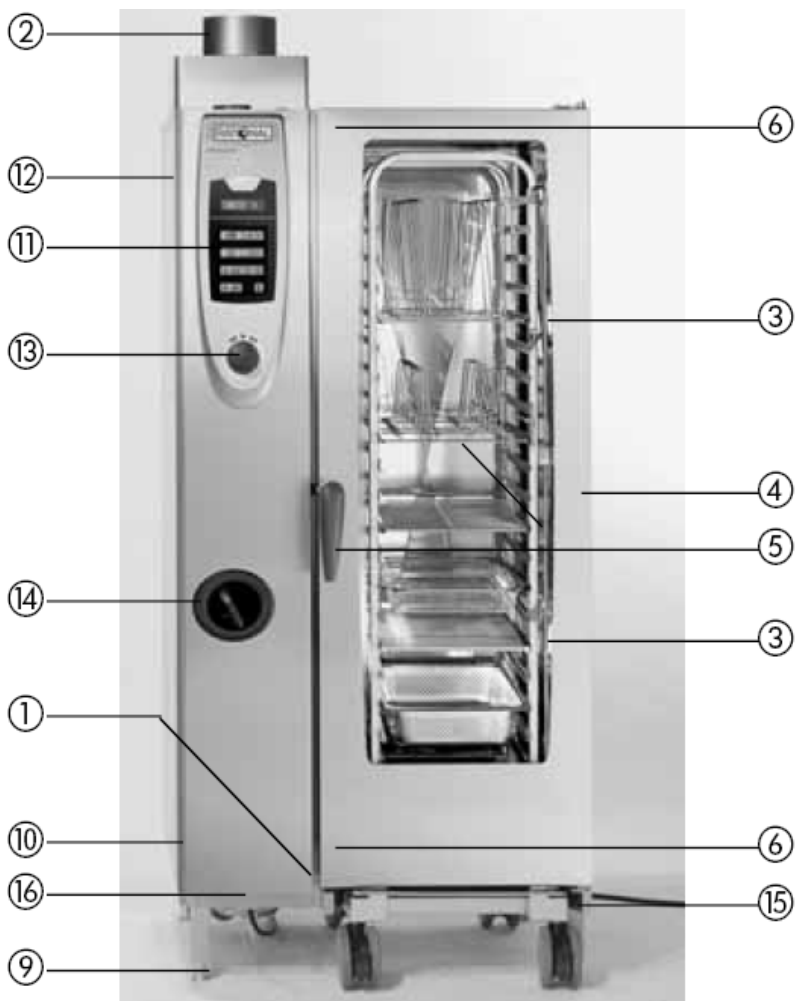


Рис. 2. Оснащение Rational SelfCooking Center 201:

1 – номер аппарата (виден только при открытой двери); 2 – предохранительное устройство контроля за потоком газа; 3 – подсветка рабочей камеры; 4 – двойная стеклянная дверца пароконвектомата; 5 – дверная ручка; 7 – встроенный саморазгружающийся дверной водосборник (внутри); 8 – водосборник пароконвектомата с прямым подключением к системе слива; 9 – ножки пароконвектомата; 10 – фирменная табличка (с указанием всех важных данных); 11 – экран управления; 12 – обшивка электроблока; 13 – центральный регулятор; 14 – ручной душ; 15 – направляющие; 16 – воздушный фильтр

РАСЧЕТ И ПОДБОР ТАКЕЛАЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАСТКИ

В соответствии с массогабаритными характеристиками торгового оборудования и данными таблиц исходных данных к проекту студентом в курсовом проекте рассчитываются: силы при перемещении и подъеме оборудования (табл. 2); силы по подъему и спуску оборудования (табл. 2); мачты и полиспасты (табл. 3); определяется вид строповки и рассчитываются стропы и чалочные канаты. На основании полученных данных подбираются стальные канаты. Подбираются и производится расчет лебедок и якорей. Также производится подбор приспособлений по перемещению торгового оборудования.

Требования завода-изготовителя по транспортировке оборудования

В данном разделе производится анализ требований по транспортировке торгового оборудования заводом-изготовителем. Для получения исходной информации студент использует руководство по установке и подключению входящее в комплект поставки торгового оборудования.

Пример. Транспортировка аппарата Rational SelfCooking Center 201 осуществляется на поддоне (рис. 3). Перед транспортировкой необходимо удалить из рабочей камеры все емкости и рамы с направляющими. На стационарном оборудовании необходимо удалить крепежные уголки поддона. При перемещении необходимо учитывать ширину дверных проемов.

Расчет силы при перемещении и подъеме оборудования

Перемещение оборудования по горизонтали и наклонной плоскости. Величины тяговых сил P определяют путем расчета, при этом пользуются формулами (1)–(5).

Для горизонтального перемещения без катков

$$P = 1,2 fQ . \tag{1}$$

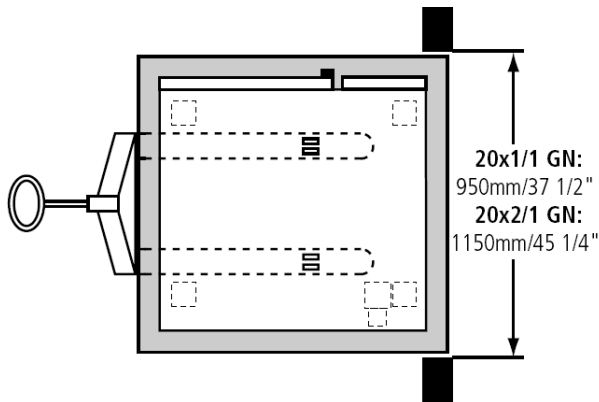


Рис. 3. Транспортировка аппарата Rational SelfCooking Center 201

Для горизонтального перемещения на катках

$$P = 1,2Q \frac{K' + K''}{2r}. \quad (2)$$

Для перемещения по наклонной плоскости вверх без катков

$$P = 1,2fQ(f \cos \alpha + \sin \alpha) \text{ или } P = 1,2fQ \left(f \frac{l}{c} + \frac{h}{c} \right). \quad (3)$$

Для перемещения по наклонной плоскости вверх на катках (например, с помощью ручной низкоподъемной тележки)

$$P = 1,2Q \left(\frac{K' + K''}{2r} \cos \alpha + \sin \alpha \right)$$

или

$$P = 1,2Q \left(\frac{K' + K''}{2r} \frac{l}{c} + \frac{h}{c} \right). \quad (4)$$

Для спуска по наклонной плоскости на катках

$$P = 1,2Q \left(\frac{K' + K''}{2r} \cos \alpha - \sin \alpha \right), \quad (5)$$

где Q – вес груза, Н (кг);

f – динамический коэффициент трения скольжения;

K' – динамический коэффициент трения качения между катком и салазками;

K'' – динамический коэффициент трения качения между катком и опорной поверхностью;

$2r$ – диаметр катков, см;

α – угол, образуемый наклонной плоскостью и горизонталью, град.;

h , l , c – длины сторон треугольника, образуемого наклонной плоскостью (рис. 4).

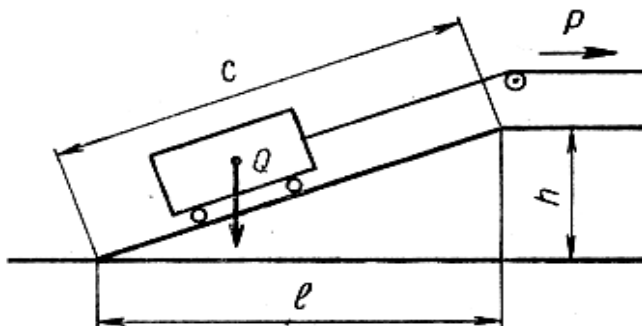


Рис. 4. Схема к расчету тяговой силы при подъеме груза по наклонной плоскости

Для выведения груза из состояния покоя необходимо приложить усилие на 20–25 % больше того, которое требуется перемещения груза (множитель 1,2).

Значения коэффициентов динамического трения постоянны: они уменьшаются с повышением скорости движения и возрастают с увеличением шероховатости поверхностей. При высоких удельных нагрузках, вызывающих пластическую деформацию материалов контактных поверхностей, коэффициенты трения резко возрастают.

Значения коэффициентов трения скольжения и качения для расчета тяговой силы приведены ниже.

Трения скольжения	f	Трения качения	K
Дерево по дереву	0,3–0,5	Стальной каток по стали	0,07
Дерево по металлу	0,2–0,5	Стальной каток по дереву	0,1–0,12
Дерево по грунту	0,55	Стальной каток по грунту	0,15
Стальные полозья по грунту	0,42		

Подъем и спуск грузов. Подъем грузов лебедками на перекрытия и кровлю многоэтажных зданий осуществляется обычно по схеме, приведенной на рис. 5. Верхний отводной блок крепят к мачте (если необходимо поднять груз па кровлю здания) или к консольной балке. Вместо лебедки могут быть использованы другие механизмы, например полиспаст.

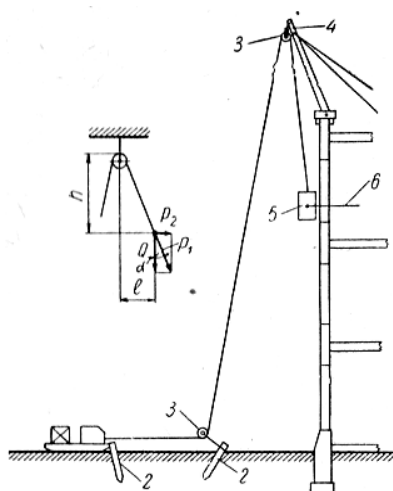


Рис. 5. Схема к расчету тяговой силы при подъеме груза с оттяжкой:
 1 – лебедка; 2 – анкеры; 3 – отводной блок; 4 – мачта; 5 – груз; 6 – оттяжка

Тяговая сила в вертикальной ветви каната с подвешенным грузом равно весу этого груза. Если при подъеме используют оттяжки, например для втаскивания груза в оконные или дверные проемы, то тяговая сила P_1 в рабочем канате при горизонтальном положении оттяжек

$$P_1 = \frac{Q}{\cos \alpha} \quad \text{или} \quad P_1 = \frac{Q\sqrt{h^2 + l^2}}{h}, \quad (6)$$

а сила P_2 в горизонтальной оттяжке

$$P_2 = Q \operatorname{tg} \alpha \quad \text{или} \quad P_2 = \frac{Ql}{h}. \quad (7)$$

Тяговая сила P в ветви каната, наматываемой на барабан лебедки, без учета жесткости каната можно выразить формулой (8).

$$P = \frac{P_1}{\eta_1 \eta_2}, \quad (8)$$

где Q – вес груза, Н;

$\eta_1 \eta_2$ – КПД отводных блоков.

При определении силы в канате принимают КПД блока с подшипниками качения 0,985, а с подшипниками скольжения – 0,955. Для монтажных полиспастов предпочтительнее ролики с подшипниками качения, так как они имеют стабильный и более высокий КПД, удобнее и надежнее в эксплуатации.

Расчет стрелы. Стрелы устанавливаются на строительных конструкциях здания и применяются в качестве основного грузоподъемного механизма для монтажа оборудования при отсутствии грузоподъемных кранов. Вертикальные и горизонтальные нагрузки от стрел передаются на основные узлы здания. Стрелы изготавливаются из бесшовных труб.

Стрелы находят широкое применение при небольших объемах работ, связанных с реконструкцией, техническим перевооружением и капитальным ремонтом оборудования, на монтажных предприятиях для подъема оборудования и конструкций используют переносные монтажные стрелы. Стрелу можно поворачивать вручную в горизонтальной плоскости на угол до 180° , в вертикальной плоскости – в пределах угла наклона стрелы к горизонту $30\text{--}80^\circ$.

Сила на завязку верхнего блока грузового полиспаста (рис. 6) без учета натяжения сбегающего каната, Н

$$P = (Q + q)k, \quad (9)$$

где Q – масса поднимаемого груза, кг;
 q – масса оснастки, кг;
 k – коэффициент динамичности, равный 1,1.

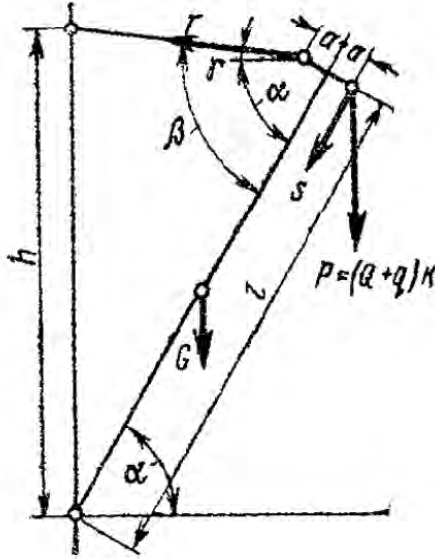


Рис. 6. Схема расчета стрелы

Сила на полиспаст наклона стрелы, H

$$T = \frac{G \frac{1}{2} \cos \alpha + P \left(l \cos \alpha + a \sin \alpha + \frac{a}{n\eta} \right)}{l \sin \beta + a \sin \alpha}, \quad (10)$$

где G – масса стрелы, кг;
 l – длина стрелы, м;
 α – угол наклона стрелы к горизонту;
 a – плечо от точки крепления полиспаста до оси стрелы, м;
 n – число ниток грузового полиспаста;

η – КПД грузового полиспаста, определяется по табличным данным (от 0,96 до 0,87);

$$\beta = \alpha + \gamma. \quad (11)$$

Угол γ определяется по формуле (12):

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h - l \sin \alpha - a \cos \alpha}{l \cos \alpha - a \sin \alpha}. \quad (12)$$

Полная сила вдоль оси стрелы, H , определяется по формуле (13):

$$S = P \sin \alpha + T \cos \beta + \frac{P}{n\eta}. \quad (13)$$

Изгибающий момент, действующий на среднее сечение стрелы, M , см,

$$M = \frac{P}{n\eta} a + G \cos \alpha \frac{1}{8} + P \cos \alpha \frac{1}{2} + P \sin \alpha \cdot a - T \cos \beta - T \sin \beta \frac{1}{2}. \quad (14)$$

Суммарное напряжение в среднем сечении стрелы

$$\sigma = \frac{S}{F\varphi} + \frac{G \sin \alpha}{F\varphi} + \frac{M}{w} \leq 1600, \text{ МПа}, \quad (15)$$

где F – площадь поперечного сечения трубы, см²;

w – момент сопротивления трубы, см³;

φ – коэффициент уменьшения допускаемого напряжения, определяемый по табличным данным [11].

$$w = \frac{\pi d^3}{32} (1 - c^4), \quad c = \frac{r}{R}, \quad (16)$$

где d – диаметр трубы, см;

r – внутренний радиус трубы, см;

R – внешний радиус трубы, см.

Наибольшая допустимая гибкость $\lambda = 180$.

Проверка напряжения в стреле должна производиться для обоих крайних ее положений, т.е. при $\alpha = 30^\circ$ и $\alpha = 80^\circ$. При промежуточных положениях напряжения в стреле имеют меньшую величину.

Расчет полиспастов. Полиспаст представляет собой пару многороликовых блоков, соединенных канатом. Канат последовательно огибает ролики обоих блоков. Один конец каната прикрепляется к одному из блоков полиспаста, а другой крепится на тяговом устройстве (лебедка). Неподвижный блок полиспаста укрепляется на какой-либо опоре (якоре, оголовке мачты или кране). К подвижному блоку крепится перемещаемый или поднимаемый груз. Один конец каната, называемый глухим, крепится к проушине верхнего или нижнего блока, а другой конец, называемый сбегающим, крепится к барабану лебедки. Ветви каната, соединяющие блоки, называются рабочими нитками (ветвями) полиспаста. Полиспасты используются для получения выигрыша в силе подъема за счет уменьшения скорости подъема (рис. 7).

Длина полиспаста в стянутом состоянии H определяется по формуле (17):

$$H = h_1 + h_2 + A, \quad (17)$$

где h_1 – строительная высота верхнего блока, м;

h_2 – строительная высота нижнего блока, м;

A – минимальное расстояние между верхним и нижним блоками, принимаемое для полиспастов грузоподъемностью до 3 т – 0,5 м; 10 т – 0,7 м; 25 т – 0,8 м; 50 т – 1 м.

Сила, действующая на канат, S , H , от 1000 до 5000, а угол α между канатами – от 0 до 90° .

Длину каната для оснастки полиспаста L можно определить по формуле (18):

$$L = n(h + 3d) + l + 20, \quad (18)$$

где n – число ниток полиспаста;

h – максимальная высота груза, м;

d – диаметр ролика блока, м;

l – расстояние от точки подвешивания неподвижного блока до лебедки (при наличии отводных блоков по ломаной линии), м;
 20 – запас длины каната, м.

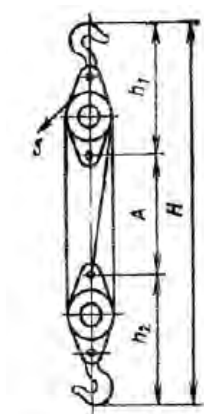


Рис. 7. Схема полиспаста

Высота подвески верхнего блока полиспаста над землей – от 5 до 35 м; длина каната L , м: при одной нитке каната – от 40 до 100, при двух нитках каната – от 46 до 136, при трех нитках – от 52 до 172, при четырех нитках – от 57 до 207, при пяти нитках – от 62 до 242, при шести нитках – от 68 до 278.

Сила в обегавшем конце каната с учетом отводных блоков, H , определяется по формуле (19):

$$S = \frac{Q}{\eta n \eta_{\text{бл}} n_1}, \quad (19)$$

где Q – масса поднимаемого груза, кг;

η – КПД полиспаста;

$\eta_{\text{бл}}$ – КПД отводного блока, принимаемый равным 0,96;

n – число ниток полиспаста;

n_1 – число отводных блоков.

КПД полиспаста при одной нити равен 0,96 и $S = 1,04Q$; при двух нитях 0,94 и $S = 0,53Q$; при трех нитях 0,94 и $S = 0,36Q$; при

четырёх нитях 0,90 и $S = 0,82Q$; при пяти нитях 0,88 и $S = 0,23Q$; при шести нитях 0,87 и $S = 0,19Q$.

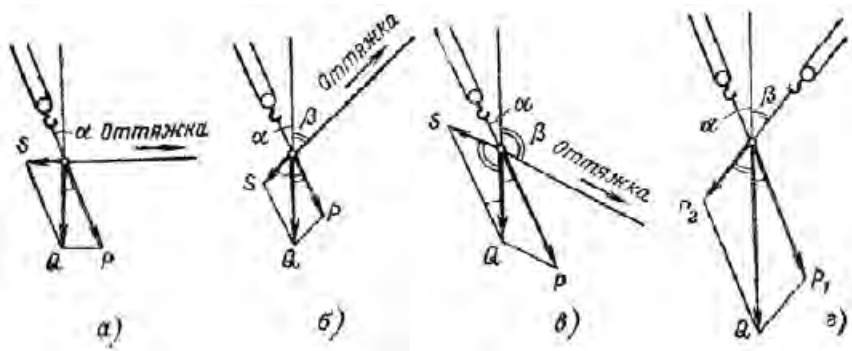


Рис. 8. Расчетная схема силы на полиспаст и оттяжки

При необходимости оттягивания груза во время подъема силы, H , в оттяжке:

– при горизонтальном направлении (рис. 8, а)

$$S = Q \operatorname{tg} \alpha, \quad (20)$$

где S – сила на оттяжку, H ;

Q – масса груза, кг;

– при наклонном направлении оттяжки (рис. 8, б)

$$S = \frac{Q \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}. \quad (21)$$

Направление оттяжки по рис. 8, в нежелательно, так как при этом возникает дополнительная нагрузка на полиспаст.

При подъеме груза за один строп двумя полиспастами, расположенными под углом друг к другу (рис. 8, г), силы определяются по формулам (22)–(23).

$$P_1 = \frac{Q \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}, \quad (22)$$

$$P_2 = \frac{Q \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}, \quad (23)$$

где P_1 и P_2 – силы на полиспасты, Н.

Подъем громоздких грузов можно производить двумя полиспастами за несколько стропов. Силы на полиспасты определяются в каждом отдельном случае по расчету в зависимости от углов наклона полиспастов и расположения стропов по отношению к центру тяжести груза.

Расчет строп и чалочных канатов. Стропами называют отрезки канатов, на концах которых заделаны петли (рис. 9). Их применяют для связывания и подвешивания грузов к крюкам подъемных механизмов. Отрезки канатов того же назначения без петель, но с заделанными от расплетания концами называют чалочными канатами.

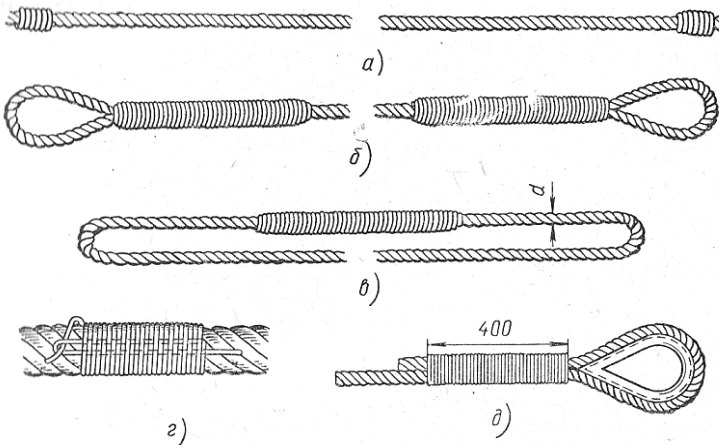


Рис. 9. Стропы: *a* – одинарный с заделанными концами; *б* – одинарный с петлями; *в* – кольцевой; *г* – заделка конца каната стальной проволокой; *д* – заделка петли

При подвеске груза стропы и чалочные канаты испытывают растягивающие силы и, кроме того, в местах перегиба – изгибающие силы. Определять последние для каждого отдельного случая весьма затруднительно, поэтому расчет стропов и чалочных канатов ведется только на растяжение, а изгибающие силы учитываются повышенным коэффициентом запаса прочности, равным 8.

Если ветви стропа расположены под некоторым углом α к вертикали (рис. 10), то суммарная растягивающая сила в них будет превышать вес груза. Из силового треугольника со сторонами a , b и c

$$c = \frac{a}{\cos \alpha}, \quad (24)$$

следовательно, растягивающая сила в каждой ветви стропы будет рассчитана по формуле (25):

$$P = K \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{Q}{n} = Km \cdot \frac{Q}{n}, \quad (25)$$

где Q – вес груза, Н (кг);

n – число ветвей стропа;

K – коэффициент неравномерности загрузки ветвей. При числе ветвей стропов до двух включительно $K = 1$, при большем количестве ветвей $K = 1,30$.

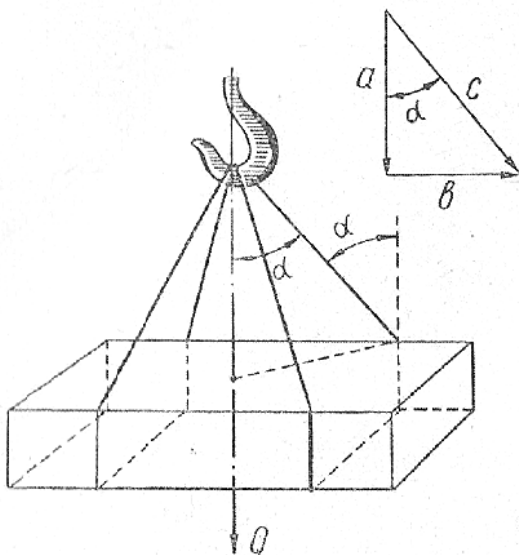


Рис. 10. Схема к расчету нагрузки на ветви стропа

Значения коэффициента $m = \frac{1}{\cos \alpha}$ следующие:

α	0°	30°	45°	60°
m	1,0	1,15	1,42	2,0

Выразив $\cos \alpha$ через отношения сторон треугольника, получим

$$P = K \cdot \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a} \cdot \frac{Q}{n}. \quad (26)$$

Петли на концах стропов заплетаются или закрепляются с помощью зажимов. В петли вставляют коуши, предохраняющие канат от перетирания.

На каждом стропе и чалочном канате укрепляется бирка с указанием их инвентарного номера, грузоподъемности и срока следующего испытания. Испытания производятся двойной нагрузкой не реже одного раза в 6 месяцев. Осмотр стропов и чалочных канатов с целью выявления дефектов осуществляется каждые 10 дней.

Подбор такелажного оборудования и оснастки

Подбор стальных канатов. Главной особенностью стальных канатов является способность воспринимать высокие продольные напряжения и изгибаться с радиусом $(3-5)d_K$ (d_K – диаметр каната) без существенных нарушений формы и несущей способности.

Эксплуатационные качества стальных канатов (табл. 8) характеризуются разрывной силой, гибкостью, износоустойчивостью, способностью сопротивляться раскручиванию под нагрузкой и коррозионной стойкостью. Разрывная сила каната складывается из произведения суммы разрывных сил составляющих его проволок на коэффициент $k = 0,82$, учитывающий неравномерность распределения сил между проволочками и особенностью их нагружения в спиральной конструкции каната.

Стальные канаты изготовляют из тонких стальных проволок, которые предварительно свивают в пряди. Проволоки в прядях могут быть одинакового или различных диаметров (рис. 11). Канат из

проволоки разного диаметра называется компаундом. Определенная система расположения толстых и тонких проволок дает возможность наиболее целесообразно использовать объем каната. При одинаковом наружном диаметре прочность канатов компаунд примерно на 8 % выше прочности обычных канатов.

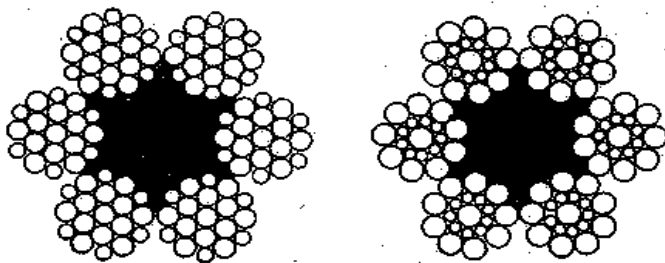


Рис. 11. Сечение каната из проволок одинакового и разного диаметра

Для такелажных работ применяются преимущественно канаты двойной свивки, называемые тросами. Двойная свивка может быть крестовой (проволоки в пряди свиты в одну сторону, а пряди в канаты – в другую) или односторонней (проволока в пряди и пряди в канате свиты в одну сторону).

Таблица 8

Техническая характеристика стальных канатов (ГОСТ 3071–74)

Диаметр		Площадь сечения всех проволок, мм ²	Расчетная масса 100 погонных метров, смазанного каната, кг	Расчетный предел прочности проволоки при растяжении, кг/мм ²							
Каната, мм	Проволоки, мм			130		140		150		160	
				Сум всех проволок в канате	Каната в целом	Сум всех проволок в канате	Каната в целом	Сум всех проволок в канате	Каната в целом	Сум всех проволок в канате	Каната в целом
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6 × 19 = 114 проволок											
5,3	0,34	10,35	9,81	–	–	1440	1220	1550	1310	1650	1400
5,7	0,37	12,31	11,66	–	–	1720	1460	1840	1560	1970	1670
6,2	0,4	14,36	13,60	–	–	2010	1700	2150	1820	2290	1940
7,7	0,5	22,34	21,17	2900	2460	3120	2650	3350	2840	3570	3030
9,3	0,6	32,26	30,57	4190	3560	4510	3830	4830	4100	5160	4380
11,0	0,7	43,89	41,50	5700	4840	6140	5210	6680	5690	7020	5960
12,5	0,8	57,34	54,33	7450	6330	8020	6810	8600	7310	9170	7790
14,0	0,9	72,50	68,70	9420	8000	10150	8620	10850	9220	11600	9850
15,5	1,0	89,49	84,8	11600	9860	12500	10600	13400	11350	14300	12150

Окончание табл. 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17,0	1,1	108,3	102,6	14050	11900	15150	12850	16200	13750	17300	14700
18,5	1,2	128,32	122,0	16700	14150	18000	15300	19300	16400	20600	17500
20,0	1,3	151,28	143,3	19650	16700	21150	17950	22650	19350	24200	20550
22,0	1,4	175,56	266,30	22800	19350	24550	20850	26300	22350	28050	23800
23,5	1,5	200,64	190,10	26050	22100	28050	23800	30050	25500	32100	27250
25,0	1,6	229,14	217,10	29750	25250	32050	27300	34350	29150	36650	31150
6 × 37= 222 проволоки											
8,7	0,4	27,97	26,27	–	–	3910	3200	4190	3430	4470	3660
11,0	0,5	43,51	40,86	5650	4630	6090	4990	6520	5340	6960	5700
13,0	0,6	62,83	59,0	8160	6690	8790	7200	9420	7720	10650	8240
15,5	0,7	85,47	80,27	1110	9100	11950	9790	12800	10450	13650	11150
17,5	0,8	111,67	104,8	14500	11890	15600	12750	16750	13700	17850	14600
19,5	0,9	141,19	132,6	18350	15000	19750	16150	21150	17300	22550	18450
22,0	1,0	175,26	164,6	22750	18600	24500	20050	26250	21500	28000	22950
24,0	1,1	211,98	199,1	27550	22500	29650	24300	31750	36000	33900	27750
26,0	1,2	253,04	237,7	32850	26900	35400	29000	37950	21100	40450	33150
6 × 61= 366 проволоки											
11,5	0,4	45,9	43,15	–	–	6420	5070	6880	5430	7340	5790
14,0	0,5	71,74	67,44	9320	7360	10000	7970	10750	8490	11450	9040
17,0	0,6	103,58	97,3	13450	10600	14500	11450	15500	12200	16550	13050
19,5	0,7	140,91	132,4	18300	14450	19700	15550	21100	16650	22500	17750
22,5	0,8	184,1	173,1	23900	18850	25570	20300	27600	21800	29450	23250
25,0	0,9	232,77	218,8	30250	23850	32550	25700	34900	27550	37200	29350
28,0	1,0	288,3	271,0	37450	29550	40350	31850	43200	34100	46100	36400
31,0	1,1	348,78	327,8	45300	35750	48800	38550	52300	41300	55800	44050
33,5	1,2	414,76	389,8	53900	42550	58550	45850	62200	49100	66360	52400

Канаты односторонней свивки более гибкие, чем крестовой, но обладают способностью к самораскручиванию под действием подвешенного груза. У канатов крестовой свивки проволоки подвержены более сильному трению, что приводит к быстрому их износу.

Наибольшее распространение получили стальные канаты из прядей, свитых вокруг органического (обычно пенькового) сердечника, пропитанного канатной мазью. В состав канатных мазей входит мазут, битумы и консистентные смазки; компоненты подбираются с таким расчетом, чтобы обеспечить устойчивость смазки при различных температурах.

Гибкость каната зависит от диаметра проволок, из которых он изготовлен. Для такелажных работ используются преимущественно канаты из шести прядей с количеством проволок в каждой из них 19, 37 и 64 или 61. Чем чаще в процессе эксплуатации канат подвергается изгибам, тем большее число проволок он должен содержать. Так, для крепления грузов к крюкам применяют стальные канаты из шести прядей, свитых из 61 проволоки; для подъемных механизмов

и приспособлений используют канаты из шести прядей по 37 проволок в каждой; для растяжек мачт, практически не подвергающихся изгибам во время работы, используют жесткие канаты из шести прядей по 19 проволок.

Подбор стальных канатов производится по разрывной силе (см. табл. 8).

$$P_{\text{раз}} = P \cdot K, \quad (27)$$

где $P_{\text{раз}}$ – разрывная сила каната в целом, определяемое по таблицам или гарантированное заводским паспортом, Н (кг);

P – наибольшее допустимая сила в канате, Н (кг);

K – коэффициент запаса прочности. Коэффициент запаса прочности установлен:

для механизмов с ручным приводом	4,5;
для механизмов с машинным приводом	5,0;
для чалочных канатов и стропов (обвязка грузов)	8,0;
для растяжек и вант	3,5.

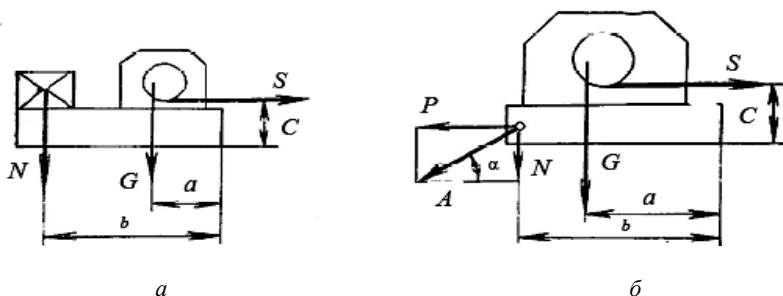


Рис. 12. Схема расчета устойчивости лебедок с противовесом (а) и якорным креплением (б)

Расчет лебедок на устойчивость. Лебедка (рис. 12) должна быть проверена расчетным путем на устойчивость, которую ей придает противовес (балласт), установленный на раме или якорь (инвентарный или заглубленный). Необходимую массу балласта или несущую способность якоря определяют из условий равновесия с

учетом коэффициента устойчивости против опрокидывания $k_1 = 1,2-1,3$ и коэффициента смещения $k_2 = 1,5-2,2$.

Для предотвращения опрокидывания лебедки вокруг переднего края рамы необходимо, чтобы

$$Nb + Ga = Sc. \quad (28)$$

Откуда

$$N = \frac{(Ga - Sc)}{b}. \quad (29)$$

С учетом надежности

$$N = k_1 \frac{(Ga - Sc)}{b}, \quad (30)$$

где N – вес противовеса или вертикальная составляющая силы на якорь;

G – вес лебедки, сосредоточенный в центре тяжести;

S – тяговая сила троса;

a, b, c – расстояния от ребра опрокидывания до точки приложения соответствующих сил.

Устойчивость против смещения будет обеспечена при следующих условиях:

– для случая противовеса:

$$N = k_2 \left(\frac{S}{f} - G \right); \quad (31)$$

– для случая якорного закрепления:

$$N = k_2 \left(\frac{S - Gf - P}{f} \right). \quad (32)$$

Так как $P = Nctg\alpha$, то

$$N = \frac{k_2(S - Gf)}{f + k_2ctg\alpha}, \quad (33)$$

где f – коэффициент трения рамы лебедки по основанию.

По величине наибольшей вертикальной составляющей N и при известном угле α нетрудно рассчитать размеры и расположение якоря при выбранной его конструкции.

Расчет якорей. Якоря применяются для крепления расчалок (вант), лебедок полиспастов при невозможности использования для этих целей строительных конструкций. Они бывают нескольких видов: деревянные свайные, бревенчатые с заложением в грунт, наземные инвентарные якоря (рис. 13).

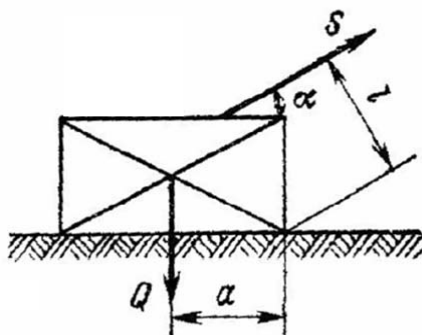


Рис. 13. Схема сил, действующих на наземный якорь

Наземные инвентарные якоря выполнены в виде решетчатых металлических конструкций, заполненных аттестованными железобетонными блоками размером $0,9 \times 0,9 \times 4$ м и массой около 7,5 т.

Методика расчета наземных бетонных якорей сводится к следующему; масса груза, необходимого для загрузки рамы наземного якоря в зависимости от силы, прикладываемой к якорю, и направления силы определяется по формуле (34):

$$Q = k \left(\frac{S \cos \alpha}{f} + S \sin \alpha \right), \quad (34)$$

где Q – масса якоря, кг;

S – сила, прикладываемая к якорю, Н;

α – угол наклона тяги якоря к горизонту;

k – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,5;
 f – коэффициент трения бетона о грунт, равный 0,45–0,7.
 Проверку якоря на опрокидывание производят по формуле (35):

$$Qa \geq k_1Sl, \quad (35)$$

где a – расстояние от центра тяжести до точки опрокидывания, см;
 k_1 – коэффициент устойчивости, равный 1,4.

Для вертикальных сил, действующих на заглубленный якорь, должно соблюдаться условие (рис. 14)

$$Q + T \geq kN_2, \quad (36)$$

при этом масса грунта, сопротивляющаяся вырыванию якоря, определяется по формуле (37):

$$Q = \frac{b + b_1}{2} Hl\rho, \quad (37)$$

где ρ – плотность утрамбованного грунта, т/м³ (для расчетов может приниматься равной 1,6 т/м³);

b – принимается из расчета угла откоса задней стенки котлована не более 30°.

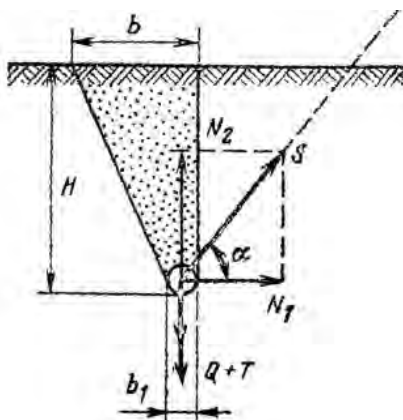


Рис. 14. Схема сил, действующих на заглубленный якорь

Сила трения бревна о стенку котлована при вырывании, Н,

$$T = fN_1, \quad (38)$$

где f – коэффициент трения дерева по грунту, принимаемый равным 0,5;

$k \geq 3$ – коэффициент запаса для вертикальных сил;

l – длина бревна, м;

H – глубина заложения якоря, м.

Горизонтальная и вертикальная составляющие в тяге якоря S , Н,

$$N_2 = S \sin \alpha; \quad N_1 = S \cos \alpha. \quad (39)$$

Для горизонтальных сил должно быть соблюдено условие (40).

$$N_1 \leq ndl\sigma\eta, \quad (40)$$

где n – количество бревен, соприкасающихся со стенкой котлована, шт.;

d – диаметр бревна, см;

$\eta = 0,25$ – коэффициент уменьшения допускаемого давления на грунт вследствие неравномерного смятия;

σ – допускаемое давление на грунт, МПа.

Места установки и конструкции якорей для лебедок, мачтовых вант (расчалок) и отводных блоков предусматриваются проектом организации работ. Наиболее удобны в применении незаглубленные и полузаглубленные инвентарные якоря – железобетонные призмы массой 2–10 т, связанные прочным металлическим каркасом. При известном угле наклона тяговая сила к горизонту расчет якоря сводится к определению его веса и размеров опорной поверхности из условий его устойчивости, противоопрокидывания и смещения (табл. 9).

Таблица 9

Допускаемое давление на грунт на глубине 2 м

Вид грунта	Допускаемое давление на грунт σ , МПа
Песок мелкий сухой плотный	3,5
Песок мелкий влажный плотный	2–3
Супесок сухой средней плотности	2,0
Супесок влажный средней плотности	1,5
Глина в пластичном состоянии	1,0–2,5

Для сохранения равновесия необходимо выполнение следующих условий:

$$G > N = R \sin \alpha; \quad (G - N)a = Pb, \quad (41)$$

откуда

$$G = \frac{R(b \cos \alpha + a \sin \alpha)}{a} \text{ при } P = Nctg\alpha, \\ (G - N)f = P, \quad (42)$$

откуда

$$G = R \left(\frac{\cos \alpha}{f} + \sin \alpha \right), \quad (43)$$

где R – тяговая сила, приходящееся на якорь;

a и b – плечи сил относительно ребра опрокидывания;

f – коэффициент трения (обычно принимают $f = 0,2-0,5$).

Определив из трех приведенных уравнений наибольшее значение веса якоря G , увеличивают его для заглубленных якорей в 2–3 раза, для незаглубленных в 5 раз.

При расчете закладных якорей к весу якоря прибавляют вес засыпки или бетонной заливки, а также несущую способность грунта, препятствующую вырыванию якоря. Размеры закладного элемента определяют из расчета его на прочность, а также с учетом допустимого удельного давления на грунт или бетон. Закладной элемент (бревно, балку) рассчитывают на изгиб в зависимости от типа крепления тяги.

Якоря располагают так, чтобы не повредить кабели электрических сетей, а также действующие подъемные коммуникации. Использование в качестве якорей действующих конструкций (зданий, оборудования, фундаментов) допустимо только после тщательной проверки их на надежность.

Приспособления для перемещения оборудования (табл. 10).

Таблица 10

Приспособления для перемещения оборудования

Вид и название	Описание и характеристики
	<p>Ручная тележка ТГ-150 Ручные тележки – это тележки для перемещения упакованного и распакованного груза при помощи небольшой грузовой площадки и ручки. Характеристики: Размер платформы, мм: 380×300 Масса, кг: 15 Диаметр колес, мм: 260 (пневмо) Грузоподъемность, кг: 150</p>
	<p>Тележка платформенная РН-300 Платформенные тележки могут быть самых разнообразных размеров и видов. Грузоподъемность таких тележек не очень высока, а различные конструкции и размеры платформы облегчают работу с разнообразными видами грузов. Характеристики: Размер платформы, мм: 900×600 Масса, кг: 40 Диаметр колес, мм: 125 Грузоподъемность, кг: 300</p>
	<p>Тележка платформенная КРТ-500 Характеристики: Грузоподъемность: 600 кг Размер платформы: 600×1000 мм Диаметр колес: 200 мм Высота до платформы: 275 мм Собственная масса: 29 кг</p>

Продолжение табл. 10

Вид и название	Описание и характеристики
	<p>Гидравлическая тележка АС 20 Тележка предназначена для стандартных европоддонов Характеристики: Грузоподъемность, кг: 2000 Минимальная высота, мм: 85 Максимальная высота подъема, мм: 200 Ведущие колеса, мм: Ø 200X50 Ролики двойные, мм: Ø 82X70 Ширина, высота вилы, мм: 160×50 Ширина тележки, мм: 540 Длина вилы, мм: 1150</p>
	<p>Ручная гидравлическая тележка HP-25 Характеристики: Грузоподъемность, кг 2500 Длина вил, мм 1150 Высота подъема, мм 205 Опорные ролики: спаренные (вулкан) Поворотное колесо: резина Ускоренный подъем груза до 150 кг</p>
	<p>Гидравлическая тележка АС 30 Характеристики: Грузоподъемность, кг: 3000 Мин. Высота, мм: 85 Макс. высота подъема, мм: 200 Ведущие колеса, мм: Ø 200X50 Ролики двойные, мм: Ø 82X70 Ширина, высота вилы, мм: 160×50 Ширина тележки, мм: 540 Длина вилы, мм: 1150</p>
	<p>Низкоподъемная тележка – EXU H Характеристики: Максимальная скорость движения с грузом и без: 6 км/ч Защита от перегрузки гидравлической системы Возможность установки батареи до 250 Ач Грузоподъемность: 2000 кг Максимальная высота подъема: 560 мм</p>

Лебедки. Лебедки с ручным приводом выпускаются грузоподъемностью 0,5; 1; 2; 3; 5; 7,5; 10 т; с электрическим приводом – грузоподъемностью 0,5; 1,5; 3; 5; 7,5; 10 т. Все лебедки для такелажных работ должны иметь зубчатые передачи и автоматически действующие тормозные устройства. Лебедки с ручным приводом оборудуются двумя тормозами: храповиком с собачкой и ленточным тормозом. Электрические лебедки снабжены тросоукладчиками.



Рис. 15. Лебедки электрические

Таблица 11

Лебедки электрические

Модель	Грузо-подъемность, т	Длина каната, м	Скорость навивки, м/с	Комплектация канатом	Диаметр каната, мм	Масса, кг
ЛМ-0,25	0,25	75	0,25/с	–	5,1	75
ЛМЧ-025	0,25	80	0,2	–	4,5	70
ЕВН250	0,25	62	0,5	+	5	59
ЛМЧ-040	0,4	80	0,11	–	5,6	80
ТЛ-14А	0,42	80	0,72	–	6,9	235
ЕВН500	0,5	72	0,5	+	6	96
ЛМ-0,5	0,5	90	0,3	–	6,9	95
ЛМЧ-050	0,5	80	0,25	–	6,9	110
ТЛ-14Б	0,63	50	0,35	–	8,1	220
У5120.60	0,63	70–130	0,58	–	8,3	250
УЧ5120.60	0,63	70–130	0,27	–	8,3	250
ЛМ-1	1	80	0,25	–	9,1	275
ТЭЛ-1	1	75	0,3	–	11	375
ТЛ-9А	1,25	80	0,5	–	11	435
ЖК1	1	110	0,34	+	9,3	460
ЛМ-1,5	1,5	100	0,3	–	11	435
ЛМ-2Р	1,5	80	0,18	–	11	320
ЛМ-2	2	250	0,3	–	14	600
ТЭЛ-2	2	250	0,25	–	14	645
ТЛЧ-2	2	250	0,25	–	13	450
ЛМ-3,2	3,2	250	0,3	–	18	950
ТЛ-7А	5	250	0,31 (0,14)	–	22,5	1940
ТЛ-7Б	5	250	0,31	–	22,5	1900
ТЛ-8Б	5	220/460	0,027	–	22,5/6,9	1200



Рис. 16. Лебедки ручные рычажные

Таблица 12

Лебедки ручные рычажные

Модель	Грузоподъемность, т	Длина каната, м	Диаметр каната, мм	Масса, кг
ЛР-300	0,3	2,5	3,9	4,2
ЛМ1-00	0,5	4	5	4
ЛР-0.63	0,63	9	5,6	7
DK-1000	1	2,2	5,1	3,1
DK-1500	1,5	2,2	5,1	4,3
ЛР-1,6	1,6	9	8,3	13,5
BQ20-D	2	3	4,8	3,4
BQ20-D	4	1,8	5,1	5,2



Рис. 17. Лебедки ручные, барабанные

Таблица 13

Лебедки ручные, барабанные

Модель	Грузоподъемность, т	Длина каната, м	Скорость навивки, мм/1 об.	Комплектация канатом	Диаметр каната, мм	Масса, кг
РЛ-500	0,5	15	40	+	5,0	14
УТМ 08 (ЛЧ-08)	0,8	50	10	-	7,4	32
ЛР-1	0,5–1,0	40–20	60	+	6,9	24
ЛР-1	0,5–1,0	60–30	60	+	6,9	24

Модель	Грузо-подъемность, т	Длина каната, м	Скорость навивки, мм/1 об.	Комплектация канатом	Диаметр каната, мм	Масса, кг
«Дина 2»	0,5–1,0	50–25	60	+	5,6	24
ТЛ-2А	1,25	50	200	–	11	150
ЛР-1.5	1.0–1,5	40–20	60	+	8,0	32
ЛР-1.5	1.0–1,5	60–30	60	+	8,0	34
РЛ-1500	1,5	45	8	+	9,9	73
ТЛ-2Т	2	120	700	–	10,5	175
ТЛ-3Т	3	100	700	–	15	190
ТЛ-3А	3,2	50	100	–	16,5	230
ТЛ-5А	5	75	100	–	21,0	465

Строповка оборудования

Важнейшая и трудоемкая операция по подготовке оборудования к установке его в проектное положение – строповка. На строповку и расстроповку отводится 10–15 % общего времени монтажа. При выборе способа строповки учитывают: массу, габарит, конфигурацию, материал и расположение центра масс поднимаемого аппарата или конструкции; метод подъема и установки на фундамент аппарата или конструкции; количество и характеристику грузоподъемных средств, а также конструкцию захватного устройства (крюк, серьга грузоподъемного полиспаста мачты); высоту и конфигурацию фундамента под аппарат или конструкцию.

К строповке технологического оборудования предъявляют следующие требования: возможно меньшая трудоемкость и продолжительность строповки и расстроповки, инвентарность строповых устройств и их надежность. Наиболее трудоемка строповка аппаратов колонного типа. При подъеме и установке оборудования большой массы монтажными полиспастами применяют стропы невитой и витой конструкции. Строп невитой конструкции выполняют непосредственно на месте монтажа путем однослойной укладки каната с возможно равномерным размещением витков строп на поверхности грузозахватного устройства, обеспечивая максимальную равномерность их наложения.

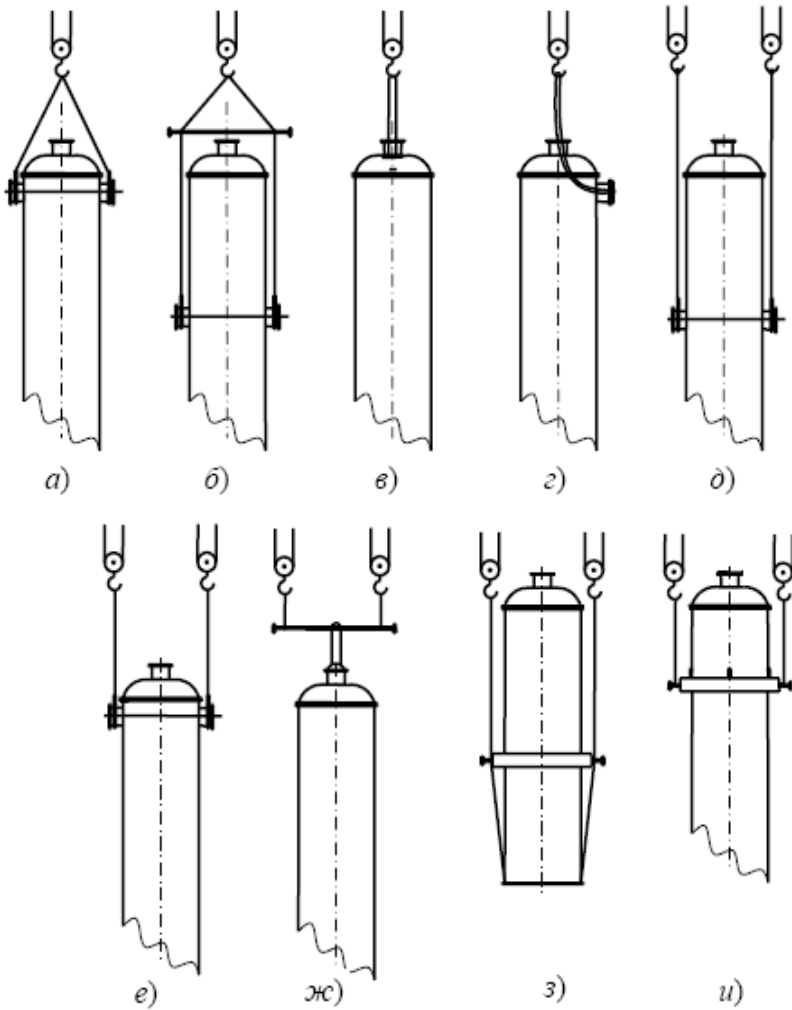


Рис. 18. Схемы строповки аппаратов колонного типа:

a – за монтажные штуцера одним стропом; *б* – то же через универсальную (распорную) траверсу; *в* – за центральный штуцер с поперечиной; *г* – за боковой технологический штуцер с поперечиной; *д, е* – за два монтажных штуцера, приваренных соответственно за среднюю часть аппарата и за головку; *ж* – за балансирующую траверсу, закрепленную за центральный штуцер; *з* – за бандажное кольцо, соединенное с основанием аппарата канатом; *и* – за бандажное кольцо, удерживаемое ограничительными планками

При креплении стропов витой конструкции на цилиндрических захватных устройствах такелажных средств и монтажных штуцерах используют специальные коуши, обеспечивающие равномерную передачу рабочей нагрузки на поверхность захватного устройства и нормальные условия работы стропа.

При монтаже вертикальных аппаратов методом скольжения и поворота вокруг шарнира такелажными средствами, часто применяют бесконтактную строповку, обеспечивающую возможность вращения подвески как вокруг монтажного штуцера, так и вокруг оси, перпендикулярной оси монтажного штуцера (рис. 18). Строповку горизонтальных аппаратов производят следующими способами (рис. 19).

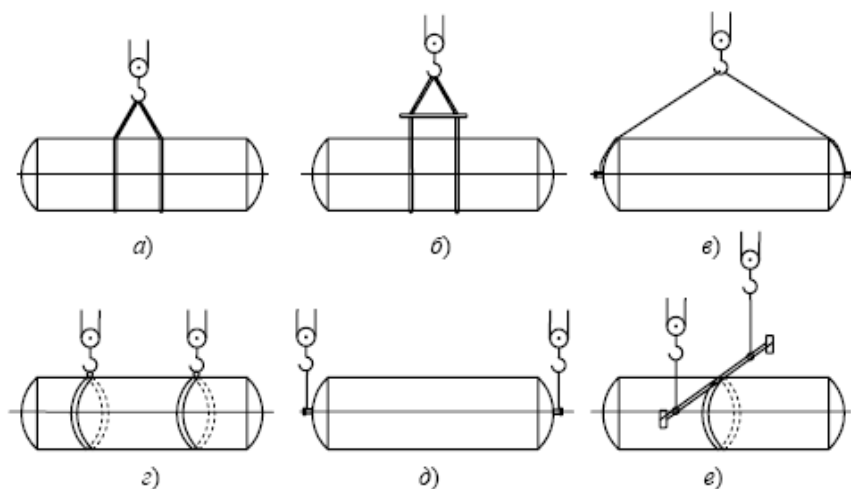


Рис. 19. Схемы строповки горизонтальных аппаратов:

- a* – канатом за среднюю часть аппарата; *б* – универсальной траверсой;
- в* – за два монтажных штуцера; *г* – спаренными кранами с обвязкой канатом по краям аппарата; *д* – спаренными кранами за два или четыре штуцера;
- е* – балансирной траверсой с креплением к аппарату за среднюю часть

При ограниченной высоте подъема крюка крана места строповки можно расположить на днище аппарата ниже его горизонтальной оси, но в этом случае на каждом днище (по обе стороны его вертикальной оси) следует приварить два монтажных (ложных) штуцера.

РАСЧЕТ И ПОДГОТОВКА ФУНДАМЕНТОВ ПОД ОБОРУДОВАНИЕ

Фундамент – монолитное сооружение под машиной или аппаратом, предназначенное для передачи грунту давления, производимого массой машины или аппарата и силами, возникающими при их работе. Фундамент жестко связан с установленным на нем оборудованием и придает дополнительную жесткость и устойчивость. Фундамент состоит из двух частей: нижней – подушки и верхней – собственно фундамента.

В качестве материала для подушки фундамента применяют:

– бутовый камень, укладывают на цементном растворе, состоящем из одной части цемента и двух частей песка (по объему);

– бетон, состоящий из одной части цемента, двух частей песка и четырех частей щебня (по объему). Материалом для фундамента служат нормально обожженный, не имеющий трещин и деформаций кирпич и бетон, состоящий из одной части цемента, двух частей песка и четырех частей щебня (по объему).

При проектировании фундамента необходимо составить расчетную схему, определить основные размеры его, а также выполнить проверочный расчет фундамента. Составление расчетной схемы заключается в определении координат точек приложения сил, действующих на фундамент.

В расчетной схеме (рис. 20) величина G_a представляет собой суммарный вес аппарата и перерабатываемых веществ. Если при расчете фундамента необходимо учитывать динамические нагрузки, создаваемые центробежными силами, то их для облегчения расчета приводят к эквивалентным статическим нагрузкам G_d .

$$G_d = k_d M \cdot \varepsilon \left(\frac{\pi n}{30} \right)^2, \quad (44)$$

где G_d – приведенные динамические нагрузки;

k_d – динамический коэффициент ($k_d = 1,5-2$);

M – вращающиеся массы;

ε – эксцентриситет вращающихся масс ($\varepsilon = 0,01-0,001$ от диаметра вращающихся масс);

n – число оборотов вращающихся масс.

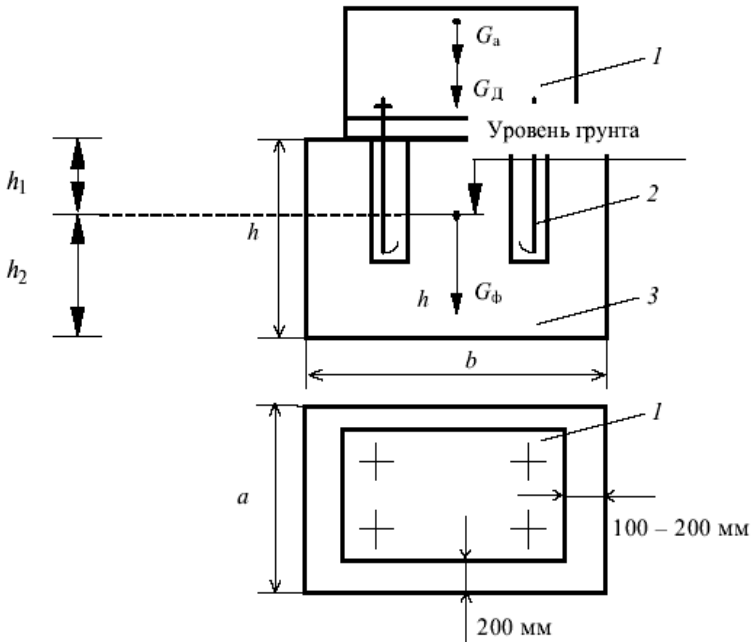


Рис. 20. Расчетная схема фундамента:
1 – аппарат; 2 – фундаментный болт; 3 – фундамент

Определив величины $G_{д}$ и G_a рассчитывают суммарную статическую нагрузку $G_{ст} = G_{д} + G_a$, вес фундамента $G_{ф}$ и размер подземной части h_2 :

$$G_{ф} = k \cdot G_{ст}, \quad (45)$$

где k – эмпирический коэффициент, для оборудования со статической нагрузкой $k = 0,6 - 1,5$, для оборудования с динамической нагрузкой $k = 2 - 3$.

Зная вес фундамента, площадь его основания и удельный вес материала фундамента, определяют размер его подземной части:

$$h_2 = \frac{G_{ф}}{ab\gamma}, \quad (46)$$

где γ – удельный вес материала фундамента;

a и b – ширина и длина фундамента (эти величины принимаются на (100–200) мм больше размеров опорного контура аппарата).

Расчитанное значение h_2 необходимо проверить. Минимальная величина h_2 для фундамента в отапливаемом помещении должна быть не менее 500 мм.

Для неотапливаемых помещений и открытых площадок величина h_2 определяется по выражению (47).

$$h_2 \geq H_{\text{пр}} + 200 \text{ мм}, \quad (47)$$

где $H_{\text{пр}}$ – глубина промерзания грунта в данном районе (для Беларуси – 1,5 м).

Высота надземной части фундамента h_1 определяется местом расположения оборудования и требованиями технологии (обеспечение горизонтальности или уклона трубопроводного участка между соседними аппаратами и т.д.). Общая высота фундамента должна быть больше, чем длина фундаментных болтов:

$$l = (15–20)d, \quad (48)$$

где l – длина и d – диаметр фундаментного болта.

Диаметр фундаментного болта определяется по формуле (49)

$$d = \sqrt{\frac{P_{\text{в}} + Q_3}{0,785[\sigma]_{\text{разр}}}}, \quad (49)$$

где Q_3 – затягивающая сила на болтах ($Q_3 = 4 P_{\text{в}}$);

$P_{\text{в}}$ – вырывающая сила:

$$P_{\text{в}} = \frac{G_{\Gamma} L}{2S}, \quad (50)$$

где G_{Γ} – сила горизонтального смещения;

L – расстояние по вертикали от точки приложения силы G_{Γ} до верхней плоскости фундамента;

S – расстояние между болтами.

Фундаменты изготавливают на основании чертежей, которые разработаны заводом-изготовителем оборудования. Они состоят из планов и разрезов фундамента и содержат расчет его массы. В чертежах конкретизированы конструкции фундамента, расчеты его устойчивости, а также привязки к строительным конструкциям.

При постройке фундамента следует не допускать превышение допустимого давления на грунт, так как это приводит к оседанию и деформации фундамента. Чтобы снизить нагрузки на грунт делают подушку, тем самым, увеличивая площадь основания фундамента.

Если грунт выдерживает нагрузку, то работа по устройству подушки под фундамент сводится к ее планировке.

В случае мягкого глинистого или илистого грунта делают бетонную подушку (толщиной 300–400 мм), на которой и возводят фундамент. Подушка должна равномерно выступать во все стороны за границы основания фундамента.

Глубина заложения фундамента зависит от характера грунта, глубины его промерзания, от типа и размеров монтируемого оборудования. Обычно глубина заложения фундамента принимается не менее 0.7 глубины промерзания – для неотапливаемых помещений и 0.5 глубины промерзания – для отапливаемых помещений.

При устройстве бетонных и железобетонных фундаментов по окончании укладки подушки изготавливают опалубку из вертикальных дощатых щитов толщиной (22–25) мм. Щиты устанавливают вдоль наружных контурных линий фундамента и прочно соединяют между собой (рис. 21).

При наличии грунтовых вод, а также для защиты от воздействия агрессивных растворов (сверху и с боков), фундамент изолируют или пронизывают различными кислотостойкими материалами (битум, толь, рубероид или полинзобутилен).

Разметку осей фундаментных болтов производят при помощи шаблона на опалубке фундамента, к нему прикрепляют фундаментные болты с анкерными щитами, шайбами и гайками.

Разметку колодцев для фундаментных болтов производят при помощи шнуров или специальных шаблонов.

Минимальный размер сечения колодца 100×100 мм. Глубина заложения фундаментных болтов должна быть на (100–300) мм меньше глубины заложения фундамента. Расположение колодцев для фундаментных болтов должно допускать возможность смеше-

ния фундаментной плиты машины на (10–20) мм в любую сторону. При отсутствии шаблона в местах, где должны быть колодцы для фундаментных болтов, устанавливают гладко оструганные деревянные пробки или суживающиеся к низу трубы из тонких досок или фанерные цилиндры. Деревянные пробки до полного схватывания фундамента рекомендуется слегка раскатать, что позволит их легко удалить.

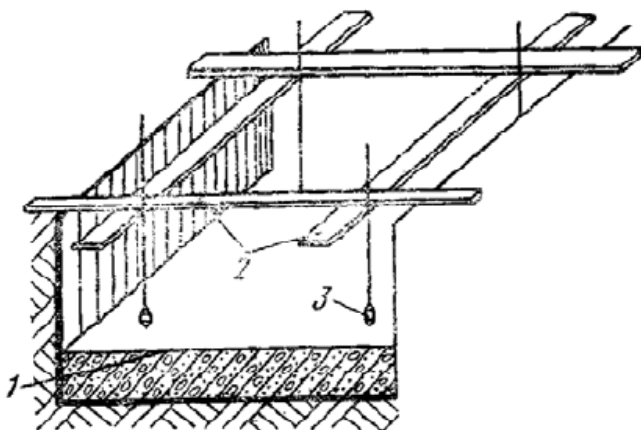


Рис. 21. Разметка шаблонов под анкерные болты:
1 – опалубка; 2 – шаблон; 3 – отвес

Приготовленный бетон для фундамента укладывают слоями толщиной 8–10 см и тщательно утрамбовывают до появления воды на поверхности слоя. Сооружение фундамента должно вестись непрерывно. Если допущен перерыв, то в последний на глубину 25–30 см вставляют металлические стержни длиной 50–60 см на расстоянии 30–40 см один от другого, а поверхность ранее уложенного бетона насекают, тщательно очищают, промывают и покрывают слоем цементного раствора (одна часть цемента и две части песка) толщиной 20 мм.

Отметка верха фундамента должна находиться на 25–40 см ниже проектной отметки, чтобы между фундаментом и рамой машины можно было установить монтажные прокладки для выверки и произвести подливку цементным раствором.

Приготовленный к сдаче фундамент, должен отвечать следующим требованиям: на всех фундаментах, сдаваемых под монтаж, должны быть заделаны металлические планки с нанесенными на них осевыми и высотными отметками: они не должны иметь раковин, поверхностных трещин и других дефектов: положение опорной поверхности фундаментов как в горизонтальном, так в вертикальной плоскости должно быть правильным (рис. 22).

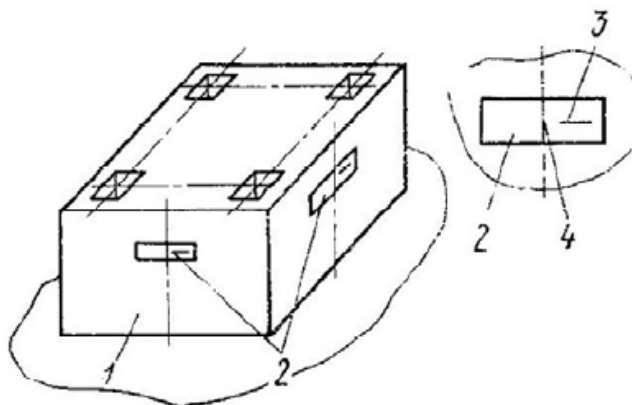


Рис. 22. Схема планки для нанесения на фундаментах осей и высотных отметок:
1 – фундамент; 2 – планка; 3 – высотная отметка; 4 – осевая отметка

Приемку фундамента оформляют актом, который подписывается строительной и монтажной организации, и торгового предприятия и утверждается главными инженерами строительного и торгового предприятия.

МОНТАЖ ТОРГОВО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В данном разделе курсового проекта рассматриваются следующие этапы: установка и подключение аппарата, электрическое подключение, подключение технологической среды и т.д. Для получения исходной информации студент использует руководство по установке и подключению, входящее в комплект поставки торгового оборудования.

Установка торгового оборудования

Оборудование на фундаментах и других опорах устанавливают и выверяют на пакетах стальных прокладок, клиньях, регулировочных болтах или домкратах (рис. 23).

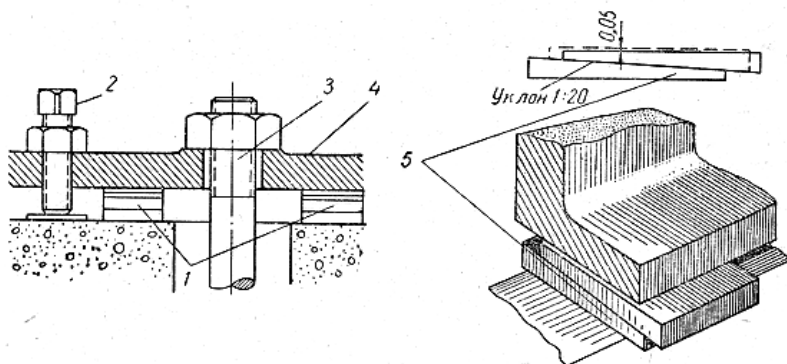


Рис. 23. Приспособления для выверки оборудования на фундаментах:
1 – пакеты стальных прокладок; 2 – регулировочный болт;
3 – фундаментный болт; 4 – рама; 5 – клинья

Выверка производится на горизонтальность, по высотным отметкам и по монтажным осям. Кинематически связанные механизмы проверяются дополнительно на правильность взаимного расположения.

После выверки под подошву рамы подливают бетонный раствор. Толщина слоя подливаемого бетона от 30 до 60 мм (большая толщина принимается для оборудования с более широкими рамами).

Соответственно фундаменты и другие опоры изготавливают ниже проектной отметки на толщину слоя подливки, а высота подкладок, клиньев и т. д. должна равняться принятой толщине подливки.

Пакеты подкладок набирают из стальных пластин толщиной 20–0,1 мм, такие наборы позволяют изменять с необходимой точностью высоту пакетов.

Клиновые подкладки изготавливают из стали или чугуна; их поверхности придают уклон 1:0 или 1:20.

Регулировочные болты ввертывают непосредственно в раму машины или изготавливают с необходимыми деталями как самостоятельные подъемные узлы.

Количество пакетов подкладок или регулировочных болтов принимается с таким расчетом, чтобы не допускать прогиба рамы. Под недостаточно жесткими рамами, например, горизонтальных компрессоров, подкладки располагают с двух сторон каждого фундаментного болта; под жесткими рамами количество подкладок сокращается до одной у каждого фундаментного болта, но должно быть не менее четырех.

Размеры подкладок определяют исходя из величины допускаемой удельной нагрузки на бетон, которая принимается равной 25–40 кг/см².

В местах размещения подкладок поверхность бетона выравнивают, срубая неровность зубилом. Поверхности всех уложенных на зачищенные места подкладок должны находиться в одной горизонтальной плоскости на высоте проектной отметки подошвы машины. Горизонтальность подкладок проверяют слесарным уровнем, установленным на монтажную линейку; негоризонтальность допускается в пределах 0,5–0,7 мм на 1000 мм длины.

На выверенные подкладки устанавливают машину. Перед установкой в колодцы опускают фундаментные болты, а на поверхность фундамента кладут катки или металлические балки такой высоты, чтобы выступающие концы болтов не препятствовали перемещению машины по фундаменту. После подъема машины на фундамент заводят в отверстия рамы концы фундаментальных болтов, навертывают на них гайки и катки или балки убирают.

При проверке горизонтальности уровень устанавливают на базовые площадки рамы (специально обработанные поверхности) в случае их отсутствия – на чисто обработанные поверхности корпусов,

валов, подшипников и других деталей. Измерение уровнем выполняют в направлениях параллельном и перпендикулярном монтажной оси машины.

Горизонтальность установки достигается изменением количества подкладок или подколачиванием клиньев. Выверку считают удовлетворительной, если достигнута необходимая горизонтальность различных частей рамы и все подкладки одинаково нагружены. Недостаточно нагруженные подкладки или клинья обнаруживают по показаниям уровня и по звуку при простукивании их молотком (издают глухой дребезжащий звук).

Пример. Пароконвентомат Rational SelfCooking Center 201 выравнивают уровнями по горизонтали (рис. 24, 1). Увеличение просвета над полом происходит за счет удлинения ножек аппарата и устройства для подъема рамы с направляющими. После чего закрепляют напольный аппарат с помощью входящих в состав крепежного комплекта (рис. 24, 2). Затем задвигают напольный аппарат в напольные фиксаторы. Рама с направляющими должна стоять в аппарате горизонтально (рис. 24, 3). Если пол неровный, то эту неровность необходимо устранить с помощью въездной ramпы, при этом угол въезда не должен превышать 4° . Если перед напольным аппаратом находится решетка стока, то в зоне въезда рамы с направляющий необходимо поместить перекрытие, обеспечивающее переезд через решетку.

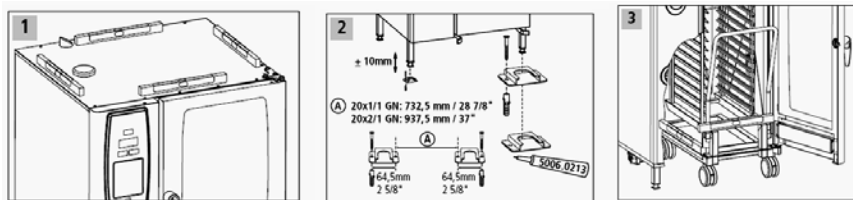


Рис. 24. Установка пароконвентомата Rational SelfCooking Center 201

Подключение оборудования к электросети

Электрооборудование машин и тепловых аппаратов подключается к электросети через пусковые устройства – рубильники, пакетные выключатели и переключатели, магнитные пускатели. Пусковые устройства, а также средства защиты и автоматического управления встраиваются в оборудование или поставляются отдельно, смонтированными в пусковых ящиках, станциях управления и т.п.

Невстроенную электропусковую аппаратуру устанавливают в непосредственной близости от оборудования на стенах на высоте 1,5–1,7 м от пола или на металлических каркасах, закрепленных в полу. Кнопочные станции пускателей располагают в местах, удобных для управления работой оборудования.

Электропроводку от пусковых устройств к оборудованию, не примыкающему к стенам, прокладывают в стальных трубах, заглубленных в полу. В одной трубе разрешается прокладывать совместно провода силовых линий, заземленной нейтрали и цепей управления. Чтобы затянуть провода, в трубу сначала пропускают тонкую стальную проволоку, к проволоке прикрепляют пучок проводов и протаскивают их.

В целях защиты изоляции проводов от увлажнения отверстие более теплого конца трубы заделывают изоляционной битумной мастикой, а более холодного – оставляют открытым. Если в открытое отверстие возможно попадание воды, то выступающий из пола или стены конец трубы отгибают книзу.

Оборудование подключается к электросети согласно схемам и инструкциям заводов-поставщиков. До подключения необходимо детально изучить работу оборудования по принципиальной электрической схеме, увязать принципиальную схему с монтажной схемой и определить, какие соединения проводов необходимо выполнить.

На принципиальных схемах соединения электроприемников и различной аппаратуры изображаются в наиболее доступной для восприятия форме. Однако выполнять соединения элементов установки и подключение оборудования к сети по принципиальным схемам затруднительно (положение элементов установки на этих схемах не соответствует действительному их размещению, необходимо предусматривать удобное переключение элементов на различное напряжение сети и отключение их для ремонта), поэтому соединения выполняются по монтажным схемам.

Подключение электрооборудования к заземлителям. Вследствие неисправности электроизоляции, повышенной влажности помещения или неправильного выполнения электромонтажных работ между корпусами электрооборудования и землей может возникнуть опасная разность напряжений, В целях обеспечения безопасности людей, на установках с напряжением в линиях более 36 В все дос-

тупные для соприкосновения и способные проводить ток части электрооборудования, электрощитков, сетей и приборов управления подлежат заземлению путем соединения их с заземлителями. В частности, с заземлителями должны соединиться корпуса электросилового и электротеплового оборудования, корпуса распределительных щитов, пультов управления, пускателей, выключателей, релестатов, корпуса переносного электроинструмента, электрические измерительные приборы, приборы автоматического управления и контроля, металлические оболочки и гибкие брони электрокабелей, стальные трубы для прокладки проводов.

Заземлители могут быть естественные (расположенные в земле металлические конструкции или трубопроводы с негорючими жидкостями, арматура железобетонных конструкций) или специально изготовленные из вертикально погруженных в землю труб, отрезков угловой стали и т.п. Заземлители соединяются с магистральными заземляющими проводниками, к которым подключают корпуса оборудования.

На электроустановках с глухим заземлением нейтрали трансформатора (или генератора) магистральный заземляющий проводник у подстанции подключен к заземлителям и соединенным вместе началам или концам обмоток трансформатора (их нейтралью).

Этот проводник прокладывают совместно с фазными проводниками или в непосредственной близости к ним; токопроводность заземляющего проводника должна быть не менее 50 % фазного.

На электроустановках с изолированной нейтралью трансформатора для соединения корпусов оборудования с заземлителем используют особый заземляющий контур, проложенный отдельно открытыми стальными шинами, соединенными сваркой. Проводник изолированной нейтрали трансформатора, используемый в таких установках для понижения напряжения сети, прокладывается совместно с фазными проводниками; к нему нельзя подключать корпуса оборудования, так как в этом случае они окажутся под опасным напряжением.

Заземлители и заземляющие магистрали сооружаются в соответствии с Правилами устройства электроустановок и должны быть приняты в эксплуатацию энергоснабжающей организацией.

Присоединение проводников к заземляющим магистралям выполняется на сварке или посредством болтовых соединений с при-

менением средств защиты последних от коррозии. Сечения соединительных проводников должны обеспечивать прохождение тока, в 3 раза превышающего ток ближайшей плавкой вставки. Однако выбранные сечения не должны быть меньше; для медных голых жил – 4 мм², медных изолированных жил – 1,5 мм², а алюминиевых жил – соответственно 6 мм² и 4 мм².

Заземляющие проводники подключаются к специальным винтам (зажимам) на клеммных щитках или корпусах оборудования; расположение винтов указывается в электрических схемах и инструкциях на монтаж. В случае отсутствия указаний монтажный персонал самостоятельно определяет место подключения заземляющего проводника.

Однофазные машины и аппараты с подводкой фазного и нулевого проводов можно заземлить подключением нулевого провода к корпусу со стороны стационарного клеммного щитка.

При прокладке фазных проводов совместно с заземляющим последний отличают с помощью индикатора, вольтметра или по накалу контрольной лампы. Включенная между фазным и заземляющим проводниками лампа горит в половину накала.

Сопротивление заземляющих устройств должно быть не более 4 Ом.

Без соединения с заземлителем разрешается использовать только бытовые приборы промышленного производства в сухих помещениях.

Пример. При установке и подключении аппарата Rational SelfCooking Center 201 необходимо соблюдать предписания местных предприятий энергоснабжения.

Для электрических аппаратов Rational SelfCooking Center 201 должен быть выделен отдельный безопасный токоподводящий кабель для каждого аппарата, при этом, необходимо предусмотреть жесткое подключение. Напольные аппараты Rational SelfCooking Center 201 поставляются без кабеля электросети, но с соединительным кабелем (без штекера) длиной около 2,5 м. Контактные зажимы находятся за съемной левой боковой стенкой электроблока. При подключении аппарата необходимо соблюдать полярность электрического подключения.

На нижней стороне аппаратов Rational SelfCooking Center 201 находится разъем для выравнивания потенциалов. Кабель выравнивания потенциалов подключают к нему (рис. 25).

В качестве защиты аппарата необходимо использовать автоматический выключатель дифференциальной защиты (30 мА).

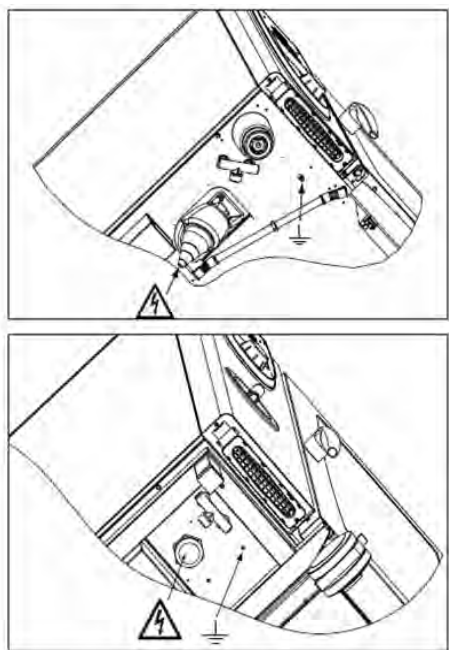


Рис. 25. Электрическое подключение аппарата

Также при подключении нужно предусмотреть разъединительное устройство, со всеми полюсами, с минимальным расстоянием между контактами 3 мм, и обеспечить легкий доступ к нему.

Поперечные сечения соединительных проводов зависят от потребления тока и местных нормативов. Действующие нормы: EN (Европейский стандарт) 60335, IEC (Стандарт Международной электротехнической комиссии) 335.

Принципиальная электрическая схема находится на внутренней стороне левой боковой стенки.

Для подключения аппарата нужно подключить подводящий кабель (тип – не менее H07RN-F) и затянуть резьбовое соединение PG до отказа (разгрузка от силы натяжения).

Питание подключают по следующей схеме. Серые контактные зажимы: L1, L2, L3 (независимы от вращающихся магнитных полей). Синий контактный зажим: нейтральный (нулевой) провод (только 3N AC). Желто-зеленый контактный зажим: защитный провод.

Монтаж трубопроводов

Расчет трубопроводов. По приведенной ниже методике и данным таблицы 4 определить диаметр и толщину стенки трубопровода, а также подобрать соответствующую расчету бесшовную трубу. Определить также силы сжатия, возникающие при удлинении трубопровода.

Тепловое удлинение трубопроводов и их компенсация. При монтаже необходимо учитывать изменение длины трубопроводов при колебаниях температуры. Величина этого изменения может быть определена по уравнению (51).

$$\Delta l_t = \alpha(t_T - t_B)l = \alpha\Delta t l, \quad (51)$$

где α – коэффициент линейного расширения материала трубы, $1/^\circ\text{C}$:

для железа – 0,000012;

для меди -0,0000165;

для алюминия – 0,000024;

для винипласта – 0,00007 и т.д.;

t – изменение температуры трубопровода, $^\circ\text{C}$;

l – первоначальная длина трубопровода, м.

Удлинение трубопровода вызывает появление напряжений сжатия

$$\sigma = \delta E, \quad (52)$$

где $\delta = \frac{\Delta l}{l}$ – относительное удлинение;

E – модуль упругости, $\text{H}/\text{мм}^2$.

При площади поперечного сечения стенок трубы F сила сжатия

$$P_{\text{сж}} = \sigma F, \quad (53)$$

При совместном решении уравнений (51) и (52) получаем перепад температур, выше которого необходима компенсация температурных удлинений:

$$\Delta t = \frac{\sigma}{E\alpha}. \quad (54)$$

Гидравлический расчет трубопровода. Расчет диаметра трубопровода при передаче жидкости или газа по цилиндрическому трубопроводу. Скорость движения жидкости зависит от величины напора, вязкости жидкости, материала и конструкции трубопровода.

Практически в трубопроводах с газами и технологическими растворами, вязкость которых близка к вязкости воды, принимают следующие скорости, м/с:

- самотечные трубопроводы – до 1,25;
- напорные трубопроводы – 1–3;
- газопроводы для газов, насыщенными парами, – 10–30;
- газопроводы для сухих газов (сжатого воздуха, азота, разреженного воздуха и перегретых паров) – 10–60.

Секундный расход, т.е. количество протекающей жидкости или газа по цилиндрическому трубопроводу V_c , м³/с, определяют по уравнению (55).

$$V_c = F\omega = \frac{\pi d^2}{4} \omega, \quad (55)$$

где F – площадь сечения трубы, м;

d – диаметр трубопровода, м;

ω – скорость среды.

Часовой расход определяется из соотношения (56).

$$V_{\text{ч}} = 3600 \frac{\pi d^2}{4} \omega, \quad (56)$$

Из уравнения (56) можно определить диаметр трубопровода d , м:

$$d = \sqrt{\frac{V_{\text{ч}}}{3600 \cdot 0,785 \omega}}, \quad (57)$$

Расчет металлических труб на прочность. Толщина стенки стальной трубы, испытывающей внутреннее давление, может быть определена по уравнениям, рекомендованным Гостехнадзором.

Для бесшовных труб толщина стенки

$$S = \frac{P_y D_y}{230\sigma_{200} + P_y} (1 + A), \quad (58)$$

где P_y – условное давление (соответствующее рабочему давлению при температуре среды 200 °С), кгс/см²;

D_y – наружный диаметр трубы, мм;

σ_{200} – допустимое напряжение при температуре среды до 200 °С, кгс/мм²;

A – коэффициент, учитывающий необходимую прибавку на допустимые минусовые отклонения толщины стенки по ГОСТу, а также уменьшения толщины при изгибе (обычно A принимается равным 0,2).

Для сварных труб толщина стенки

$$S = \frac{P_y D_y}{230\phi\sigma_{200} + P_y} + C, \quad (59)$$

где ϕ – коэффициент для сварных труб, ϕ равен 0,8 для сварных труб со спиральным ($\phi = 0,6$);

C – величина, учитывающая возможное минусовое отклонение толщины листа (принимается от 0,5 до 0,8);

σ_{200} – допустимое напряжение при температуре среды до 200 °С, Н/мм², для Ст3 – 11,7, для сталей других марок от 10,9 до 13,3.

Если трубопровод предназначен для транспортировки агрессивных сред, толщину стенок труб следует увеличивать в зависимости от диаметра трубопровода (от 2 мм до 4 мм).

Подключение технологической среды. В соответствии с назначением торгового оборудования и особенностями работы в данном разделе описываются требования завода-изготовителя по подключению технологической среды, а также рекомендуемые студентом мероприятия и расчеты по монтажу трубопровода.

Пример. При подключении технологической среды (воды) для аппарата Rational SelfCooking Center 201 предусмотрено как общее подключение воды, так и раздельное (рис. 26). При монтаже трубопровода и подключении воды необходимо предусмотреть отдельный водопроводный кран для

каждого аппарата. Перед подключением воды необходимо промыть водопроводные трубы, подведенные силами заказчика. Давление воды должно быть в диапазоне 150 кПа – 600 кПа (рекомендуется 300 кПа).

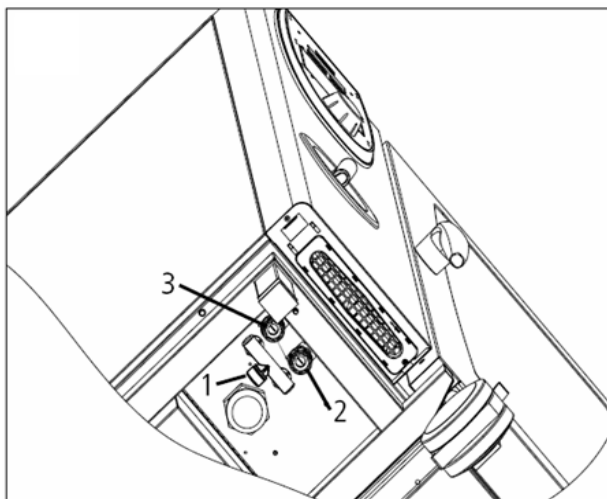


Рис. 26. Подключение воды:

1 – общая подача воды (холодная вода до 30 °С) в случае раздельного подключения воды; 2 – подача холодной воды 3/4Ф (для гашения – до 30 °С); 3 – подача умягченной воды 3/4Ф (парогенератор, подача пара, ручной душ, максимально 60 °С)

Средний расход воды при полном подключении воды находится в диапазоне 50 л/ч. Фирма-изготовитель рекомендует провести профилактическую проверку примерно через 6 месяцев после ввода аппарата в эксплуатацию с целью определения текущего уровня образования накипи.

В большинстве случаев возможно подключение воды без дополнительных фильтров и без предварительной подготовки воды. Встроенное автоматическое устройство самоочистки обеспечивает регулярную автоматическую промывку парогенератора. Однако, если состояние воды является критическим, то фильтрация и/или водоподготовка могут улучшить производительность аппарата.

Для получения данных по содержанию хлоридов (Cl⁻), хлоридов (Cl₂) и жесткости воды необходимо обратиться в местное предприятие водоснабжения.

Если вода сильно хлорирована – Cl_2 свыше 0,2 мг/л (соответствует 0,2 ррт) необходимо дополнительно использовать фильтр с активированным углем.

Лишь в том случае, если концентрация хлоридов (Cl^-) превысит 150 мг/л (соответствует 150 ррт), необходимо из-за опасности возникновения коррозии предусмотреть установку системы обработки воды обратным осмосом.

Для подключения умягченной воды, в целях повышения производительности фильтра необходимо обеспечить раздельное подключение для стандартной и умягченной воды, для этого для этого необходимо удалить тройник на входе воды (рис. 27): холодную воду, 30°C, подключают к соединению 2. Умягченную воду, максимум 60°C, подключают к соединению 3.

При установке фильтра необходимо, чтобы диаметр шланга для воды был минимум 1/2", а при подключении к фильтру – 3/4" (рис. 27). Если необходимо сочетание нескольких фильтров, то фильтры должны быть расположены по направлению потока в указанной последовательности А-В-С-Д.

Подключение к системе отвода сточных вод. Подключение к системе сточных вод производится в соответствии с рисунком 28 при различных способах установки. При подключении необходимо использовать трубу, устойчивую к температуре пара. Не допускается к применению гибкий шланг. Также не допускается приваривание отводной трубы к сточному устройству аппарата (возможно повреждение аппарата). При подключении к системе сточных вод допускается жесткое соединение с сифоном, поскольку вентилируемый участок стока уже встроен в аппарат (рис. 28, 1, 2).

Также при подключении необходимо учитывать параметры водостока: в течение короткого промежутка времени объем откачки воды из парогенератора может составлять 0,7 л/сек.

Средняя температура сточной воды: 65°C. Если в полу есть сточное отверстие без сифона, то нужно предусмотреть свободный участок стока длиной 2 см (рис. 28, 3). Средняя высота трубы для отвода воды составляет у настольных моделей 63 мм, а у напольных – 70 мм.

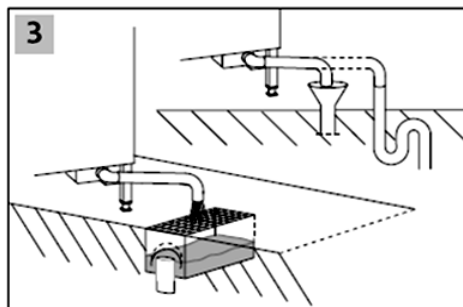
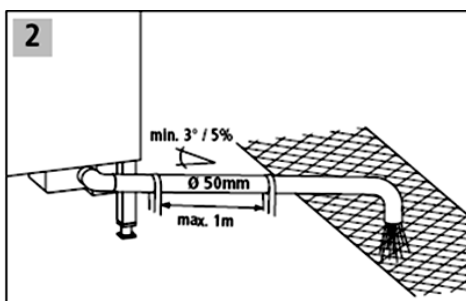
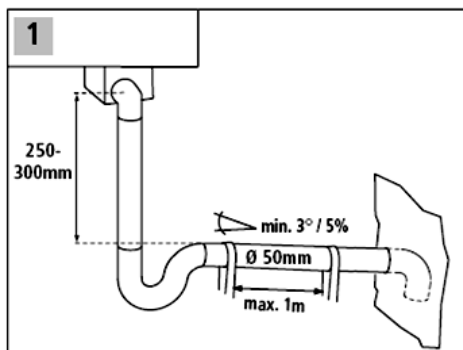


Рис. 28. Подключение к системе отвода сточных вод

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ТОРГОВОГО ЗАЛА

Наиболее распространенными источниками света, применяемыми и осветительных установках, являются лампы накаливания (ЛН), люминесцентные лампы (ЛЛ) низкого давления, а также дуговые лампы высокого давления – ртутные люминесцентные (ДРЛ), ксеноновые трубчатые (ДКСТ), металлогалогенные с излучающими добавками (ДРИ) и натриевые трубчатые (ДНаТ).

Весьма перспективными представляются так называемые твердотельные источники света – светоизлучающие диоды. Они могут использоваться в сигнальных и индикаторных устройствах, цветových рекламных устройствах, архитектурном и т.п. освещении, а также для освещения таких помещений, как коридоры, кабины лифтов, кранов и т.п.

При выборе источников света следует учитывать их срок службы, световую отдачу, цветопередачу, а также ряд других характеристик. Некоторые данные электрических ламп общего назначения приведены в табл. 14.

Таблица 14

Сравнительные характеристики ламп общего назначения

Тип ламп (источника света)	Номинальная мощность, Вт	Средняя продолжительность горения, ч	Световая отдача, лм/Вт
Лампы накаливания	15–1500	1000	10–20
Люминесцентные лампы низкого дав- ления	7–80	6000–15000	35–80
Дуговые ртутные лампы типа ДРЛ	125–1000	12000–20000	40–60
Металлогалогенные лампы типа ДРИ	125–3500	3000–10000	55–100
Натриевые лампы высокого давления типа ДНаТ	50–1000	10000–20000	80–125
Ксеноновые трубча- тые лампы	2000–50000	400–1350	20–50

Газоразрядные лампы имеют высокую световую отдачу, достаточно большой срок службы, а также хорошие уровни цветопередачи (особенно у люминесцентных ламп низкого давления и ламп типа ДРИ), что является их несомненным достоинством.

Однако, следует иметь в виду, что все газоразрядные лампы при питании переменным током дают световой поток, пульсирующий с удвоенной частотой тока, что вызывает повышенную утомляемость глаз и может приводить к возникновению, стробоскопического эффекта.

Стробоскопические явления вредны для зрения. Для устранения явлений стробоскопии могут применяться многоламповые светильники с пускорегулирующими аппаратами, создающими искусственный сдвиг фазы напряжения переменного тока, электронные пускорегулирующие аппараты, специальные схемы включения газоразрядных ламп, а также подключение соседних светильников к разным фазам трехфазной сети.

Выбор типа источника света определяется следующими основными факторами:

- электрическими характеристиками (напряжением, мощностью, родом тока, силой тока);
- функциональными светотехническими параметрами (световым потоком, силой света, цветовой температурой, спектральным составом излучения);
- конструктивными параметрами (диаметром колбы, полной длиной ламп);
- средней продолжительностью горения;
- стабильностью светового потока;
- экономичностью (стоимостью и световой отдачей источника света).

С учетом указанных факторов в осветительных установках там, где это возможно, в первую очередь следует применять газоразрядные лампы высокого и низкого давления.

Применение газоразрядных ламп исключается, если питание установки осуществляется от сети постоянного тока или если возможно понижение напряжения более чем на 10 % от номинального. Необходимость быстрого включения ламп после кратковременного исчезновения напряжения не позволяет применять лампы ДРЛ и ДРИ. При температуре окружающей среды ниже 5 °С освещение с помощью люминесцентных ламп в ряде случаев может оказаться

малоэффективным. Для местного освещения применяют лампы накаливания на напряжении 12–42 В. Лампы общего освещения питаются, как правило, на напряжении 230 В.

Важное значение при выборе источников света имеют их цветопередача и экономичность. В некоторых отраслях промышленности, таких как машиностроение, металлургия и др., в большинстве производственных помещений, как правило, не предъявляются жесткие требования к цветопередаче источников света. Основное требование к искусственному освещению в данном случае сводится к различению окружающих предметов и лиц людей, работающих в данном помещении, а не к правильной цветопередаче. Поэтому в помещениях, в которых необязательно обеспечивать высокий уровень цветопередачи, при выборе ламп для освещения решающую роль играют технико-экономические характеристики источников света.

Когда к цветопередаче предъявляются повышенные требования и необходимо, чтобы цвета воспринимались как при дневном свете (цеха швейных и меховых фабрик, торговые предприятия, музеи и выставки), применение ламп накаливания не обеспечивает желаемого результата. В таких случаях можно использовать люминесцентные лампы (кроме ЛТБ), которые значительно лучше осуществляют цветопередачу, чем лампы накаливания. Люминесцентные лампы по цветопередаче можно расположить в следующей очередности от лучших к худшим: ЛЕЦ, ЛДЦ, ЛД, ЛХБ, ЛБ.

Основным источником света для общего освещения производственных помещений являются газоразрядные лампы. Так как производственные помещения промышленных объектов имеют, как правило, значительную высоту, то для их освещения обычно применяются газоразрядные лампы высокого давления. В общественных зданиях и служебно-бытовых помещениях промышленных предприятий чаще всего применяются люминесцентные лампы низкого давления.

Определяющее значение при выборе типа источников света имеют высота помещения и требования к цветопередаче. При одном и том же уровне освещенности число светильников с люминесцентными лампами низкого давления всегда значительно больше, чем при использовании ламп типа ДРЛ. Повышенная трудоемкость обслуживания светильников со значительными габаритами особенно сказывается в высоких помещениях, заставляя уже по одной этой причине отдавать предпочтение лампам типа ДРЛ или ДРИ. Следу-

ет учитывать также, что лампы типа ДРЛ имеют высокий коэффициент пульсации светового потока.

Применение люминесцентных ламп низкого давления может быть обосновано в помещениях высотой не более 6–8 м при повышенных требованиях к цветопередаче и выполнении работ высокой точности, при которых лампы типа ДРЛ противопоказаны. В таких случаях в основном применяются лампы типа ЛБ, как наиболее экономичные.

Газоразрядные лампы высокого давления типа ДРЛ и ДРИ используются для освещения помещений высотой 6–20 м, а также для наружного освещения.

Основные технические характеристики наиболее распространенных в освещении источников света приведены в табл. 15–18.

Таблица 15

Технические данные ламп накаливания общего назначения

Тип лампы	Номинальные значения		
	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт
Б220-230-60	60	730	12,2
БК220-230-60		800	13,3
Б220-230-100	100	1380	18,8
БК220-230-100		1500	15,0
Г220-230-150	150	2090	13,9
Г220-230-200	200	2950	14,7
Г220-230-300	300	4850	16,1
Г220-230-500	500	8400	16,8
Г220-230-1000	1000	18800	18,8

Таблица 16

Технические данные люминесцентных ламп

Тип лампы	Номинальные значения			Продолжительность горения, ч	
	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	средняя	минимальная
ЛБ40	40	3200	80,0	15000	6000
ЛБ65	65	4800	73,9	15000	6000
ЛБ80	80	5400	67,5	12000	4800

Таблица 17

Технические данные энергоэкономичных люминесцентных ламп

Тип лампы	Номинальные значения			Продолжительность горения, ч
	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	
ЛБ18	18	1250	69,4	15 000
ЛДЦ18		850	47,2	
ЛБ36	36	3050	84,7	
ЛДЦ36		2200	61,0	
ЛБ58	58	4800	82,8	

Таблица 18

Технические данные ртутных ламп высокого давления общего назначения

Тип лампы	Номинальные значения			Средняя продолжительность горения, ч
	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	
ДРЛ250	250	13 500	54,0	12000
ДРЛ400	400	24 000	60,0	15 000
ДРЛ700	700	41 000	58,6	20000
ДРЛ1000	1000	59 000	59,0	18000

Таблица 19

Технические характеристики металлогалогенных ламп типа ДРИ общего назначения

Тип лампы	Номинальные значения			Средняя продолжительность горения, ч
	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	
ДРИ 125	125	8 300	66,4	3000
ДРИ 175	175	12000	68,6	4000
ДРИ 250	250	19 000	76,0	10000
ДРИ 400	400	35 000	87,5	10000
ДРИ 700	700	60 000	85,7	9000
ДРИ 1000	1000	90 000	90,0	9000
ДРИ 2000	2000	190 000	95,0	2000
ДРИ 3500	3500	350 000	100,0	1500

Выбор светильников

В соответствии с ГОСТ 16703–79 световым прибором (СП) называют устройство, содержащее одну или несколько электрических ламп и светотехническую арматуру, перераспределяющее свет электрических ламп или преобразующее структуру света и предназначенное для освещения или сигнализации.

Различают следующие типы световых приборов: светильник, прожектор, проектор. Для систем внутреннего и наружного освещения промышленных предприятий в качестве световых приборов, как правило, применяются светильники.

Важнейшей светотехнической характеристикой светильника является кривая силы света (КСС), которая характеризует распределение светового потока по отдельным направлениям пространств.

Существует семь типовых КСС: К – концентрированная; Г – глубокая; Д – косинусная; Л – полуширокая; Ш – широкая; М – равномерная; С – синусная. Поскольку все многообразие светильников не всегда возможно описать типовыми КСС, то в ряде случаев указывается уточненное ее значение в зависимости от коэффициента формы и зоны возможных направлений максимальной силы света.

В некоторых светотехнических расчетах необходимо учитывать коэффициент полезного действия (КПД) светильника, который представляет собой отношение светового потока светильника к световому потоку его ламп.

Стационарные светильники подразделяют на подвесные, которые крепят к опорной поверхности снизу при помощи элементов подвеса высотой более 0,1 м; потолочные, которые крепят к потолку непосредственно или с помощью элементов крепления высотой не более 0,1 м; встраиваемые, которые крепят в отверстие в потолке, стене или встраивают в оборудование, и другие.

Конструкция светильника должна соответствовать условиям окружающей среды. Степень защиты оболочек светильников должна быть не ниже IP20 для внутреннего и IP53 – для наружного освещения.

Технические характеристики основных светильников с лампами накаливания, люминесцентными лампами низкого давления, с лампами типа ДРЛ, ДРИ и ДНаТ для производственных помещений с нормальными и тяжелыми условиями среды даны в табл. 17–20.

Таблица 20

Технические данные светильников с лампами накаливания

Тип светильника	Тип КСС	КПД, %	Степень защиты
НПП03-100-001М	Д	75	IP64
НСП11-200-231		65	IP62
НСП11-500	М	77	IP52
НСП17-200-003-(103)	Л	80	IP20 5'0
НСП17-500-004-(104)	Г		
НСП17-1000-004-(104)			
НСП21-100-001	Д	80	5'3
НСП22-500-111	К	70	5'0

Таблица 21

Технические данные светильников с люминесцентными лампами

Тип светильника	Тип лампы	Тип КСС	КПД, %	Степень защиты	Габаритные размеры, мм
ЛВП04-4x65-001	ЛБ65	Л	51	IP54	1630×545×405
ЛВП05-4x65-001			52		1630×545×435
ЛВП06-5x65-001			52		1630×545×440
ЛСП02-2x40-19-21	ЛБ40		70	IP20	1234×280×159
ЛСП02-2x65-01-03	ЛБ65		75		1534×280×159
ЛСП10-36	ЛБ36		84	IP 65	1248×124×170
ЛСП10-58	ЛБ58	Л	84	IP 65	1548×124×170
ЛСП 10-2x36	ЛБ36				1248×170×170
ЛСП 10-2x58	ЛБ58				1548×170×170
ЛСП 13-2x40-002	ЛБ40	Г, Л	70	IP20	1246×480×150
ЛСП 13-2x65-003	ЛБ65				1546×480×156
ЛСП 18-18	ЛБ18	Д		5'4	720×152×204
ЛСП 8-36	ЛБ36	Д	70	5'4	1330×152×204
ЛСП 18-58	ЛБ58				1630×152×204
ЛСП 18-2x18	ЛБ18				720×270×204
ЛСП 18-2x36	ЛБ36				1330×270×204
ЛСП 18-2x58	ЛБ58				1630×270×204
ЛСП22-2x65-101	ЛБ65				1625×280×215
ПВЛМ-ДО-2x40-01	ЛК40			5'0	1325×276×215

Светильники серии ПВЛМ, предназначенные для общего освещения сырых и пыльных производственных помещений, имеют несколько иную структуру условного обозначения: ПВ – пылевлагозащищенный; Л – люминесцентный; М – модернизированный; ДО – особенности отражателя (Д – диффузный; О – с отверстиями в отражателе); 2 – число ламп; 40 – мощность одной лампы и последние две цифры – модификация светового прибора по способу установки (01 – на штанге; 02 – на потолке).

Таблица 22

Технические данные светильников с лампами типа ДРЛ

Тип светильника	Тип лампы	Тип КСС	КПД, %	Степень защиты
РСП05-250	ДРЛ250	Д, Г	70	IP20
РСП 05-400	ДРЛ400			
РСП 05-700	ДРЛ700			
РСП 05-1000	ДРЛ1000		75	IP54
РСП 08-250	ДРЛ250		60	
РСП 08-700	ДРЛ700		71	
РСП 13-700	ДРЛ700			
РСП 13-1000	ДРЛ1000	Д, Г	70	IP20
РСП 18-250	ДРЛ250			
РСП 18-400	ДРЛ400			
РСП 18-700	ДРЛ700			
РСП 18-1000	ДРЛ1000			

Светильники с люминесцентными лампами рассчитаны на работу в сети переменного тока с номинальным напряжением 230 В с частотой 50 Гц с применением соответствующей пускорегулирующей аппаратуры.

Для указания путей эвакуации людей предназначены светильники с пиктограммой «Выход» типа ЛБ022-6 со степенью защиты IP54 с люминесцентной лампой мощностью 6 Вт. Кроме того, светильники типа ЛБО укомплектованы автономным источником питания (аккумуляторной батареей) для работы в аварийных режимах. Светильники типа ЛБО (без пиктограмм) могут применяться также для освещения лестничных площадок, коридоров и т.п.

Встраиваемые светильники типа ЛВП04, ЛВП05, ЛВП06 могут использоваться для общего освещения производственных помеще-

ний, имеющих технический этаж, с которого и производится обслуживание светильников.

В производственных помещениях с нормальными условиями окружающей среды используются светильники типа ЛСП02 и ЛСП13, которые могут устанавливаться либо по отдельности, либо стыковаться в непрерывную линию. При этом светильники ЛСП13 с КСС типа Л применяют для освещения относительно низких помещений (высотой до 4,5 м), в которых требуется создать высокие отношения вертикальной освещенности к горизонтальной, а также для локализованного освещения конвейеров с двухсторонним расположением рабочих мест. Светильники с КСС типа Г служат для освещения помещений высотой до 12 м и создания высоких уровней освещенности при хорошем качестве освещения.

Светильники с газоразрядными лампами высокого давления для производственных помещений выпускаются унифицированный сериями на основе единого корпуса и отражателей различного профиля. Как правило, их выполняют подвесными.

Таблица 23

Технические данные светильников с лампами типа ДРИ

Тип светильника	Тип лампы	Тип КСС	КПД, %	Степень защиты	Коэффициент мощности	
ГПП 01-125	ДРИ125	Л	60	IP54	0,50	
ГСП 04-250	ДРИ250	К, Г	60–65	IP23, IP54	0,45–0,85	
ГСП 04-400	ДРИ400	Г, Д	60–65	IP23, IP54	0,45–0,85	
ГСП 05-175	ДРИ175	М	70	IP54	0,85	
ГСП 07-175		К, Г	70–60	IP23, IP54		
ГСП 09-700	ДРИ700	Г	70	IP23		
ГСП 09-700			60	IP54		
ГСП 09-1000			60	IP23		
ГСП 09-1000			70	IP54		
ГСП 15-400-101	ДРИ400		Г	75	IP54	0,32
ГСП 15-400-102				ДРИ700-5		
ГСП 17-700-014	ДРИ700	IP20, 5'0			0,32	
ГСП 17-700-114						
ГСП 17-700-024						
ГСП 17-700-124						

Окончание табл. 23

Тип светильника	Тип лампы	Тип КСС	КПД, %	Степень защиты	Коэффициент мощности
ГСП17-700-015	ДРИ2000	К	70	IP20, 5'0	0,32
ГСП 17-700-115					
ГСП 17-700-025					
ГСП 17-700-125					
ГСП 17-2000-014	ДРИ2000-6 ДРИ250-5	Г	70	IP20	0,53
ГСП 17-2000-024					
ГСП 17-2000-015					
ГСП 17-2000-025	ДРИ250-5 ДРИ400-5	Д	75	IP20	0,32
ГСП 18-250-004		Г			
ГСП 18-250-005	ДРИ250-5 ДРИ400-5	К	75	IP20	0,32
ГСП 18-250-006		Д	70		
ГСП 18-400-004		Г	75		
ГСП 18-400-005	ДРИ400-5 ДРИ700-5	К	75	IP20	0,32
ГСП 18-400-006		Д	70		
ГСП 18-700-004		Г	75		
ГСП 18-700-005	ДРИ700-5	К	75	IP23, IP54	0,32
ГСП 18-700-006		Г	75		
ГСП 19-700	ДРИ700-5	Г	60–70	IP23, IP54	0,85
ГСП 19-1000	ДРИ1000-5	Г	60–70	IP23, IP54	
ГСП20-2000	ДРИ2000	К	60–70	IP23, IP54	

Выбор светильников с газоразрядными лампами высокого давления зависит от нормируемой освещенности и строительных параметров освещаемого помещения. Для осветительных установок нормируемыми освещенностями от 150 лк до 500 лк можно воспользоваться следующими обобщенными рекомендациями:

– светильники с лампами типа ДРЛ мощностью от 250 до 200 Вт, имеющие КСС типа Д целесообразно применять в помещениях высотой до 6–7 м при строительном модуле 6×6 м и высотой до 9–12 м при строительных модулях 6×12, 6×18 и 6×24 м;

– светильники с лампами ДРЛ мощностью от 250 до 2000 Вт имеющие КСС типа Г, целесообразно использовать в более высоких помещениях; при строительном модуле 6×6 м – до высот 10–11 м при модуле 6×12 м – до 12–13 м, при модулях 6×18, 12×18 и 6×24 м до 18–20 м;

– светильники с лампами ДРИ (мощностью от 250 до 2000 Вт) имеющие КСС типа Д, целесообразно применять в помещениях высотой 6–7 м при строительных модулях 6×6, 6×12, 6×18, 6×24 м и высотой до 9 м при строительном модуле 12×18 м;

– светильники с лампами ДРИ (мощностью от 250 до 2000 Вт) имеющие КСС типа Г целесообразно использовать в соответственно более высоких помещениях: при строительном модуле 6×6 м – до высоты 11 м, при строительном модуле 6×12 м – до высоты 14,5 м при модулях 6×18, 12×18 и 6×24 м – до высот 16–20 м.

Выбор места расположения светильников

При локализованном освещении вопрос о выборе места расположения светильника должен решаться индивидуально в каждом конкретном случае в зависимости от характера деятельности.

При общем равномерном освещении, а по возможности и при локализованном освещении светильники с лампами накаливания, лампами типов ДРЛ, ДРИ и натриевыми лампами рекомендуется располагать по вершинам квадратных, прямоугольных (с отношением большей стороны прямоугольника к меньшей не более 1,5) или ромбических (с острым углом ромба близким к 60°) полей.

Для размещения светильников должны быть известны следующие размеры.

H – высота помещения, м;

h_p – высота расчетной поверхности над полом, м (если значение h_p неизвестно, то принимается высота условной рабочей поверхности 0,8 м);

h_c – расстояние от светильника до перекрытия («свес»), м (принимается 0–1,5 м);

L – расстояние между соседними светильниками в ряду или рядами светильников, м;

H_p – расчетная высота от условной рабочей поверхности до светильника, м:

$$H_p = H - h_c - h_p; \quad (60)$$

l – расстояние от крайних светильников или рядов светильников до стены, м (принимается (0,3–0,5)1, в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест);

A – длина помещения, м;
 B – ширина помещения, м.

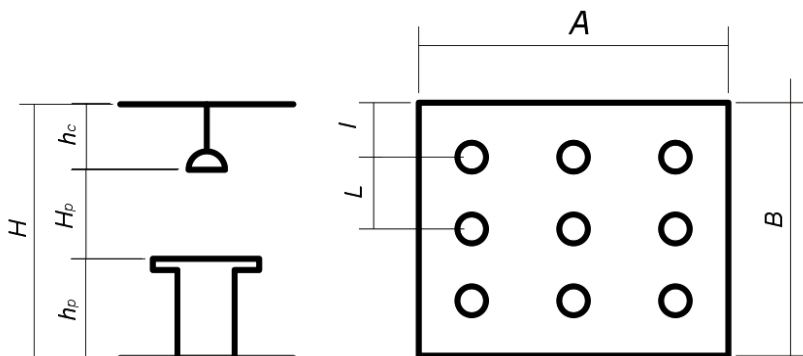


Рис. 29. Размещение светильников

Распределение освещенности по освещаемой поверхности определяется типом кривой силы света и отношением расстояния между соседними светильниками или рядами к высоте их установки над рабочей поверхностью (L/H_p). Для каждой КСС существует наилучшее значение, обеспечивающее наибольшую равномерность распределения освещенности и максимальную энергетическую эффективность.

Таблица 24

Рекомендуемые значения отношений L/H_p

L/H_p	Тип КСС				
	К	Г	Д	М	Л
	0,4–0,7	0,8–1,1	1,4–1,6	1,8–2,6	1,6–1,8

Допускается увеличение указанных в табл. 15 значений отношений L/H_p не более чем на 30 % , кроме КСС типа К.

Определив H_p и задавшись значением L/H_p , вычисляют расстояние L .

Далее производится расчет числа рядов светильников

$$R = \frac{B - 2l}{L} + 1, \quad (61)$$

а также числа светильников в ряду

$$N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1. \quad (62)$$

Полученные результаты округляются до ближайшего целого числа, после чего пересчитываются реальные расстояния:

– между рядами светильников:

$$L_B = \frac{B - 2l}{R - 1}; \quad (63)$$

– между центрами светильников в ряду

$$L_A = \frac{A - 2l}{N_R - 1}. \quad (64)$$

Для прямоугольных помещений проверяется условие $1 < L_A/L_B < 1,5$.

Если $L_A/L_B < 1$, то необходимо уменьшить число светильников в ряду на один или увеличить число рядов на один.

В тех случаях, когда $L_A/L_B > 1,5$, необходимо увеличить число светильников в ряду на один или уменьшить число рядов на один.

Общее число светильников определяем по формуле (65).

$$N_{CB} = R \cdot N_R. \quad (65)$$

Светильники с люминесцентными лампами могут располагать вплотную друг к другу либо с разрывами (не более $0,5 H_p$).

При этом расстояние между соседними светильниками в ряду

$$L_A = \frac{A - 2l - N_R \cdot l_c}{N_R - 1}, \quad (66)$$

где l_c – длина одного светильника.

В процессе расчетов необходимо следить, чтобы суммарная длина светильников с люминесцентными лампами в одном ряду не превышала длины помещения.

Методы светотехнического расчета электрического освещения

При проектировании осветительных установок целью расчета является определение числа и мощности ламп светильников, необходимых для обеспечения заданной освещенности.

Если для освещения предусматриваются лампы накаливания или газоразрядные лампы высокого давления типа ДРЛ, ДРИ, ДНаТ и другие, то число и месторасположение светильников определяют до расчета освещения, а в процессе расчета находят необходимую мощность источника света.

При использовании люминесцентных ламп сначала намечают число и расположение рядов светильников, а затем определяют количество и мощность ламп, установленных в каждом ряду.

В результате светотехнического расчета освещения вычисляется значение светового потока принятого источника света $\Phi_{лр}$, на основании которого по справочной литературе выбирается стандартная лампа определенной мощности и светового потока, значение которого не должно отличаться от $\Phi_{лр}$ более чем на $-10...+20\%$. Если такой источник подобрать не удастся, то принимается лампа со значением светового потока, ближайшим к $\Phi_{лр}$, а далее корректируется число светильников в помещении и осуществляется повторный расчет освещения.

Для расчета освещения применяются два основных метода: коэффициент использования светового потока и точечный метод. Метод коэффициента использования светового потока предназначена для расчета общего равномерного освещения при отсутствии крупных затеняющих предметов.

Точечный метод следует использовать для расчета освещения произвольно расположенных поверхностей при любом распределении освещенности. Данный метод применяется при расчете общего равномерного освещения (при наличии существенных затенений), местного, общего локализованного, аварийного, а также освещения наклонных поверхностей.

Метод коэффициента использования светового потока. Расчетное значение светового потока одной лампы в каждом светильнике определяется по формуле (67).

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{N \cdot \eta_{\text{оу}}}, \quad (67)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормируемое значение освещенности, лк;

K_3 – коэффициент запаса (для торговых предприятий значение коэффициента K_3 принимают равным 1,6);

F – освещаемая площадь, м²;

$\eta_{\text{оу}}$ – коэффициент использования светового потока осветительной установки, о.е.;

z – отношение средней освещенности к минимальной.

Коэффициент z характеризует неравномерность освещенности и в значительной степени зависит от соотношения L/H_p . Если это соотношение находится в диапазоне рекомендуемых значений (табл. 24), то можно принять:

$z = 1,15$ для ламп накаливания, газоразрядных ламп высокого давления типов ДРЛ, ДРИ, ДНаТ и др.;

$z = 1,10$ для люминесцентных ламп, расположенных в виде светящихся линий.

Под коэффициентом использования светового потока понимают отношение светового потока, падающего на расчетную поверхность, к световому потоку источника света. Его значение принимается по табл. 25 в зависимости от коэффициентов отражения поверхностей помещения: потолка – $p_{\text{п}}$, стен – $p_{\text{с}}$ (табл. 26), расчетной поверхности – $p_{\text{р}}$ (обычно принимается 0,1) и от индекса помещения

$$i_{\text{п}} = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}. \quad (68)$$

По найденному значению $\Phi_{\text{лр}}$ выбирается лампа ближайшей стандартной мощности, значение светового потока которой отличается от $\Phi_{\text{лр}}$ не более чем на $-10 \dots +20 \%$.

При расчете люминесцентного освещения первоначально намечается число рядов R , которое подставляется в формулу вместо N и тогда под $\Phi_{\text{лр}}$ следует подразумевать световой лоток ламп одного ряда $\Phi_{\text{Рр}}$:

$$\Phi_{\text{Рр}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{R \cdot \eta_{\text{оу}}}. \quad (69)$$

Таблица 25

Коэффициент использования светового потока

Тип КСС	Значение $\eta_{\text{оу}}$, %											
	при $p_n = 0,7$; $p_c = 0,5$; $p_p = 0,3$ и i_n равном						при $p_n = 0,7$; $p_c = 0,5$; $p_p = 0,1$ и i_n равном					
	0,6	0,8	1,25	2	3	5	0,6	0,8	1,25	2	3	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
М	35	50	61	73	83	95	34	47	56	66	75	86
Д-1	36	50	58	72	81	90	36	47	56	63	73	79
Д-2	44	52	68	84	93	103	42	51	64	75	34	92
Г-1	46	60	75	90	101	106	48	57	71	82	89	94
Г-2	58	68	82	96	102	109	55	64	78	86	92	96
Г-3	64	74	85	95	100	105	62	70	79	80	90	93
Г-4	70	77	84	90	94	99	65	71	78	83	86	87
К-1	74	83	90	96	100	106	69	76	83	88	91	92
К-2	75	84	95	104	108	115	71	78	87	95	97	100
К-3	76	85	96	106	110	116	73	80	90	94	99	102
Л	32	49	59	71	83	91	31	46	55	65	74	83
М	26	36	46	56	67	80	32	45	55	67	74	84
Д-1	28	40	49	59	68	74	36	48	57	66	76	85
Д-2	33	43	56	74	80	76	42	51	65	71	90	85
Г-1	42	52	69	78	73	76	45	56	65	78	76	84
Г-2	48	60	73	84	90	94	55	66	80	92	96	403
Г-3	57	66	76	84	84	91	63	72	83	91	96	100
Г-4	62	69	76	81	84	85	68	73	81	87	91	94
К-1	65	73	81	86	89	90	70	78	86	92	96	100
К-2	67	75	84	93	97	100	72	80	91	99	103	108
К-3	68	77	86	95	98	101	74	83	93	101	106	170
Л	24	40	50	62	71	77	32	47	57	69	79	90
М	31	43	53	63	72	80	23	36	45	56	65	75
Д-1	34	47	54	63	70	77	27	40	48	55	65	73
Д-2	40	48	61	74	82	84	33	42	52	69	75	86
Г-1	44	53	69	77	83	80	41	48	64	76	70	88
Г-2	53	63	76	85	90	94	48	58	72	83	86	93
Г-3	61	68	78	84	88	91	57	65	75	83	86	90
Г-4	65	71	78	81	84	85	62	68	74	81	83	85
К-1	68	77	83	86	89	90	64	73	80	86	88	90
К-2	71	78	87	93	98	99	68	74	84	92	93	99
К-3	72	79	88	94	97	99	68	76	85	93	95	99

Окончание табл. 25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Л	30	45	55	65	70	78	24	40	49	60	70	76
М	17	29	38	46	58	67	16	28	38	45	55	65
Д-1	27	35	42	52	61	68	21	33	40	49	58	66
Д-2	28	36	48	63	75	81	25	33	47	61	70	78
Г-1	35	45	60	73	68	77	34	44	56	71	68	74
Г-2	43	54	68	79	85	90	43	53	66	77	82	86
Г-3	53	62	73	80	84	86	53	61	71	78	82	85
Г-4	61	66	72	78	81	83	59	65	71	78	80	81
К-1	62	71	77	83	86	88	60	69	77	84	85	86
К-2	63	72	80	89	93	97	65	71	79	88	92	95
К-3	64	73	83	90	94	97	64	72	81	88	91	94
Л	20	35	44	48	65	69	17	33	42	53	63	70
Л-Ш	–	–	–	–	–	–	12	26	35	47	58	68
Ш	–	–	–	–	–	–	9	17	25	36	49	62

Таблица 26

Коэффициенты отражения стен и потолка

Отражающая поверхность	Коэффициенты отражения, %
Плоскость с белой поверхностью (побеленный потолок, побеленные стены с окнами, закрытыми белыми шторами)	70
Плоскость со светлой поверхностью	50
Плоскость с серой поверхностью	30
Плоскость с темной поверхностью (окрашенные темные потолки и стены, сплошное остекление без штор, стены с темными обоями)	10

Далее определяется количество светильников в одном ряду:

$$N_R = \frac{\Phi_{Rp}}{n_{св} \cdot \Phi_{л}}, \quad (70)$$

где $n_{св}$ – число ламп в одном светильнике;

$\Phi_{л}$ – световой поток одной лампы, лм.

При этом расстояние между соседними светильниками в ряду не должно превышать $0,5H_p$.

Расчет освещенности по удельной мощности. Метод расчета освещенности по удельной мощности является одним из упрощенных вариантов расчета освещенности с применением коэффициента использования.

Удельная мощность осветительной установки определяется по формуле (71).

$$P_y = \frac{P_{\text{л}} \cdot N}{F}, \text{ Вт/м}^2, \quad (71)$$

где $P_{\text{л}}$ – мощность одной лампы, Вт;

N – число ламп;

F – площадь освещаемой поверхности, м².

Приняв значение удельной мощности в соответствии с заданными условиями, можно определить расчетное значение требуемой мощности одной лампы:

$$P_{\text{пл}} = \frac{P_y \cdot F}{N}, \text{ Вт}, \quad (72)$$

по которому выбирается лампа ближайшей стандартной мощности (табл. 25–29).

Таблица 27

Удельная мощность общего равномерного освещения светильников с лампами накаливания мощностью 100–200 Вт

$H_p, \text{ м}$	$F, \text{ м}^2$	Удельная мощность светильников с КСС, Вт/м ²					
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1	Г-2	Г-3
1	2	3	4	5	6	7	8
2–3	10–15	28,8	25,4	24,3	20,1	17,5	16,9
	15–25	23,2	20,5	20,5	17,5	15,2	14,8
	25–50	20,5	18,4	17,5	15,2	13,7	13,3
	50–150	16,9	15,2	13,9	12,7	12,0	11,7
	150–300	14,8	13,2	12,9	11,7	11,2	11,8
	Свыше 300	13,0	12,1	11,5	11,1	10,8	10,8
3–4	10–15	50,8	41,1	33,4	26,7	22,2	21,3
	15–25	38,1	32,3	28,1	22,7	19,1	18,7
	20–30	28,8	25,4	24,3	20,1	17,2	16,9
	30–50	23,2	20,5	20,5	17,5	15,2	14,9
	50–120	19,8	17,8	16,7	14,6	13,2	13,0
	120–300	16,9	15,0	13,9	12,6	11,9	11,9
	Свыше 300	13,5	12,7	12,1	11,4	11,0	11,0

Окончание табл. 27

1	2	3	4	5	6	7	8
4–6	10–17	97,1	62,8	53,4	36,8	28,1	28,8
	17–25	59,3	46,4	38,1	28,8	23,7	23,7
	25–35	42,7	38,1	30,5	24,3	20,5	20,9
	35–50	33,3	28,8	26,0	21,3	18,4	18,1
	50–80	24,3	22,2	22,2	18,7	16,2	15,7
	80–150	21,8	19,4	18,7	16,2	14,4	14,0
	150–400	18,4	16,4	15,2	13,7	12,6	12,3
Свыше 400	14,4	13,3	12,7	11,7	11,4	11,1	

Примечание. Освещенность 100 лк; $p_n = 0,5$; $p_c = 0,3$; $p_D = 0,1$; $K_3 = 1,3$, $z = 1,15$; условный КПД = 100 %.

Таблица 28

Удельная мощность общего равномерного освещения светильников с лампами накаливания мощностью 100–200 Вт

$H_p, м$	$F, м^2$	Удельная мощность светильников с КСС, Вт/м ²					
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1	Г-2	Г-3
2–3	10–15	46,5	37,6	30,5	21,4	20,3	19,5
	15–20	34,9	29,6	25,7	20,8	17,4	17,1
	20–30	26,4	23,3	22,2	18,4	15,8	15,5
	30–50	21,2	18,8	18,8	16,0	13,9	13,7
2–3	50–120	18,1	16,3	15,3	13,4	12,1	11,9
	120–300	15,5	13,8	12,7	11,5	10,8	10,8
	Свыше 300	12,4	11,6	11,1	10,4	10,1	10,1
3–4	10–17	88,8	57,5	48,8	33,7	25,7	26,4
	17–25	54,3	42,5	34,9	26,4	21,1	21,7
	25–35	39,1	34,9	27,9	22,2	18,8	19,2
	35–50	30,5	25,4	23,8	19,5	16,8	16,6
	50–80	22,2	20,4	20,4	17,1	14,8	14,4
	80–150	19,9	17,8	17,1	14,8	13,2	12,8
	150–400	16,8	15,0	14,0	12,5	11,5	11,2
Свыше 400	13,2	12,2	11,6	10,7	10,4	10,2	
4–6	25–35	75,2	54,3	42,5	30,5	24,4	23,8
	35–50	51,4	42,5	34,9	25,7	21,2	20,8
	50–65	40,7	34,9	27,9	22,7	18,8	18,4
	65–90	32,6	27,9	24,4	20,3	17,1	16,8
	90–135	24,4	21,7	21,2	17,8	15,3	15,0
	135–250	20,3	18,1	18,1	15,5	13,6	13,2
	250–500	17,8	16,0	15,0	13,2	П,9	11,8
	Свыше 500	13,2	12,2	11,6	10,7	10,4	10,2

Примечание. Освещенность 100 лк; $p_n = 0,5$; $p_c = 0,3$; $p_D = 0,1$; $K_3 = 1,3$; $z = 1,15$; условный КПД = 100 %.

Таблица 29

Удельная мощность общего равномерного освещения
светильников с люминесцентными лампами типа ЛБ

H_p , м	F , м ²	Удельная мощность светильников с КСС, Вт/м ²			
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1
2–3	10–15	6,1	5,2	5,0	4,1
	15–25	4,8	4,2	4,2	3,6
	25–50	4,2	3,8	3,6	3,1
	50–150	3,5	3,1	2,9	2,6
	150–300	3,0	2,8	2,6	2,5
	Свыше 300	2,7	2,5	2,5	2,3
3–4	10–15	10,5	8,5	4,9	5,5
	15–20	5,4	4,9	4,2	4,7
	20–30	5,9	5,2	5,0	4,2
	30–50	3,7	3,7	4,2	3,6
	50–120	4,1	3,7	3,4	3,0
	120–300	3,5	3,1	2,9	2,6
	Свыше 300	2,8	2,6	2,3	2,3
4–6	10–17	20,0	12,9	11,0	7,6
	17–25	12,2	9,6	7,8	5,9
	25–35	8,8	7,8	6,3	5,0
	35–50	6,9	5,9	5,4	4,4
	50–80	5,0	4,6	4,6	3,8
	80–150	4,5	4,0	3,8	3,3
	150–400	3,5	3,4	3,1	2,8
	Свыше 400	3,0	2,8	2,6	2,4

Примечание. Освещенность 100 лк; $p_n = 0,5$; $p_c = 0,3$; $p_D = 0,1$; $K_3 = 1,3$; $z = 1,1$; условный КПД = 100 %.

Расчет по методу удельной мощности допускается производить только для общего равномерного освещения при отсутствии крупных затенений и в пределах тех данных, для которых составлены таблицы. При пользовании ими следует учитывать следующие особенности:

– если значение освещенности и коэффициента запаса, принятых для расчета, отличаются от указанных в таблице, следует производить пропорциональный перерасчет значения удельной мощности;

– если значения коэффициентов отражения поверхностей помещения отличаются от принятых в таблице (помещения более темные или более светлые), допускается соответственно увеличить или уменьшить удельную мощность на 10 %;

– значения удельной мощности для ламп накаливания указаны для напряжения 230 В;

– в таблицах указаны значения удельной мощности для КПД светильника 100 %; для получения значения удельной мощности при меньшем КПД следует табличное значение разделить на выраженный в долях единицы КПД светильника;

– при использовании для освещения помещения энергоэкономичных люминесцентных ламп мощностью 36 Вт допускается определять удельную мощность по таблице для стандартных люминесцентных ламп мощностью 40 Вт.

Перерасчет удельных мощностей с учетом фактических исходных данных можно производить по выражению (73).

$$P_y = \frac{p_{\text{ут}} \cdot K_z \cdot E_n}{K_{3.т} \cdot \eta \cdot 100}, \quad (73)$$

где $p_{\text{ут}}$ – табличное значение удельной мощности освещения;

K_z и $K_{3.т}$ – фактический и табличный коэффициенты запаса;

E_n – величина нормированной освещенности;

η – КПД выбранного светильника в относительных единицах ($\eta = -0,5...0,8$).

Расчет освещенности по методу удельной мощности осуществляется в следующем порядке: для освещаемого помещения определяют значения расчетной высоты H_p , нормируемой освещенности, тип и число светильников. По соответствующей таблице находится значение удельной мощности, находится расчетное значение удельной мощности одной лампы и подбирается лампа ближайшей стандартной мощности. Если расчетная мощность лампы оказывается большей, чем допускается в принятых светильниках, следует уточнить число светильников для данной мощности лампы.

Точечный метод расчета освещенности. При расчетах, проводимых точечным методом, светильник представляется точечным, т.е. его размеры считаются малыми по сравнению с расстоянием до ос-

вещаемой им точки пространства (его размеры не превышают 0,2 расстояния до освещаемой точки). К точечным источникам относятся например, прожекторы, светильники с лампами накаливания и газоразрядными лампами высокого давления типа ДРЛ, ДРИ, ДНаТ и др.

Расчету освещенности должен предшествовать выбор типа световых приборов, расположения и высоты подвеса их над рабочей поверхностью (H_p), нормируемого значения освещенности (E_n).

Расчетная точка освещается практически всеми светильниками, находящимися в помещении, однако учитывают обычно только действие ближайших световых приборов.

В качестве контрольных выбираются точки с наименьшей освещенностью, но не следует их принимать у стен или в углах помещения подобными точками есть рабочие места, то создание требуемой освещенности у них обеспечивается установкой дополнительных источников или ламп большей мощности. При расположении светильников рядами контрольная точка выбирается между рядами на расстоянии от торцевой стены, примерно равном расчетной высоте.

Освещенность элемента поверхности на горизонтальной плоскости можно рассчитать по формуле (74).

$$E = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha \cdot \mu}{K_3 \cdot H_p^2}, \quad (74)$$

где K_3 – коэффициента запаса;

μ – коэффициент дополнительной освещенности, учитывающий освещенность, создаваемую от неучтенных светильников, стен и потолка (принимается равным 1,1–1,2).

Расчет освещенности на горизонтальной плоскости с использованием формулы осуществляется в следующем порядке:

– определяется тангенс угла падения светового луча в расчетную точку

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{d}{H_p}; \quad (75)$$

– по найденному значению $\operatorname{tg} \alpha$ определяется угол α и $\cos^3 \alpha$;

– по КСС принятого светильника с условной лампой со световым потоком 1000 лм для найденного угла α определяется сила света

$I_{\alpha(1000)}$ по таблицам [13] и рассчитывается значение освещенности создаваемой этим светильником:

$$E_{(1000)} = \frac{I_{\alpha(1000)} \cdot \cos^3 \alpha}{H_p^2}; \quad (76)$$

– искомая освещенность от светильника со световым потоком $\Phi_{\text{л}}$

$$E = \frac{E_{(1000)} \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \mu}{K_3 \cdot 1000}, \text{ лк.} \quad (77)$$

В случае, когда расчетная точка освещается несколькими источниками света, необходимо рассчитать освещенности от каждого источника, а искомая освещенность определяется как их сумма:

$$\sum_{i=1}^n E = E_1 + E_2 + \dots + E_n, \quad (78)$$

где n – количество источников света.

Далее проверяется, обеспечивается ли требуемая освещенность в расчетной точке.

Если задана нормируемая освещенность $E_{\text{н}}$ и требуется определить мощность лампы, необходимую для обеспечения этой освещенности на горизонтальной поверхности, расчетное значение светового потока лампы выражают из формулы (79):

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_3 \cdot 1000}{E_{(1000)} \cdot \mu}, \text{ лм.} \quad (79)$$

С учетом вышесказанного

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_3 \cdot 1000 \cdot H_p^2}{I_{\alpha(1000)} \cdot \cos^3 \alpha \cdot \mu}, \text{ лм.} \quad (80)$$

По найденному значению светового потока выбирается лампа стандартной мощности и светового потока, значение которого отличается от $\Phi_{др}$ на более чем на $-10 \dots +20 \%$.

Расчет освещения торгового предприятия

В курсовом проекте светотехнический расчет проводят для помещений торгового предприятия, с учетом того, что условия окружающей среды нормальные, температура воздуха в помещении $25 \text{ }^\circ\text{C}$, имеется естественное освещение через окна. В качестве входных данных используются данные первого раздела данного методического пособия (табл. 1 и 5).

Порядок расчета для торгового зала следующий.

1. С учетом исходных данных из соображений экономичности и удобства эксплуатации для освещения торгового зала принимаем светильники с люминесцентными лампами типа ЛБ (табл. 21).

2. Производим размещение светильников. Определим высоту установки светильников H_p над освещаемой поверхностью, приняв высоту расчетной поверхности над полом $h_p = 0,8$, а расстояние от светильника до перекрытия $h_c = 0,1$ м по формуле (81).

$$H_p = H - h_c - h_p, \quad (81)$$

3. Выбираем тип светильников по табл. 21 и выписываем их степень защиты и КСС. По табл. 24 принимаем значение L/H_p по заданному значению КСС.

4. Определяем расстояние между рядами светильников через известное значение L/H_p . Задаются расстоянием от крайних светильников или рядов светильников до стены l , м (принимается $(0,3-0,5)l$, в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест).

5. Определяется число рядов светильников

$$R = \frac{B - 2l}{L} + 1, \quad (82)$$

а также число светильников в ряду

$$N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1. \quad (83)$$

Полученные результаты округляются до ближайшего целого числа, после чего пересчитываются реальные расстояния L_A и L_B .

Проверяется выполнение соотношения $1 < L_A/L_B < 1,5$.

Если $L_A/L_B < 1$, то необходимо уменьшить число светильников в ряду на один или увеличить число рядов на один.

В тех случаях, когда $L_A/L_B > 1,5$, необходимо увеличить число светильников в ряду на один или уменьшить число рядов на один.

Примерное размещение светильников представлено на рис. 30.

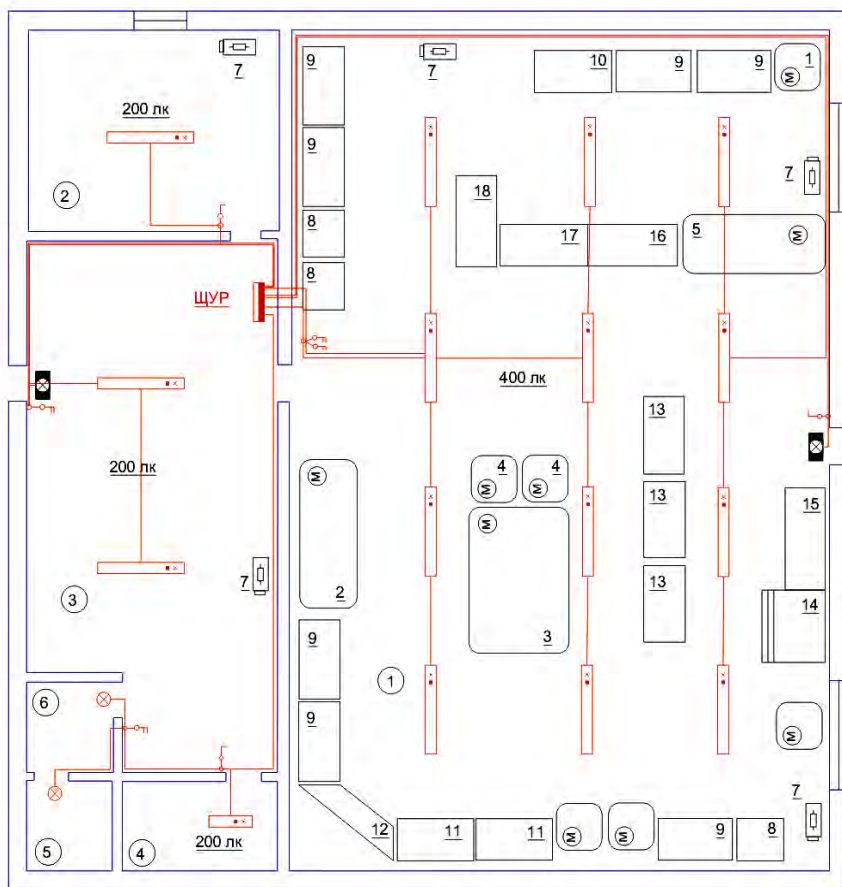


Рис. 30. Примерное размещение светильников в торговом предприятии

6. Далее методом коэффициента использования определяем расчетное значение светового потока одной лампы, принимая нормируемую освещенность $E_n = 400$ лк и коэффициент запаса $K_3 = 1,6$. Индекс помещения рассчитываем по формуле (84).

$$i_{\Pi} = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}. \quad (84)$$

7. По табл. 25 для соответствующей КСС и коэффициентов отражения потолка, стен и рабочей поверхности соответственно 50, 30, 10 % определяют коэффициенты использования светового потока η_{oy} для ближайших значений i_n (меньшего и большего в таблице). Затем, интерполируя значения, определяют нужный коэффициент использования светового потока η_{oy} по формуле (85).

$$\eta_{oy} = \eta_{oy \min} + \frac{i_{\Pi}^{\text{расч}} - i_{\Pi \min}}{i_{\Pi \max} - i_{\Pi \min}} \cdot (\eta_{oy \max} - \eta_{oy \min}). \quad (85)$$

8. Вычисляем значение освещаемой площади F и, приняв коэффициент неравномерности освещенности $z = 1,10$, определяем расчетное значение светового потока (N – количество светильников в торговом зале):

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{N \cdot \eta_{oy}}. \quad (86)$$

По величине $\Phi_{\text{лр}}$ и по таблице принимают для освещения лампы с определенной мощностью и световым потоком $\Phi_{\text{л}}$, лм, значение которого не должно отличаться более чем на $-10 \dots +20$ %.

При расчете люминесцентного освещения первоначально намечается число рядов R , которое подставляется в формулу вместо N и тогда под $\Phi_{\text{лр}}$ следует подразумевать световой лоток ламп одного ряда $\Phi_{R\text{р}}$:

$$\Phi_{R\text{р}} = \frac{E_n \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{R \cdot \eta_{oy}}. \quad (87)$$

Далее определяется количество светильников в одном ряду

$$N_R = \frac{\Phi_{Rp}}{n_{cb} \cdot \Phi_{л}}, \quad (88)$$

где n_{cb} – число ламп в одном светильнике;

$\Phi_{л}$ – световой поток одной лампы, лм.

9. Расстояние между соседними светильниками в ряду (приняв, что расстояние от торцов крайних светильников до стен $l = 0,5$ м) определяют по формуле (89).

$$L_A = \frac{A - 2l - N_R \cdot l_c}{N_R - 1}, \quad (89)$$

где l_c – длина одного светильника.

10. Рассчитываем расстояние между рядами светильников, приняв расстояние от рядов до стен $l = 1,5$ м:

$$L_B = \frac{B - 2l}{R - 1}. \quad (90)$$

По схожей методике рассчитываются параметры освещения для других помещений торгового предприятия.

Над выходами из торгового предприятия устанавливаются светильники с пиктограммой «Выход» типа ЛБО22-6 с люминесцентной лампой мощностью 6 Вт.

Расчет системы энергообеспечения торгового предприятия

Питание торгового предприятия осуществляется в соответствии со схемой, показанной на рис. 32, от двухтрансформаторной подстанции с трансформаторами типа ТМГ-1000, имеющими следующие паспортные данные: $\Delta P_{кз} = 10,8$ кВт, $U_K = 5,5$ %. Трансформаторы работают с коэффициентом мощности нагрузки $\cos\varphi = 0,9$, коэффициент загрузки трансформаторов $\beta_T = 0,8$. Щиток рабочего освещения ЩО проектируемого торгового предприятия питается от

распределительного щитка освещения РЩО1. Суммарные приведенные моменты $M_{\text{пр}}$, расчетные нагрузки P_p и коэффициенты $\cos\varphi$ представлены в табл. 2 по вариантам.

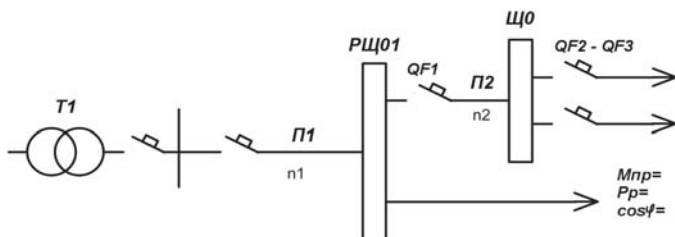


Рис. 32. Схема питания торгового предприятия

1. Первым этапом по расчету системы энергообеспечения торгового предприятия является поиск основных решений по конструктивному исполнению осветительных сетей. Так, для рис. 33 – линии С1–С6 принимаем в однофазном исполнении и выполняем трехжильным кабелем (фаза L1, нулевые кабели N и PE).

Питающая линия (П1, П2) выполняется пятижильным кабелем, проложенным на лотках. Из экономических соображений для всех линий выбираем кабели с алюминиевыми жилами марки АВВГ.

2. Далее определяют длины участков линий (до первого светильника, до разветвления, между соседними светильниками и т.д.) по плану торгового предприятия с учетом горизонтальной и вертикальной прокладки кабелей, а также размерами (табл. 1). Их рассчитывают и указывают на плане торгового предприятия.

3. Определяем расчетные нагрузки в линии (для всех линий поочередно (С1, С2, ... Сn, П1, П2, ... Пn)) по формуле (91).

$$P_p = K_c \cdot \sum_{i=1}^n K_{\text{ПРА}i} \cdot P_{\text{НОМ}i}, \quad (91)$$

где K_c – коэффициент спроса осветительной нагрузке;

$K_{\text{ПРА}i}$ – коэффициент, учитывающий потери в пускорегулирующей аппаратуре i -й лампы;

$P_{\text{НОМ}i}$ – номинальная мощность i -й лампы;

n – количество ламп, установленных в линии.

В нашем случае коэффициент спроса для расчета питающей сети K_c следует принять равным 1. Коэффициент K_c для линии П1 и П2 следует принять 0,95 и 1,0 соответственно.

Значение коэффициента $K_{ПРА}$ принимается равным:

1,0 – для ламп накаливания;

1,1 – для люминесцентных ламп, галогенных ламп и ламп типа ДРЛ, ДРИ.

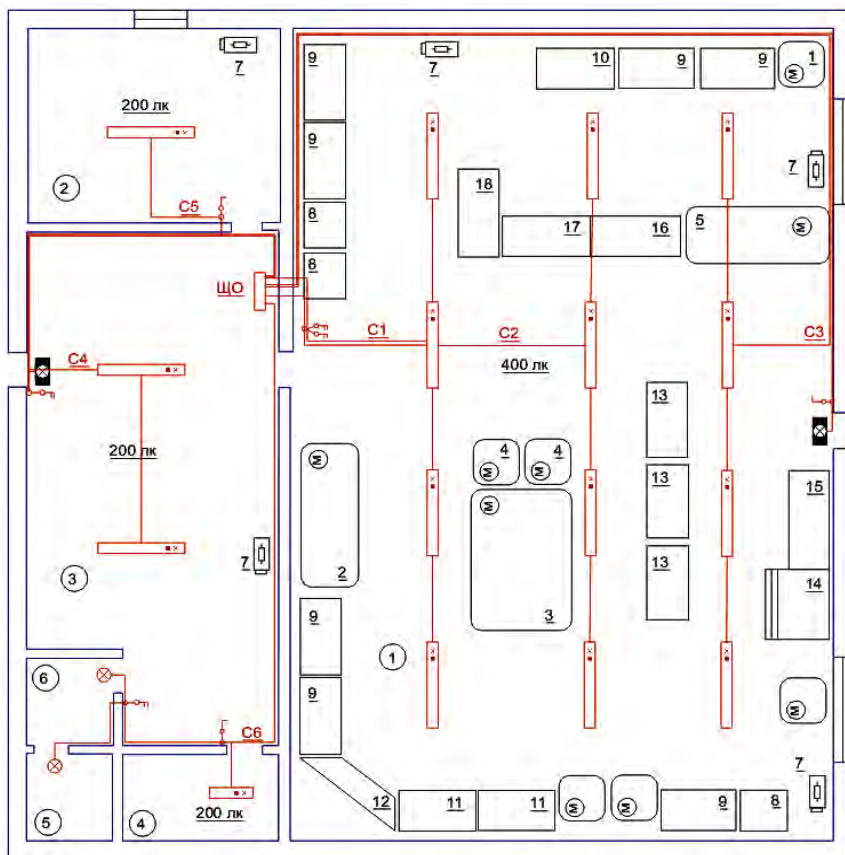


Рис. 33. Осветительная сеть торгового предприятия

4. На следующем этапе необходимо определить сечения проводников линии, питающей РЩО1. Для этого вначале определяют потерю напряжения в силовом трансформаторе

$$\Delta U_T = \beta_T \cdot (U_{ка} \cdot \cos \varphi + U_{кр} \cdot \sin \varphi), \quad (92)$$

где β_T – коэффициент загрузки трансформатора;

$U_{ка}$ и $U_{кр}$ – активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания, %;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности нагрузки трансформатора.

Значения $U_{ка}$ и $U_{кр}$ определяются по формулам (93) и (94).

$$U_{ка} = \frac{\Delta P_k \cdot 100}{S_{ном}}, \quad (93)$$

$$U_{кр} = \sqrt{U_k^2 - U_{ка}^2}, \quad (94)$$

где ΔP_k – потери короткого замыкания, кВт;

$S_{ном}$ – номинальная мощность трансформатора, кВ·А;

U_k – напряжение короткого замыкания, %.

Допустимое значение потери напряжения в сети рассчитывается по формуле (95).

$$\Delta U_{доп} = 10 - \Delta U_T. \quad (95)$$

5. Для выбора сечения жил питающих кабелей определяют собственные моменты нагрузок соответствующих линий (рис. 33)

В общем случае для линии длиной L с сосредоточенной нагрузкой Pp момент нагрузки (питающие линии П1, П2)

$$M = Pp \cdot L. \quad (96)$$

Если группа светильников одинаковой мощности (С1, С2, С3) присоединяется к групповой линии с равными интервалами l , то рассредоточенная нагрузка линии заменяется суммарной сосредото-

точной, приложенной в середине участка. Значение L определяется по формуле (97).

$$L = l_1 + l \cdot \frac{N_R - 1}{2}, \quad (97)$$

где l_1 – длина участка линии от осветительного щитка до первого светильника;

N_R – число светильников в одном ряду.

Если линия (линии С6) состоит из нескольких участков с различными нагрузками (рис. 34), то суммарный момент нагрузки равен сумме моментов нагрузок отдельных участков:

$$M = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \cdot l_1 + (P_2 + P_3 + P_4) \cdot l_2 + (P_3 + P_4) \cdot l_3 + P_4 \cdot l_4$$

или (98)

$$M = P_1 \cdot l_1 + P_2 \cdot (l_1 + l_2) + P_3 \cdot (l_1 + l_2 + l_3) + P_4 \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + l_4).$$

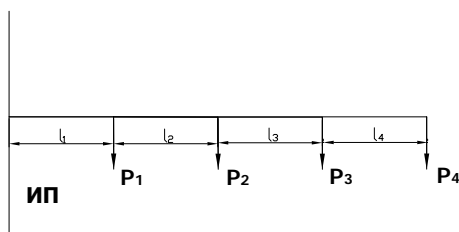


Рис. 34. Схема осветительной сети. ИП – источник питания

6. После расчета соответствующих моментов нагрузок рассчитывается приведенный момент нагрузки линии, питающей РЩО1:

$$M_{\text{ИП}} = \sum M + \sum \alpha \cdot m, \quad (99)$$

где $\sum M$ – сумма моментов данного и всех последующих по направлению тока участков с тем же числом проводов линии, что и на данном участке;

$\sum \alpha \cdot m$ – сумма приведенных моментов участков с другим числом проводов;
 α – коэффициент приведения моментов (табл. 30).

Таблица 30

Значения коэффициентов приведения моментов

Линия	Ответвление	Коэффициент приведения моментов α
Трехфазная с нулевым рабочим проводником	Однофазное	1,85
Трехфазная с нулевым рабочим проводником	Двухфазное с нулевым рабочим проводником	1,39
Двухфазное с нулевым рабочим проводником	Однофазное	1,33
Трехфазная без нулевого рабочего проводником	Двухфазное (двухпроводное)	1,15

7. Тогда сечение жил питающего кабеля определится по формуле (100).

$$F = \frac{M_{\text{ГР}}}{C \cdot \Delta U_{\text{доп}}}. \quad (100)$$

Таблица 31

Значение коэффициента C для расчета сети по потере напряжения

Номинальное напряжение сети, В	Система сети и род тока	Значение коэффициента для проводников из	
		меди	алюминия
440/230	Трехфазная с нулем	79	48
230	Трехфазная без нуля	26	16
440/230	Двухфазная с нулем	35	21,5
230	Однофазная переменного или двухпроводная постоянного тока	13	8

Полученное значение сечения округляют до ближайшего большего стандартного и выбирают кабель (табл. 32).

Таблица 32

Допустимые длительные токи для кабелей напряжением до 1кВ с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках, бронированных и небронированных

Сечение токопроводящей жилы, мм ²	Ток для кабелей, А,				
	одножильных	двухжильный	трехжильных		
	при прокладке				
	в воздухе	в воздухе	в земле	в воздухе	в земле
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335

Примечание. Допустимые длительные токи для четырехжильных кабелей на напряжение до 1 кВ могут приниматься как для трехжильных с коэффициентом 0,92

8. Далее проверяют выбранную марку кабеля по условию допустимого нагрева

$$\cos \varphi = \sum_{i=1}^n \cos \varphi_i \cdot \frac{P_{Pi}}{\sum_{i=1}^n P_{Pi}}, \quad (101)$$

где $\cos \varphi_i$ – коэффициент мощности нагрузки i -й линии;

P_{Pi} – расчетная мощность осветительной нагрузки i -й линии;

n – количество групповых линий.

Светильники на две и более люминесцентные лампы комплектуются ПРА, обеспечивающими $\cos\varphi$ не менее 0,92, а на одну лампу – 0,85. Большинство светильников с газоразрядными лампами высокого давления (галогенные и лампы типа ДРЛ, ДРИ и т.п.) при напряжении 230 В имеют некомпенсированные ПРА со средним значением $\cos\varphi = 0,5$. Для светильников с лампами накаливания $\cos\varphi = 1$. Соответствующие коэффициенты мощности будут иметь нагрузки осветительных линий.

9. Расчетный ток линии (для однофазной сети) находят по формуле (102):

$$I_P = \frac{P_P}{U_{\text{ном.ф}} \cdot \cos\varphi}, \quad (102)$$

где $U_{\text{ном.ф}}$ – соответствующее номинальное фазное напряжение сети, (0,23 кВ).

При правильно выбранном кабеле расчетный ток должен быть меньше допустимого длительного тока (табл. 32).

10. Определяется фактическая потеря напряжения по выбранному му сечению F :

$$\Delta U = \frac{M}{C \cdot F}, \quad (103)$$

и определяется оставшаяся величина допустимой потери напряжения

$$\Delta U'_{\text{доп}} = \Delta U_{\text{доп}} - \Delta U. \quad (104)$$

11. Следующим этапом расчета является подбор сечений проводников, питающей ЩО. Для этого по формуле (99) определяют приведенный момент нагрузки линии П2 и по формуле (100) с учетом оставшейся величины допустимой потери напряжения $\Delta U'_{\text{доп}}$ (результат расчета по формуле (104)) определяют сечение проводников. Далее по формулам (101)–(104) проводят необходимые проверки и определяют оставшуюся величину допустимой потери напряжения $\Delta U''_{\text{доп}}$.

12. Далее, исходя из оставшейся величины допустимой потери напряжения, определяют сечение жил кабеля однофазных линий (C1, C2, ...).

Сечение проводников (мм²) осветительной сети по оставшейся величине потере напряжения определяется по формуле (105):

$$F = \frac{M}{C \cdot \Delta U_{\text{доп}}^{\prime\prime}}, \quad (105)$$

где M – момент нагрузки рассматриваемого участка сети, кВт·м;

Далее по формулам (101)–(104) проводят необходимые проверки и определяют фактические потери напряжения по выбранному сечению F .

13. Результаты расчетов сводятся в таблицу где для каждой линии указывают: обозначение линии (C1, C2, ...), сечение жилы по потере напряжения (выбранное значение), расчетный ток линии, марка кабеля, количество и сечение жил, допустимый ток кабеля и фактическая потеря напряжения.

14. Следующим этапом проектирования системы энергообеспечения является выбор осветительных щитков и защитных аппаратов. Щетки освещения выбираются в зависимости от требуемого количества автоматических выключателей и расчетных токов присоединяемых линий. Для рабочего освещения принимаем групповые щетки серии ЩО 8505 (табл. 34) с однополюсными выключателями типа ВА61F29-1В на групповых линиях.

Таблица 33

Технические данные осветительных групповых щитков серии ЩО 8505

Номер схемы	Тип щитка	Номинальный ток распрепителя выключателя ввода	Выключатели групповых линий	
			Наибольший номинальный ток распрепителя, А	Максимальное количество выключателей, шт.
1	2	3	4	5
02	ЩО 8505-0206		31,5	6
02	ЩО 8505-0209		20,0	9
03	ЩО 8505-0306		31,5	6
03	ЩО 8505-0209		20,0	9

Окончание табл. 33

1	2	3	4	5	
04	ЩО 8505-0406	63	31,5	6	
06	ЩО 8505-0506	63	31,5	2	
12	ЩО 8505-1212		16,0	12	
12	ЩО 8505-1215		12,5	15	
12	ЩО 8505-1218		10,0	18	
13	ЩО 8505-1312		16,0	12	
13	ЩО 8505-1315		12,5	15	
13	ЩО 8505-1318		10,0	18	
14	ЩО 8505-1409	63	20,0	9	
14	ЩО 8505-1412		16,0	12	
14	ЩО 8505-1415		12,5	15	
16	ЩО 8505-1603		63,0	3	
16	ЩО 8505-1604		31,5	4	
16	ЩО 8505-1605		31,5	5	
16	ЩО 8505-1606		20,0	6	
16	ЩО 8505-1607		63	20,0	7

Таблица 34

Технические характеристики автоматических выключателей ВА61

Тип выключателя	Количество полюсов	Номинальный ток автомата, А	Номинальный ток расцепителя, А	Кратность тока отсечки
ВА62F29-3С	3	63	0,5; 0,8; 1; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	5; 10
ВА62F29-1В	1	63	0,5; 0,8; 1; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63	3; 5

При выборе щитка желательно, чтобы один-два выключателя оставались резервными.

В щитке типа ЩО 8505 применяются автоматические выключатели с комбинированными расцепителем, ими осуществляется защита всех линий от токов КЗ и длительной перегрузки.

Выбор номинального тока расцепителя автомата, защищающего линию, производится по условию (106)

$$I_{НОМ.Р} \geq I_P. \quad (106)$$

Из табл. 30 выбирают $I_{НОМ.Р}$ округленное в большую сторону значение I_P . При установке автоматов в закрытых щитках рабочий ток групповой линии не должен превышать $0,9I_{НОМ.Р}$.

Кратность тока отсечки автомата (для однополюсного выключателя типа ВА61F29-1В) по отношению к номинальному току расцепителя принимают равным 3.

15. Выбранные аппараты защиты указываются в таблице: обозначение защищаемой линии, расчетный ток линии, количество автоматов, тип автомата, номинальный ток расцепителя, кратность токовой отсечки, ток срабатывания расцепителя (определяется умножением кратности тока на номинальный ток расцепителя).

На основе проведенных вычислений и принятых проектных решений составляется расчетная схема электрообеспечения торгового предприятия и строится принципиальная схема питающей сети.

Построение расчетной схемы

На расчетной схеме (рис. 35) указывается:

- над осветительной линией:

1 – маркировка линии – 2 – расчетная нагрузка, кВт – 3 – коэффициент мощности – 4 – расчетный ток, А – длина участка, м;

- под осветительной линией:

6 – момент нагрузки, кВт·м – 7 – потеря напряжения, % – 8 – марка, сечения проводника – 9 – способ прокладки (Тс – трос; Т – металлическая труба; П – пластмассовая труба);

- тип автоматического выключателя (10), тип расцепителя и ток, А (11) (К – комбинированный, Э – электромагнитный), тип осветительного щитка (12);

- тип линии (13) (состоящая из трех или пяти кабелей).

Построение и оформление принципиальной питающей сети. Принципиальные схемы питающей сети (рис. 37), схемы дистанционного управления и схемы подключения комплектных распределительных устройств на напряжении до 1000 В выполняют в однолинейном изображении в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД на выполнение электротехнических схем и с требованиями ГОСТ 21.608–84.

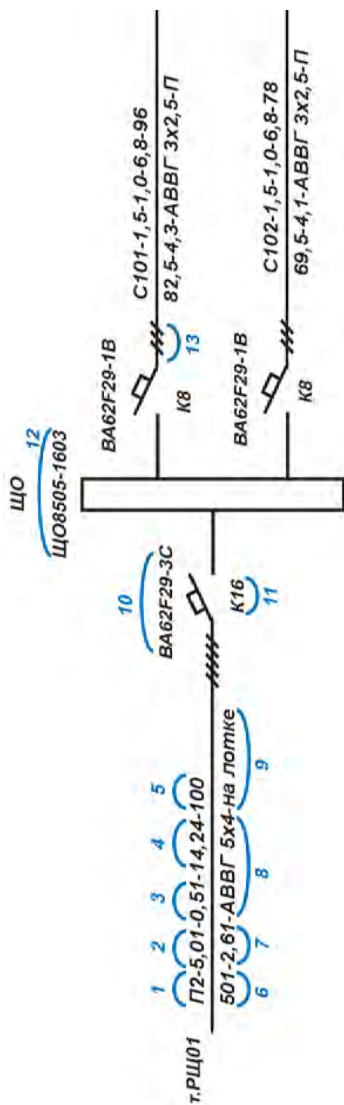


Рис. 35. Расчетная схема

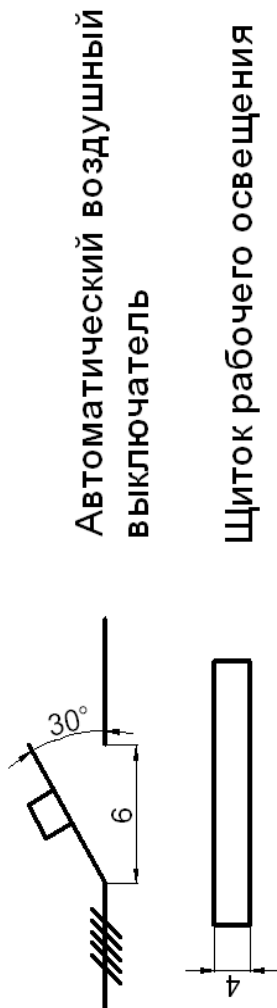


Рис. 36. Условные обозначения элементов осветительной сети

23		Источники питания
70		Маркировка – расчетная нагрузка, кВт; коэффициент спроса; шунты; номинальный расчетный ток, А; Влияние участка, М Момент нагрузки, кВт·м; потеря напряжения, %; марка, сечение проводника; способ прокладки
25		Распределительный пункт: номер, тип; установленная и расчетная мощность, кВт; Аппарат на входе: тип; ток, А
23		Выключатель автоматический или предохранитель; тип; ток расцепителя или плавкой вставки, А
23		Пускатель магнитный; тип; ток нагревательного элемента, А
70		Маркировка – расчетная нагрузка, кВт; коэффициент спроса; шунты; номинальный расчетный ток, А; Влияние участка, М Момент нагрузки, кВт·м; потеря напряжения, %; марка, сечение проводника; способ прокладки
23		Щиток групповой; аппарат на входе; тип; номинальный ток, А
10		Номер по схеме расположения на плане
10		Установленная мощность, кВт
10		Потеря напряжения на щитке, %
297		65

Поясняющие надписи на принципиальной схеме питающей сети, выполняемой с учетом расположения электрического оборудования по частям и этажам здания

1. У комплектных распределительных устройств на напряжение до 1000 В:

$P_{уст}$ – установленная мощность, кВт;

$P_{расч}$ – расчетная нагрузка, кВт.

2. У групповых щитков:

$$A \frac{P_{уст}}{\Delta U}, \quad (107)$$

где A – номер по плану расположения;

Δ – потеря напряжения до щитка, %.

3. На линиях питающей сети с расчетными данными (указывают конкретные величины):

$$\frac{\alpha - P_{расч} - \cos \varphi - I_{расч} - l}{P_{расч} l - \Delta U - q - \sigma}, \quad (108)$$

где α – маркировка линии;

$I_{расч}$ – расчетный ток, А;

l – длина участка питающей сети, м;

q – марка проводника, сечение, мм²;

σ – способ прокладки.

4. На линиях питающей сети без расчетных данных:

$$l - q - \sigma.$$

Рабочие чертежи внутреннего электрического освещения допускается оформлять отдельными документами с присвоением им базовой марки основного комплекта и добавлением через точку порядкового номера документа, обозначаемого арабскими цифрами, например, общие данные по рабочим чертежам (ЭО1.1), принципиальная схема питающей сети (ЭО1.2). Пример чертежей электрического освещения приведен в приложении.

ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

Торгово-технологическое оборудование является важной частью основных фондов торгового предприятия. Поэтому рациональное использование, сохранение работоспособности и долговечности оборудования должно быть предметом повседневного внимания и заботы всех работников производства. Для этого необходимо правильно организовать эксплуатацию оборудования, своевременно производить и устранять неполадки в работе оборудования, грамотного и квалифицированного выполнения межремонтного обслуживания и проведения ремонта.

Успешное решение этих задач в значительной степени зависит от уровня подготовки эксплуатационников и ремонтников, их умения своевременно предупредить и устранить неполадки в работе оборудования, грамотного и квалифицированного выполнения межремонтного обслуживания и проведения ремонта.

Восстановление эксплуатационных показателей оборудования возможно при тщательном уходе за ним, систематическом осмотре, проведения всех видов ремонта с заменой изношенных деталей и соответствующей наладкой оборудования.

Такой порядок эксплуатации оборудования рекомендуется системой планово-предупредительного ремонта.

Технический уход за оборудованием

Технический уход за оборудованием осуществляют силами эксплуатационного персонала (дежурные слесари, аппаратчики, операторы и т.п.) и обслуживающим дежурным персоналом (помощниками мастеров, дежурными слесарями, электриками, мастерами КИП и др.) под руководством начальников смен (участков, отделения, сменных мастеров) в соответствии с действующими на предприятиях инструкциями по рабочим местам и регламентами.

Ежесменное техническое обслуживание является основным и решающим профилактическим мероприятием, призванным обеспечить надежную работу оборудования между ремонтами.

Поэтому на всех предприятиях необходимо иметь четкие инструкции по каждому рабочему месту, в которых должны быть отражены исчерпывающие указания по ежемесячному техническому

обслуживанию каждого вида оборудования, входящего в технологическую систему.

В ежедневное техническое обслуживание входят следующие основные работы: обтирка, чистка, регулярный наружный осмотр, смазка, подтяжка сальников, проверка состояния масляных и охлаждающих систем подшипников, наблюдение за состоянием крепежных деталей, соединений и их подтяжка, проверка исправности заземления, устранение мелких дефектов, частичная регулировка, выявление общего состояния тепловой изоляции и противокоррозионной защиты, проверка состояния ограждающих устройств с целью обеспечения условий безопасности труда. Технологическое обслуживание проводится, как правило, без остановки технологического оборудования, выявленные дефекты и неисправности должны устраняться в возможно короткие сроки силами технологического и дежурного ремонтного персонала смены и фиксироваться в сменном журнале. Сменный журнал, как правило, ведется начальником смен или бригадирами ремонтного персонала.

В курсовом проекте студентом производится анализ мероприятий по техническому уходу и обслуживанию торгово-технологического оборудования в соответствии с технической документацией: паспорту и руководству по эксплуатации. В частности, для рассматриваемого выше аппарата Rational SelfCooking Center 201, необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- ежедневная очистка и уход;
- режимы пароконвектомата;
- технический сервис: очистка парогенератора от накипи, очистка от накипи форсунки для подачи пара и опорожнение парогенератора;
- способы и режимы ручной очистки;
- очистка воздушного фильтра под электроблоком;
- замена подсветки рабочей камеры;
- замена уплотнения дверцы.

Выбор смазочных материалов

Для смазки узлов торгово-технологического оборудования применяют жидкие минеральные масла и консистентные смазки (некоторые типы смазочных материалов и их характеристики см. в Приложении 1).

Минеральные масла получают из сланцев и из нефти с парафиновым, асфальтовым и нафтеновым основаниями, а также из нефти со смешанным основанием. Нефти с парафиновым основанием дают масла с высокой точкой замерзания, нефти с асфальтовым основанием – масла с более низкой температурой застывания и широкими пределами значений вязкости. Минеральные масла, полученные из сланцев, имеют невысокую вязкость, склонны к осмолению и застывают при температуре близкой к 0 °С. Эти масла используют главным образом как пропиточные.

Жидкие минеральные масла имеют ряд преимуществ перед консистентными смазками: они стабильнее по структуре, могут использоваться при больших оборотах и более высоких температурах (тогда как консистентные смазки могут утратить смазывающие свойства), пригодны для работы при более низких температурах, ими можно смазывать детали без разборки и промывки узла.

Недостатки жидких минеральных масел – возможность свободного вытекания из корпусов, что заставляет изготавливать более сложные уплотнения; необходимость частого пополнения, что вызывает надобность в специальных устройствах.

Консистентные смазки представляют собой смесь минерального масла (75–95 %) с кальциевым, натриевым или другим мылом. Мыло, применяемое для загущения минеральных масел, обычно изготовляют из растительных масел, животных и синтетических жиров на различных основаниях.

Эксплуатационные качества консистентных смазок, т. е. температура каплепадения, консистенция (пенетрация) и другие физико-химические свойства зависят от количества и характера применяемого мыла, а также от входящего в их состав минерального масла.

Основное назначение консистентных смазок – уменьшать между двумя работающими поверхностями трение скольжения, возникающее под действием нагрузок; отводить тепло, выделяющееся при работе трущихся поверхностей; предохранять трущиеся поверхности от коррозии; улучшать работу уплотнений путем заполнения зазоров между вращающимися и неподвижными узлами и деталями, препятствуя тем самым проникновению пыли и влаги в зону трения; облегчать осевое перемещение плавающих подшипников в корпусе или на валу при удлинении вала от нагрева.

К преимуществам консистентных смазок относятся: способность не вытекать из корпусов, что значительно упрощает конструкцию уплотнений; заполнение зазоров между подвижными и неподвижными деталями узлов; хорошие и правильно подобранные консистентные смазки не требуют смены в течение продолжительного срока эксплуатации (6–10 месяцев).

К отрицательным свойствам консистентных смазок следует отнести: больший коэффициент внутреннего трения по сравнению с жидкими маслами, что не дает возможности применять их при низких температурах и высоких числах оборотов; нестабильность качества разных варок; необходимость полной разборки узла при смене смазки.

Консистентные смазки, применяемые для узлов трения, в зависимости от основания (щелочи), которое входит в состав мыла, подразделяют на кальциевые, натриевые, кальциево-натриевые (комбинированные) и алюминиевые. Кальциевое мыло не растворяется в воде, и поэтому его применяют, когда есть опасность попадания влаги.

Кальциевые смазки имеют гладкую, неволокнистую структуру, дают хорошее уплотнение корпуса и имеют меньший коэффициент внутреннего трения по сравнению с натриевыми смазками.

Натриевые смазки обладают более высокой температурой плавления, способны при охлаждении (после плавления) снова застывать, не теряя своих первоначальных свойств. Натриевые смазки следует применять для оборудования, работающего в сухом помещении, так как они легко растворяются в воде. Из-за губчатой структуры и волокнистости натриевые смазки имеют больший коэффициент трения, а следовательно, и больший расход энергии.

Комбинированные смазки изготовляют путем загущения минерального масла кальциево-натриевыми мылами. Имеют гладкую неволокнистую структуру, свойственную кальциевым смазкам, и хорошую стабильность, свойственную натриевым смазкам. Наличие натриевых мыл придает смазке более высокую температуру плавления по сравнению с температурой плавления смазок, изготовленных на чистокальциевых мылах (от 90–120 °С). Наличие в смазке кальциевых мыл делает ее менее чувствительной к влаге (по сравнению с чисто натриевыми смазками), ее можно применять в условиях не-большой влажности.

Алюминиевые смазки получают при загущении минерального масла алюминиево-стеариновыми мылами. Эти смазки не подвер-

жены действию влаги, температура плавления их выше, чем кальциевых, но ниже, чем натриевых. По структуре алюминиевая смазка не волокниста, достаточно пластична и липка, вследствие чего она не разбрасывается центробежными силами.

Изложенные выше свойства различных смазок ясно показывают, что смазки не универсальны и там, где одна смазка дает хорошие результаты, другая может оказаться непригодной. Поэтому при выборе смазки для какого-либо узла следует тщательно рассмотреть условия работы, сопоставить их с характеристиками смазок и только после этого можно остановиться на наиболее подходящей.

При выборе смазочного материала необходимо учитывать: давление на единицу площади смазываемых поверхностей; скорость движения поверхностей; температурные условия, в которых используется масло; экономическую целесообразность применения того или иного смазочного материала.

Нормы расхода смазочных материалов устанавливают обычно на основании опытных данных, а также определяя расчетным путем по формулам Фальца:

– расход смазки для подшипников с капельной системой

$$Q_{\text{кап}} = \frac{0,3p(D-d)^3}{(l-d)z}; \quad (109)$$

– расход смазки для подшипников при смазке под давлением

$$Q_{\text{давл}} = (7p + 100p') \frac{(D-d)^3}{(l-d)z}, \quad (110)$$

где Q – расход смазки, л/мин;

p' – давление масла в подводящем канале, кгс/см²;

p – среднее давление в подшипнике, кгс/см²;

D – диаметр подшипника, см;

d – диаметр цапфы, см;

l – длина подшипника, см;

z – средняя динамическая вязкость масла в смазочном слое, кгс-с/м².

Требования к эксплуатационным свойствам масел. Смазочные материалы должны соответствовать требованиям технических условий. Независимо от назначения необходимо, чтобы качество смазочных материалов в процессе работы изменялось в возможно меньшей степени. В процессе работы оборудования смазочные материалы загрязняются посторонними примесями и окисляются. Окисление вызывает коррозию, пригорание и засорение маслопроводов. Для уменьшения вредного действия процесса окисления к маслу добавляют присадки, растворяющие коллоидные продукты окисления и предупреждающие их отложение на деталях машины.

Старение смазочных материалов происходит под влиянием:

загрязнения механическими примесями, появляющимися в виде продуктов износа трущихся деталей, пылью, окалиной и т. д.;

воздействия высоких и низких температур, вызывающих разложение молекул, испарение и частичное сгорание масла;

воздействия на масло паров воды, вызывающих эмульгирование и ценообразование, а также воздействия кислорода воздуха, вызывающего интенсивное окисление. Скорость процесса окисления и его характер зависят от химической природы масла, от температуры окружающей среды, давления воздуха и от наличия веществ, способных замедлять или ускорять этот процесс, а также от общей продолжительности работы масла и способа его подачи к точкам смазки. При температуре 20–30 °С и нормальном давлении процесс окисления идет медленно.

С повышением температуры процесс окисления ускоряется, а начиная с 60 °С скорость окисления возрастает вдвое на каждые 10 °С.

Пригодность масла к дальнейшему использованию определяют в основном по показателю кислотности.

Конструктивные мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик

Для улучшения эксплуатационных характеристик деталей и узлов торгового оборудования используют различные организационные и технические мероприятия. К организационным мероприятиям можно отнести: метод подбора материалов, метод контроля качества изготовления деталей, а также мероприятия, гарантирующие правильную

сборку и установку оборудования. К конструктивным (техническим) мероприятиям относят мероприятия по: улучшению характеристик деталей и узлов (например, прочностных); снижению факторов влияющих на износ деталей и узлов в процессе работы и др.

Метод подбора материалов для изготовления оборудования сводится к тому, что при конструировании, кроме условий работы машин в отношении нагрузок, режима работы и др., необходимо учитывать и среду, в которой будет работать машина, и в соответствии с этим для изготовления деталей определяется такой материал, который будет наиболее стоек в данной среде. Однако при подборе материала учитывают и экономические факторы, имеющие целью удешевить стоимость машины.

Качество изготовления деталей зависит от следующих факторов: правильного подбора материала детали, метода изготовления и обработки детали. При подборе материала для изготовления детали следует учитывать: прочность материала (разрыв, сжатие, излом, скалывание, кручение и др.), характер работы деталей (статические и динамические нагрузки), усилия трения (определение удельной нагрузки), воздействия окружающей среды, характер смазки.

Правильная сборка и установка оборудования при нормальных условиях эксплуатации обеспечивают минимальный износ, продолжительную безаварийную работу. При сборке и установке машин и аппаратов необходимо учитывать следующие основные требования.

1. Все детали, поступающие на сборочное место, должны быть в подготовленном для сборки виде, т. е. зачищены от забоин, заусенцев, сварочных брызг, окалин, песка и коррозии.

2. Необрабатываемые места должны быть обезжирены и прогрунтованы.

3. Размеры и геометрия посадочных мест должны быть тщательно проверены по диаметрам и линейным размерам.

4. Соблюдена чистота обработки сопрягаемых поверхностей.

5. Должны быть проверены наличие, расположение, а иногда и размеры необходимых галтелей, фасок, смазочных отверстий и канавок и чистота их поверхностей, наличие входных фасок на валу и в отверстиях сопрягаемых деталей – «заходы».

6. Машина или аппарат должны быть установлены в строго горизонтальном и вертикальном положениях на все точки опоры.

7. Движущиеся узлы должны провертываться легко, без ощутимого заедания (торможения).

8. Поступательно-возвратные движения узлов должны быть плавными (без прерывистых движений, если таковые не предусмотрены конструкцией машины).

9. Превышение расхода электроэнергии при обкатке должно быть минимальным.

Кроме перечисленных требований, могут быть и другие.

Метод защитных покрытий распространен во всех областях промышленности. Защитные покрытия должны надежно предохранять материалы от коррозии, возникающей под действием окружающей среды, и в то же время удовлетворять эксплуатационным и эстетическим требованиям. Помимо этого, покрытия выполняют ряд других функций – повышают износостойкость, твердость, отражательную способность поверхности, придают электроизоляционные и электропроводящие свойства и т.д.

Защитные покрытия подразделяют на три группы:

1) получаемые химической и электролитической обработкой поверхности;

2) металлические защитные покрытия;

3) неметаллические защитные покрытия.

Нанесению любого покрытия должна предшествовать тщательная подготовка поверхности. Требуемая чистота поверхности зависит от вида и назначения покрытия. Перед фосфатированием достаточно чистота поверхности 4–6-го классов, перед оксидированием 6–10-го классов, перед нанесением матовых и полуглянцевых покрытий 4–7-го классов, а для нанесения блестящих покрытий не менее 9–10-го классов.

Существуют механические, химические, электрохимические и термические методы подготовки поверхностей.

Механические методы подготовки в свою очередь подразделяют на следующие виды обработки поверхности:

– обдирку или грубое шлифование абразивными кругами (применяют для удаления грубых неровностей, зачистки сварных швов, окалины, заусенцев):

– шлифование (для сглаживания поверхностей и устранения грубых рисок, оставшихся после обдирки);

– матирование или засаливание (для сглаживания мельчайших неровностей);

– полирование (для придания поверхности высокой степени чистоты и зеркального блеска).

В зависимости от вида обработки пользуются твердыми абразивными кругами или мягкими кругами из фетра, войлока и т.д. с приклеенным к ним абразивом или с нанесенной абразивной или полировочной пастой. Мелкие детали, которые неудобно обрабатывать кругами, обрабатывают в барабанах. В зависимости от условий проведения обработки в барабанах можно осуществить обдирку, шлифование, полирование. Обдирку и шлифование в барабанах называют галтовкой.

Для полирования вместе с деталями в барабан помещают полированные стальные шарики или дробь, а в качестве смачивающей среды – мыльную воду, полирующие смеси или эмульсии.

Крацевание – обработка поверхности щетками из проволоки, капрона или морской травы.

Струйный метод очистки основан на ударном действии струй абразива, распыляемого сжатым воздухом из сопла аппарата. При этом поверхность приобретает равномерную микрошероховатость и матовость. Для струйной обработки используют кварцевый песок, стальные опилки. Полное устранение пыли достигается при гидропескоструйной или гидроабразивной очистках, заключающихся в распылении водяной пульпы песка или абразива.

Химические и электрохимические методы подготовки поверхностей применяют для удаления жировых веществ, которыми покрыты металлические изделия. Их удаляют водными растворами щелочей (едким натром, углекислой содой, трипатрийфос-фатом), органическими растворителями и водными эмульсиями растворителей. Для облегчения процесса обезжиривания в раствор добавляют эмульгаторы – жидкое стекло, мыло и др. – и подогревают до 70–80°C.

Электрохимическое обезжиривание производится в целях ускорения процесса при той же температуре и в тех же растворах, что и химическое, но менее концентрированных. Эмульгатор добавляют в малых количествах или совсем не добавляют. Обезжиривание с применением постоянного тока позволяет ускорить процесс по сравнению с химическим в 2–3 раза. Обезжиривание с применением ультразвука обеспечивает большую скорость процесса (30–50 с) и

высокое качество. Это обусловлено большим давлением, которое оказывает обезжиривающая жидкость на поверхность деталей.

Обработка ультразвуком наиболее рентабельна для очистки мелких деталей. Для обработки деталей можно применять обезжиривание органическими растворителями (бензином, керосином и др.), обезжиривание эмульсиями (вода в бензине, керосине). Эмульсии дешевле органических растворителей. Для удаления окалины и других окисных пленок, коррозии применяют травление в растворах серной, соляной и азотной кислот, реже в щелочах. Перед травлением деталь обезжиривают.

В качестве термических методов обработки, т. е. для удаления жирных веществ и окалины, применяют нагрев детали до 300–400 °С.

Покрытия, получаемые химической и электролитической обработкой, представляют собой пленки нерастворимых продуктов, образующиеся в результате химического взаимодействия металлов с внешней средой. Поскольку многие из них пористы, их применяют преимущественно в качестве подслоя под смазки и лакокрасочные покрытия, увеличивая защитную способность покрытия и обеспечивая надежное сцепление. Некоторые виды покрытий применяют в качестве износостойких или декоративных, например оксидирование.

Оксидирование – это окисление поверхностного слоя металлических изделий для предохранения их от коррозии. Оксидирование стали осуществляют термическим, термохимическим, химическим и электрохимическим способами.

В зависимости от толщины и цвета получаемой пленки различают операции синения и воронения. При синении пленка получается очень тонкой – 5000 Å с синим цветом побежалости. При воронении толщина пленки может достигать 10 мкм и более; черный цвет ей придает окись железа. Нержавеющие стали оксидированию не поддаются. Недостатком термического и термохимического способов оксидирования является необходимость нагрева деталей до нескольких сот градусов, что может вызвать изменение механических свойств металла и коробления толстостенных деталей.

Наиболее распространен химический способ оксидирования, называемый щелочным воронением. Детали погружают в концентрированный раствор едкой щелочи, содержащий окислители: азотно-кислый либо азотистокислый натрий или оба вместе. Раствор нагревают до температуры 135–145 °С. Получаемая пленка состоит из

магнитной окиси железа толщиной 0,5–1,2 мкм и при двухступенчатом окислении – до 1,5 мкм.

В зависимости от подготовки поверхности и состава электролита покрытие может быть блестящим или матовым. Окисление применяют для деталей, работающих в сравнительно благоприятных условиях: в сухом помещении или при постоянной смазке в процессе эксплуатации. Пленка плохо выдерживает истирание и не отличается большой твердостью, сильно пористая. Для повышения защитных свойств пленку обрабатывают горячим раствором мыла, затем промывают, сушат и погружают на 5–7 мин в минеральное масло при температуре 120 °С.

Окислению могут быть подвергнуты: алюминий и его сплавы, при этом получают защитную пленку от 5 до 30 мкм; медь и ее сплавы – получают пленку толщиной 1 мкм глубокого черного цвета и блестящую на полированной поверхности; цинк, кадмий, титан, их сплавы и другие металлы.

Металлические покрытия наносят на металлы и неметаллические материалы (стекло, пластмассы, слюду, бумагу и др.). Для нанесения металлических покрытий на металлы применяют: электролитическое осаждение, химическое осаждение, горячее нанесение, термодиффузионную обработку, плакирование, металлизацию газопламенным напылением.

Для нанесения металлических покрытий на неметаллические материалы применяют: осаждение восстановлением металлов из растворов солей, осаждение восстановлением из неустойчивых газообразных соединений, испарение металлов в вакууме, напыление, электролитическое осаждение, вжигание.

Электролитическое осаждение – наиболее распространенный способ нанесения покрытия, так как позволяет получать при незначительных расходах и потерях металла разнообразные покрытия, прочно удерживаемые на поверхности. Осаждение производят в ваннах с раствором электролита, содержащим ионы осаждаемого металла. Детали загружают в ванну, являющуюся катодом в цепи постоянного тока, анодом служат пластины металла, из которого получают покрытие.

Важным показателем работы электролитических ванн является их рассеивающая способность, дающая возможность получить покрытие равномерной толщины на деталях сложного профиля.

Покрyтия цинком являются самыми распространенными. Их наносят на сталь, медь, латунь и иногда на алюминий. Цинковые покрывания имеют среднюю твердость 50–60 ед. по Бринеллю, при низких температурах становятся хрупкими, плохо поддаются пайке и сварке, плохо выдерживают развальцовку и изгибы. Во влажном воздухе и в воде цинк покрывается слоем основной углекислой белой соли, защищающей его от дальнейшего разрушения. В воде при температуре выше 65 °С защитные свойства цинка резко ухудшаются. Цинк взаимодействует с сероводородом и сернистыми соединениями; в кислотах и щелочах он разрушается. Толщина покрываний от 3 до 50 мкм. После цинкования детали осветляют, погружая их на 2–3 с в раствор азотной или хромовой кислоты с добавлением серной.

Для повышения прочности цинковых покрываний промытые и высушенные детали подвергают термической обработке при 230–250 °С в течение 2 ч в целях удаления водорода.

Покрyтия медью имеют розовый цвет и легко полируются. Медные покрывания непригодны для защиты стали и других металлов от коррозии, так как относятся к катодным покрываниям и обычно пористы. В щелочах, за исключением аммиака, медь устойчива. В кислотах медные покрывания разрушаются, особенно быстро в азотной и хромовой. Медные покрывания выдерживают изгибы, развальцовку, глубокую вытяжку, хорошо поддаются лужению, пайке, сварке.

Медные покрывания применяют в качестве подслоя под никелевые, хромовые, серебряные и другие виды покрываний, а так же для придания притирочных свойств поверхностям деталей станков, механизмов (например, шейкам коленчатых валов, кулачкам у кулачковых валов) для уменьшения шума при трении. Толщина медных покрываний зависит от их назначения. Подслоя меди под другие покрывания имеет толщину 5–30 мк, слой меди для защиты от науглероживания 20–40 мк. В некоторых случаях, например при меднении валов для машин глубокой печати, толщина покрывания может быть 3000 мк. Твердость покрывания, получаемых в цианистых ваннах 120–150 ед. по Бринеллю, а в серноокислых 60–80.

Покрyтия никелем имеют серебристый цвет с желтым оттенком, хорошо полируются. Покрывания имеют мелкокристаллическую структуру, но в слоях толщиной до 25 мк пористы, наносят их на подслоя меди, что уменьшает расход никеля и разделяет никель и

сталь, так как никель по отношению к стали является катодным покрытием. На медные и латунные детали никель осаждается без подслоя. Твердость обычных никелевых покрытий равна 250–270 кгс/мм². Покрытия стойки к действию щелочей; в органических кислотах не растворяются. Разрушаются в серной, соляной и особенно быстро в азотной кислоте. Общая толщина покрытия 15–45 мк. Медный подслоя обычно в 2 раза толще никеля.

Покрытия хромом имеют серебристо-стальной цвет с голубым оттенком. Твердость хромовых покрытий выше, чем всех остальных, и достигает 1000–1100 ед. (алмазной пирамидой). Они устойчивы к действию концентрированной азотной кислоты, растворов щелочей, органических кислот, сероводорода; растворяются в соляной и горячей серной кислотах. Покрытия хромом наносят на сталь, медь, цинк и другие металлы. Хромовые покрытия не смачиваются расплавленными металлами, к ним не прилипают пластические массы, хорошо выдерживают динамические нагрузки, если они распределены равномерно по всей поверхности, но разрушаются под действием местных ударов. Имеют низкий коэффициент трения.

Недостатки хромовых покрытий – снижение усталостной прочности стали на 20–30 % из-за больших остаточных напряжений, возникающих при формировании покрытия, а также хрупкость, приобретаемая деталями.

Аналогичными способами на защищаемую поверхность наносят покрытия и другими металлами: оловом, свинцом, палладием и др.

Горячее нанесение покрытий благодаря своей простоте широко применяют при нанесении сравнительно низкоплавких металлов – цинка, олова, свинца – на сталь или чугун. Иногда его применяют для нанесения алюминия. Чтобы нанести такие покрытия, достаточно хорошо очищенные изделия погрузить в расплавленный металл. К недостаткам способа относят: невозможность получения равномерного покрытия на изделиях сложного профиля; большой расход металла, так как покрытия значительно толще, часть металла теряется на испарение (угар). Поэтому горячее нанесение применяют преимущественно для полуфабрикатов металла: листов, труб, проволоки, лент и изделий несложной конфигурации.

Термодиффузионная обработка позволяет нанести на поверхности стальных изделий слой сплава вследствие диффузии металла, находящегося в газообразном состоянии, в кристаллическую решетку

стали. Этим способом можно обработать поверхность медью, цинком, бором, бериллием, алюминием, титаном, кремнием, ванадием, ниобием, танталом, хромом, мышьяком, молибденом, вольфрамом, марганцем, золотом, а также одновременно двумя элементами и более. Толщина диффузионного покрытия зависит от температуры и продолжительности процесса. Получающиеся поверхностные сплавы не имеют резкой границы с металлом, отличаются твердостью и жаростойкостью.

Более часто, чем другие виды диффузионной обработки, в промышленности применяют термодиффузионное алитирование, термохромирование, хромоалитирование и хромосилицирование. Диффузионную обработку осуществляют в порошкообразной, жидкой или газовой средах при температурах 900–1200 °С в течение 3–60 ч, в зависимости от диффундируемого компонента и среды.

Порошкообразной средой служит смесь из порошка металла или его ферросплава (феррохром, ферроалюминий и др.), разбавителя (каолин, глинозем), применяемого во избежание спекания смеси и прилипания ее к изделиям, активатора (хлористый аммоний), ускоряющего процесс. Детали помещают в форму с порошкообразной смесью. При нагревании активатор разлагается, выделяющийся хлористый водород действует на частицы ферросплава, образуя пары хлористого железа и хлористой соли диффундируемого металла. Диффузия происходит в результате обменной реакции между хлористой солью и поверхностью стальных деталей.

Для обработки в жидкой среде пользуются расплавами солей.

При обработке в газовой среде процесс ускоряется за счет предварительного получения газовой смеси. Толщина диффузионного слоя – от нескольких десятков микрон до 0,5 мм, причем содержание диффундированного металла по мере удаления от поверхности в глубину резко уменьшается. При обработке размеры детали увеличиваются. Термодиффузионным методом рекомендуется покрывать толстостенные детали с закругленными кромками и углами. Механическую обработку производят до термодиффузионной.

Плакирование – это способ нанесения покрытий, который заключается в том, что на плиту основного металла накладывают с одной или с двух сторон листы другого металла, затем весь пакет подвергают горячей прокатке, получая в результате диффузии частиц одного металла в другой прочное соединение. Таким способом сталь

плакируют медью, латунью, никелем, алюминием, нержавеющей сталью и др. Применение таких биметаллических материалов дает большую экономию цветных металлов и нержавеющей стали, придает поверхности необходимые свойства. Плакированный лист обладает лучшей теплопроводностью и способностью к деформациям, чем сплошной лист той же толщины. Толщина плакированного слоя составляет от 8 до 20 % общей толщины листа.

Металлизация методом газопламенного напыления заключается в напылении расплавленного металла на поверхность из специальных газовых или электродуговых аппаратов (металлизаторов). Металл поступает в металлизатор в виде проволоки и расплавляется в газовом пламени (кислородно-ацетиленовом) или в электрической дуге. Расплавленный металл распыляется сжатым воздухом (давлением 4–6 кгс/см²). Скорость подачи проволоки до 2,5 м/мин. Этим способом можно наносить на поверхность различные металлы и сплавы толщиной от 30 мк до 10 мм и более, покрывая крупногабаритные детали и конструкции из металла, стекла, дерева, цемента, бумаги и др. Недостатки способа – значительные потери металла при распылении (10–40 %), сильная пористость покрытия в тонких слоях и недостаточно прочное сцепление его с поверхностью металла.

Для улучшения сцепления поверхность подвергают гидropескоструйной обработке или подогревают. Уменьшение пористости достигается нанесением слоя металла такой толщины, при которой сквозные поры отсутствуют (0,1–0,2 мм), а так же последующим нанесением одного или двух слоев лака.

С развитием порошковой металлургии стало возможным подавать металл в металлизатор в виде порошка, подсасываемого из бункера сжатым воздухом. Это облегчает расплавление металла. Порошок должен иметь температуру плавления не выше 1200–1300 °С и размеры частиц 0,07–0,15 мм. Форма частиц должна быть шарообразной или округлой. Для напыления применяют только порошки из цветных металлов: свинца, цинка, меди, алюминия и других. Нанесение частиц углеродистой стали невозможно из-за их сгорания. Хорошие результаты получают при нанесении порошка сплава, состоящего из 70–80 % никеля, 11–16 % хрома и 3–4 % бора. После термообработки твердость таких покрытий по Роквеллу равна 40–50 ед. Покрытия порошкового напыления менее пористы, чем покрытия из проволоки.

Неметаллические покрытия – это лакокрасочные покрытия, покрытия смолами, пленочными материалами, резиной, эмальями, смазками и пастами, керамические покрытия.

Лакокрасочные покрытия получают нанесением лакокрасочных материалов на поверхность изделий. Высыхая, эти материалы образуют пленку, которая прочно сцепляется с поверхностью. Преимуществами лакокрасочных покрытий перед металлическими являются простота нанесения и восстановления. Однако они уступают металлическим покрытиям по твердости, износостойкости и термостойкости. В целлюлозно-бумажной промышленности для защиты оборудования от коррозии применяют различные лакокрасочные покрытия: битумно-масляные, бакелитовые, фуриловые лаки, лак-этиноль и другие материалы на основе смол.

Лакокрасочные покрытия наносят (кистью, шпателем, вальцами, распылением, обливанием, окунанием) на очищенную поверхность в несколько слоев толщиной от 10 до 25 мк, затем сушат их холодным или горячим способом. При первом способе покрытия сушат на воздухе при температуре не ниже 12° С и относительной влажности не более 65 %, при втором способе – конвекционно (горячим воздухом), радиационно (инфракрасными лучами), индукционно (токами промышленной или высокой частоты). При выборе температуры сушки учитывают природу материала. Сушку горячим воздухом осуществляют в сушилках. В зависимости от лакокрасочного материала и температуры она длится от 0,5 до 6 ч. Процесс сушки идет от поверхностного слоя вглубь. Сушка инфракрасными лучами длится 10–12 мин, лучи проникают через покрытие, разогревают металл, и процесс сушки идет из глубины к поверхностным слоям. Это ускоряет сушку и предотвращает образование пузырей.

Сушку токами высокой частоты применяют при окраске изделий из стали и других металлов, обладающих магнитной проницаемостью. К окрашенной поверхности подводят электромагниты (с частотой тока от 50 до 700 Гц). Образующееся магнитное поле вызывает отставание намагниченности металла (гистерезис) и токи Фуко, при этом металл быстро разогревается и покрытие высыхает в течение 2–5 мин.

Покрытия смолами типа алкидных, меламино-формальдегидных, эпоксидных применяют с широким диапазоном свойств в зависимости от исходных компонентов смол, модифицирующих

добавок и режимов отверждения. Например, эпоксидные смолы отверждают различными отвердителями: аминами, фосфорной кислотой, растительными маслами и др., причем различные отвердители придают покрытию разные свойства. Так, эпоксидные смолы, отвержденные аминами, обладают сильной адгезией (способностью сцепления) к металлам и другим материалам, большой стойкостью к действию сильных щелочей, слабых кислот и растворителей, малой усадкой, хорошей эластичностью, высокой механической, электрической, термо- и атмосферостойкостью.

В качестве недостатков следует отметить: малую жизнеспособность смеси (1–6 ч), токсичность аминов и их паров, возможность образования оспин или раковин.

Покрытия смолами наносят в виде обмазок и мастик в расплавленном состоянии кистью, окунанием или распылением, а также газопламенным и вихревым напылением.

Покрытия пленочными материалами – полиэтиленовыми, полиамидными, поливинилхлоридными пленками применяют для защиты металла от коррозии.

Пленки крепят специальными клеями или путем подогрева металла. Пленки полиэтилена при нормальной температуре устойчивы к воздействию серной кислоты до 94, уксусной – до 78, соляной – до 33, азотной – до 10%-й концентрации, воды и других сред.

Покрытия листовыми материалами – фторопластом, винилпластом, текстолитом, стеклопластиком нашли широкое применение в промышленности как антикоррозионные покрытия.

Фторопласт – высокомолекулярное соединение является полностью фторированным этиленом. Его практически не разрушает ни одна из известных кислот и щелочей, самые сильные окислители не оказывают на него никакого действия даже при высоких температурах. Недостаток фторопласта – сложность переработки и отсутствие адгезии к любому материалу. Для склейки фторопласта необходимо обработать его поверхность расплавленным щелочным металлом, либо 1%-ным раствором металлического натрия в безводном аммиаке и другими реагентами. Плотность фторопласта 2,1–2,2 г/см³. Относительное удлинение при разрыве 250–500%. Предел прочности при растяжении 170–450 кгс/см². Максимальная рабочая температура при эксплуатации +250 °С.

Винипласт получают из полихлорвиниловой смолы со стабилизатором и другими добавками. Он устойчив к воздействию почти всех кислот, щелочей, растворов солей любых концентраций. Исключением являются сильные окислители, например, азотная кислота при концентрации выше 50 %, олеум и др. Листовой винипласт выдерживает температуру от -20 до $+60^{\circ}\text{C}$. Хорошо обрабатывается механическим путем, штампуются, сваривается струей горячего воздуха при температуре $230-240^{\circ}\text{C}$. Винипластовые листы изгибают в нагретом состоянии при температуре $130-150^{\circ}\text{C}$.

Текстолит относится к слоистым пластическим массам. Он спрессован из хлопчатобумажной ткани или другого материала, пропитанного фенол- или крезолформальдегидными смолами и отвержденного при температуре $130-140^{\circ}\text{C}$. Текстолит устойчив к действию минеральных кислот средних концентраций (кроме азотной) и растворов солей. Растворы щелочей при концентрации выше 5 % разрушают его.

Покрытия резиной отличаются эластичностью, обладают хорошими диэлектрическими свойствами, водо- и газонепроницаемы, стойки к истиранию, а также к действию химических агрессивных сред. Нанесение этих покрытий называется гуммированием. Наиболее распространенный метод гуммирования – облицовка листами каландровой резиновой смеси с последующей вулканизацией. В состав резиновой смеси входят каучук, сажа (упрочнитель), сера (вулканизирующий агент), ускорители вулканизации, антистарители и другие компоненты. Гуммирование выполняют кислотостойкими сортами мягкой резины, полуэбонитами и эбонитами (твердые резины). Покрытия мягкими резинами эластичней покрытий эбонитом, но уступают мм по химической стойкости. Термостойкость покрытия из мягкой резины $70-80^{\circ}\text{C}$, а эбонита – не более $60-65^{\circ}\text{C}$.

Полуэбонит и эбонит крепят к стали клеем из эбонитовой смеси, а к ним клеем «Термопреп» мягкую резину. В процессе вулканизации пластичная резиновая смесь превращается в эластичную резину, которая прочно сцепляется с эбонитом или с металлом. На целлюлозно-бумажных комбинатах гуммированием защищают аппараты для отбелики, трубопроводы, прессовые валы, регистровые валики на бумагоделательных машинах и др.

Покрытия смазками применяют для защиты металла от коррозии во время хранения и транспортировки. Они представляют собой

невсыхающие составы, основным компонентом которых является минеральное масло. Для загущения масла в него вводят парафин, церезин или алюминиевые, литиевые и другие мыла жирных кислот. В смазки по стали добавляют немного щелочи для нейтрализации образующихся со временем органических кислот. Для смазки по стали используют пушечную смазку, по алюминию – технический вазелин. Хорошими защитными свойствами в условиях повышенной влажности обладают смазки ПП-95/5 (петролатум 95 %, парафин 5 %), ГОИ-54, АМС-3 и др. Жировые покрытия эффективны только в том случае, если их наносят на совершенно чистую поверхность, недостатки – плохое удержание на вертикальных поверхностях, быстрое высыхание, растрескивание и необходимость периодического восстановления жирового слоя.

Керамические покрытия используют для футеровки металлической аппаратуры и для теплоизоляции жаропрочных металлов от окислительного действия при высоких температурах.

Для футеровки применяют керамиковые, диабазовые, метлахские, стеклянные, угольные и другие плитки. Их укладывают в 1-2 и более рядов и цементируют кислотоупорными замазками. Замазки готовят на основе жидкого стекла, в которое вводят инертные наполнители (диабазовую или андезитовую муку) и ускоритель отверждения (кремнефтористый натрий или кислотоупорный цемент). Швы верхнего ряда плиток располагают обычно так, чтобы они были сдвинуты по отношению к нижнему ряду на 1/3 ширины плитки.

В промышленности керамические покрытия широко используют и для защиты от коррозии.

Общие недостатки керамических покрытий – значительное увеличение массы оборудования, плохое сопротивление ударным нагрузкам и изгибу.

Пример. Применение более прогрессивных материалов и технологий.

Антифрикционные материалы (АМ) предназначены для изготовления подшипников скольжения в паре с стальным закаленным валом.

Основные свойства АМ:

– способность обеспечить высокий коэффициент трения в паре со стальным валом;

– высокое сопротивление усталости.

Антифрикционность заключается:

1) в высокой теплопроводности материала;

2) хорошей смачиваемости смачиваемым материалом;

3) способности образования поверхности за счет пленки мягкого металла (к примеру Sn – свинец, высокопластичный, коэффициент трения меньше и следовательно сопротивление меньше);

4) хорошей прирабатываемости, основанной на способности поверхности металла легко деформироваться, увеличивая площадь фактического контакта, при этом давления и температуры в зоне трения уменьшаются.

Универсального подшипникового материала нет. Наиболее эффективны многослойные комбинированные подшипники в состав которых входят: сплав свинца и олова Б83, никель, свинцовистая бронза БрС30, стальная основа ШХ 15.

Также важным фактором в применении более прогрессивных материалов является защита от коррозии. Коррозии подвержены абсолютно все металлы и сплавы, различие заключается в скорости деструкции металлической поверхности. Универсального метода защиты от коррозии нет.

Далее представлены основные методы защиты от коррозии, на основании которых будет сделан вывод о целесообразности применения одного из них:

- нанесение защитных покрытий и пленок;
- изменение электрохимического потенциала защищаемого материала;
- применение более коррозионостойких материалов;
- легирование сталей;
- модификация или изменение коррозионной среды;

Из предложенных методов защиты от коррозии приемлемым может быть метод применения более коррозионостойких материалов. Пищевая нержавеющая сталь – широко применяется в изготовлении торгового оборудования, а именно мартенситные нержавеющие стали (20Х13, 30Х13, 40Х13, 20Х17Н2, 95Х18 – самая твердая). Данная овощерезка не имеет сильных динамических и ударных нагрузок, поэтому целесообразно применение стали 20Х13 – т.к. она является более дешевой из предложенных.

РЕМОНТ ТОРГОВО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Для поддержания оборудования в работоспособном состоянии нужен систематический надзор и уход за ним, своевременный и качественный ремонт. Эти мероприятия должны не только восстанавливать первоначальную производительность машин, но и обеспечивать их длительную и бесперебойную работу, предупреждать преждевременный износ оборудования.

В торговой промышленности утверждена система планово-предупредительного ремонта (ППР), охватывающая весь круг мероприятий, направленных на поддержание оборудования в рабочем состоянии. Система планово-предупредительного ремонта – это совокупность организационных и технических мероприятий предупредительного характера, направленных на поддержание оборудования в постоянной исправности при минимальных затратах времени и средств. Она предусматривает:

а) надзор и уход за оборудованием;

б) периодические осмотры и проверку технического состояния оборудования;

в) периодические ремонты (текущий, средний и капитальный).

Всем ремонтам предшествует период межремонтного обслуживания, основная задача которого – обеспечить квалифицированную эксплуатацию оборудования между ремонтами и повседневно контролировать соблюдение правил технической эксплуатации, одним из основных элементов которой является надзор за оборудованием. Он состоит в систематическом наблюдении, уходе, в соблюдении правильного режима работы, в контроле за качеством ремонта, в выявлении причин аварий, в предупреждении простоев оборудования.

Система ППР предусматривает так же:

1) проведение подготовительных работ к планово-предупредительному ремонту;

2) периодичность и сроки останова оборудования на ППР;

3) расчет количества ремонтов и простоя оборудования.

Система ППР включает следующие виды ремонтов:

1) текущий ремонт и наладку машин, т.е. устранение отдельных неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации машин и мешающих нормальной работе;

2) средний ремонт, т. е. выполнение всех работ текущего ремонта, а также замену отдельных деталей и узлов машины;

3) капитальный ремонт, т.е. ремонт всех узлов, полную разборку, очистку, промывку и смазку.

Для правильной организации ППР необходима ремонтная база, которая должна иметь хорошо разработанные инструктивные и нормативные материалы:

- инвентарные карты и паспорта на оборудование;
- альбомы чертежей и технические условия на изготовление деталей;
- типовые технологические карты на ремонт оборудования;
- установленные сроки и периодичность останова оборудования на ремонт;
- типовые нормы времени и расценки на ремонтные работы для оборудования каждого типа;
- нормы хранения и расхода быстроизнашивающихся деталей;
- инструкции по уходу за оборудованием, осмотру и проведению ремонтов и др.;
- сметы на ремонт оборудования.

Инвентарная карта оборудования содержит описание машины (по типу и количеству единиц) с краткой технической характеристикой и указанием завода-изготовителя, в ней указаны габариты оборудования, масса и другие данные. Инвентарная карта необходима для учета оборудования, ведущегося бухгалтерией, а также для технических расчетов, проводимых техническим и производственным отделами, отделами главного механика (ОГМ) и главного энергетика (ОГЭ) и др.

Паспорт на оборудование составляют отдельно на каждую единицу оборудования. Он содержит полную техническую характеристику машин, т. е. описание машины с чертежом общего вида и разрезами; кинематическую схему машины и ее описание; габаритный чертеж машины; схему и описание расположения опор; технологический расчет машины; схему смазки машины и нормы расхода масел; отдельные листы для записей.

Паспорт на оборудование облегчает инженерно-техническим работникам и рабочим правильно разобраться в устройстве оборудования.

Альбом чертежей и технические условия на изготовление деталей составляют для того, чтобы по ним изготовить достаточное для проведения ППР количество сменных деталей. В рабочих чертежах указывают особенности изготовления и обработки деталей; среду, в которой будет работать деталь и условия приемки.

Номенклатуру и расходные нормы быстроизнашивающихся деталей определяют опытным путем и проверяют по фактическому расходу деталей.

Типовые технологические карты на ремонт оборудования составляют для каждого вида ремонта (среднего и капитального), и они должны содержать основные требования, предъявляемые к ремонту: последовательность операций; перечень основных ремонтных работ вместе с разборкой и сборкой оборудования; указания по проведению ремонта, испытаниям и ревизиям; правила приемки оборудования из ремонта; перечень деталей и узлов, подлежащих замене; допуски на точность сборки основных узлов; наименование и количество материала, потребного для ремонта; перечень мероприятий по борьбе с коррозией оборудования; способы проверки качества выполнения ремонта.

В типовых технологических картах также указывают: время, необходимое для выполнения работ; состав и квалификацию членов бригады; инструмент, приспособления и оснастку, используемые в процессе ремонта.

Расчет количества ремонтов и простая оборудования

Для определения количества ремонтов на планируемый год надо установить календарное время работы оборудования и коэффициент использования оборудования по календарному времени.

Коэффициент использования оборудования по календарному времени определяют из соотношения (111):

$$K_B = \frac{T_{\phi}}{T_k}, \quad (111)$$

где T_{ϕ} – фактическое время работы оборудования, ч;

T_k – календарное время работы оборудования, ч (принято 8760 ч в год).

Количество ремонтов в год по каждому виду ремонта и типу оборудования определяется:

– для капитального ремонта по формуле (112):

$$K_{\text{п}} = \frac{K_{\text{в}}(B_{\text{к}} + 8760)}{M_{\text{ц}}}, \quad (112)$$

– для среднего ремонта по формуле (113):

$$C_{\text{п}} = \frac{K_{\text{в}}(B_{\text{с}} + 8760)}{M_{\text{с}}} - K_{\text{п}}, \quad (113)$$

– для текущего ремонта по формуле (114):

$$T_{\text{п}} = \frac{K_{\text{в}}(B_{\text{т}} + 8760)}{M_{\text{т}}} - (K_{\text{п}} + C_{\text{п}}), \quad (114)$$

где $K_{\text{в}}$ – коэффициент планируемого использования оборудования по календарному времени;

$B_{\text{к}}$ – длительность работы оборудования от даты последнего планового капитального ремонта для действующего оборудования или от даты ввода его в эксплуатацию для нового оборудования до начала планируемого года, ч;

$B_{\text{с}}$ – длительность работы оборудования от даты последнего планового среднего ремонта до начала планируемого года, ч;

$B_{\text{т}}$ – длительность работы оборудования от даты последнего планового текущего ремонта до начала планируемого года, ч;

$M_{\text{ц}}$ – длительность межремонтного цикла, ч;

$M_{\text{с}}$ – длительность межремонтного периода среднего ремонта, ч;

$M_{\text{т}}$ – длительность межремонтного периода текущего ремонта, ч.

Длительность простоя машин в ремонте исчисляется с момента останова их для ремонта до момента сдачи в эксплуатацию. Она зависит от объема работ, т. е. от трудоемкости ремонта (выраженной в человеко-часах), состава ремонтной бригады, сменности при выполнении ремонта, метода проведения ремонта (узлового, стенового и др.), а также от организации ППР.

Следует различать длительность собственно ремонта, т.е. время, в течение которого ремонтная бригада занята ремонтом машины, и общий простой машины, т. е. время, затраченное на чистку, ремонт и сдачу. При правильной организации ремонта оборудования и ухода за ним межремонтный период увеличивается, а продолжительность ремонта и, следовательно, простоя сокращается.

Для каждого конкретного производства система ППР реализуется в виде графика, составляемого на один год службой главного механика. В графике на каждую единицу основного оборудования указываются виды ремонта (Т – текущий, К – капитальный) и сроки проведения их по месяцам. Также предусматриваются нормативы времени на производство ремонтных работ по каждому виду ремонта (T_1 – первый текущий ремонт; T_2 – второй текущий ремонт) и указывается исполнитель (ремонтная бригада).

На основании годового графика составляется месячный график плановых ремонтов с уточнением дат ремонта. В этом графике указывается трудоемкость по каждому виду ремонта и исполнители.

В процессе реализации ППР содержание и объем каждого ремонта устанавливается с учетом выявленного состояния агрегатов. При составлении плана учитывается межремонтный цикл – это время работы оборудования между двумя капитальными ремонтами. В ремонтный цикл входят кроме T_1 , T_2 и К также и техническое обслуживание ТО.

Ремонтный цикл связывает виды ремонтов и сроки проведения их по месяцам (рис. 38).

Этапы плано-предупредительного ремонта Единой системой ППР установлены три основных вида планового ремонта: текущий, средний и капитальный. Каждый вид ремонта определяется характером и объемом проводимых ремонтно-профилактических работ, временем, затраченным на эти работы, местом их выполнения, составом исполнителей и статьей финансирования. Трудоемкость ремонтных работ зависит от сложности ремонтируемой машины, т. е. от ее конструкции, размеров и технологических особенностей. Степень сложности ремонта оценивается в категориях сложности.

Технология ремонта определяет способы и средства восстановления и замены вышедших из строя в результате эксплуатации машин, узлов и деталей. Способы и средства ремонта естественно изношенных частей могут быть объединены в определенную систему,

и восстановление их осуществляют в определенном плановом порядке. В зависимости от способов ремонта оборудования ремонтные операции можно объединить в три основные группы:

- ремонт – восстановление первоначальных размеров и чистоты рабочих поверхностей изношенных или поврежденных деталей и узлов;
- ремонт деталей и узлов машин с переводом их в очередные ремонтные размеры;
- восстановление деталей и узлов машин с помощью деталей-компенсаторов.

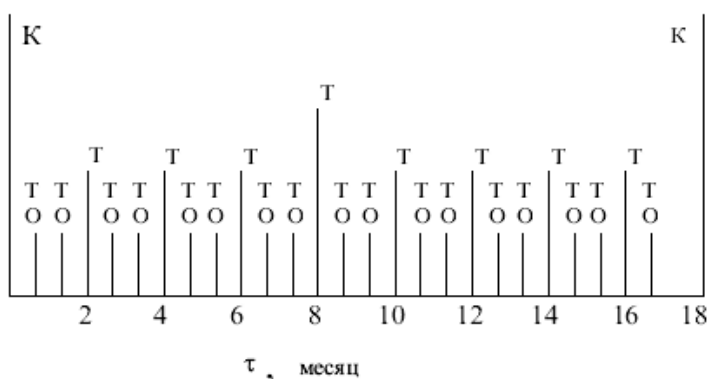


Рис. 38. Схема межремонтного цикла

В технологический процесс ремонта машин входят следующие работы:

- разборка ремонтируемой машины, очистка и промывка деталей;
- составление дефектной ведомости;
- восстановление изношенных деталей;
- подбор и изготовление новых деталей взамен изношенных;
- сборка узлов машины с пригонкой деталей и регулировкой;
- общая сборка;
- выверка взаимодействия отдельных узлов машины;
- испытание и сдача отремонтированной машины.

При выполнении ремонта руководствуются тремя документами:

- 1) перечнем предлагаемого объема работ;

2) технологическим процессом при выполнении среднего и капитального ремонтов;

3) дефектной ведомостью.

Перечень предполагаемого объема работ дает общую ориентировку и определяет укрупненно общий объем работ. Технологический процесс, разработанный для данного типа машин, регламентирует ориентировочно выполнение определенных ремонтных операций. Типовой технологический процесс не может учитывать особенности ремонтных работ для каждого конкретного экземпляра машин, так как даже совершенно одинаковые машины, работающие в разных условиях, требуют разного объема и содержания ремонта.

Дефектная ведомость конкретизирует объем ремонтных работ применительно к данной машине и дополняет технологический процесс в решении вопросов, не охватываемых этим документом.

Работы по выполнению слесарных и сборочных операций при ремонте оборудования требуют высокой квалификации слесарей-сборщиков. Качество ремонта определяют исходя из того, насколько хорошо выполнены следующие работы: восстановление геометрической правильности основных деталей; правильная увязка основных узлов; сборка, регулировка и отладка механизмов; качество деталей, монтируемых взамен изношенных.

Пример. Все работы по плановому техническому обслуживанию и ремонту выполняются в определенной последовательности, образуя повторяющиеся циклы.

Таблица 35

Нормы продолжительности простоя оборудования
в ремонте и при техническом обслуживании

Виды работ	Норма простоя, ч/Г _м , при работе оборудования		
	в одну смену	в две смены	в три смены
Капитальный ремонт	16	18	20
Средний ремонт	3,0	3,3	3,6
Текущий ремонт	2,0	2,2	2,4
Осмотр перед капитальным ремонтом	0,5	0,5	0,5
Плановый осмотр (полный)	0,4	0,4	0,4
Проверка точности – самостоятельная операция	0,2	0,2	0,2
Промывка – самостоятельная операция	0,2	0,2	0,2
Испытание электрической части – самостоятельная операция	0,1	0,1	0,1

Общее время капитального ремонта

$$\sum T_K = T_K + T_O + T_{\text{ПО}} + T_{\text{ПРОВ}} + T_{\text{ПРОМ}} + T_{\text{И}}, \quad (115)$$

где T_K – время капитального ремонта, ч;

T_O – время осмотра перед капитальным ремонтом, ч;

$T_{\text{ПО}}$ – время планового осмотра, ч;

$T_{\text{ПРОВ}}$ – время проверки точности, ч;

$T_{\text{ПРОМ}}$ – время промывки, ч;

$T_{\text{И}}$ – время испытания электрической части, ч.

$$\sum T_K = 18 + 0,5 + 0,4 + 0,2 + 0,2 + 0,1 = 19,4 \text{ (ч)}.$$

Общее время среднего ремонта

$$\sum T_C = T_C + T_O + T_{\text{ПРОВ}} + T_{\text{ПРОМ}} + T_{\text{И}}, \quad (116)$$

где T_C – время среднего ремонта, ч.

$$\sum T_C = 3,3 + 0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1 = 4,3 \text{ (ч)}.$$

Общее время текущего ремонта

$$\sum T_T = T_T + T_O + T_{\text{ПРОВ}} + T_{\text{ПРОМ}} + T_{\text{И}}, \quad (117)$$

где T_T – время текущего ремонта, ч.

$$\sum T_T = 2,2 + 0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1 = 3,2 \text{ (ч)}.$$

Общее время технического обслуживания

$$\sum T_{\text{ТО}} = T_O + T_{\text{ПРОВ}} + T_{\text{ПРОМ}} + T_{\text{И}}; \quad (118)$$

$$\sum T_{\text{ТО}} = 0,5 + 0,2 + 0,2 + 0,1 = 1 \text{ (ч)}.$$

Общее время ремонтов

$$\sum T = \sum T_K + \sum T_C + T_T + T_{\text{ТО}}; \quad (119)$$

$$\sum T = 19,4 + 4,3 + 3,2 + 1 = 27,9 \text{ (ч)}.$$

По результатам расчетов выполняется построение графика ремонтов и обслуживания оборудования. Пример представлен в приложении.

Ремонт узла торгово-технологического оборудования

В процессе ремонта выполняют следующие основные операции.

1. Машина или аппарат отключается от сети коммуникации, снимаются ремни, разъединяются полумуфта вала двигателя, из резервуаров сливается масло. Если это аппарат, то освобождают от заполняющей его среды, используя дренажи для спуска самотеком, продувают паром или воздухом, промывают водой и т.д. После этого оборудование надежно отключают от системы, устанавливая заглушки на фланцевых соединениях до запорной арматуры или после нее. Заглушки должны иметь хорошо заметный хвостовик с обозначенным номером.

2. Чистку и мойку оборудования.

3. Дефектацию и сортировку деталей.

4. Восстановление или замена изношенных деталей.

5. Балансировку роторов.

6. Сборку машины или аппарата.

7. Индивидуальные испытания и сдачу в наладку.

Перед началом ремонта оборудование тщательно моют и очищают от остатков продукта, смазки и прочих загрязнений. Поверхности, соприкасающиеся с продуктами, чистят щетками и ершами, моют горячими растворами кальцинированной соды или каустической соды, горячей водой и обрабатывают паром.

Для чистки картеров оборудования их промывают горячим маслом, печным топочным газом, керосином и горячей водой. Применение керосина и печного топлива, имеющих сильный запах, в производственных цехах не допускается во избежание брака продукции, вырабатываемого на машинах и аппаратах, близко расположенных от ремонтируемого оборудования.

Перед разборкой оборудования необходимо изучить особенности конструкции машины и наметить порядок ее разборки. При этом следует установить назначение и взаимодействие отдельных узлов и деталей. В первую очередь снимают те детали и сборочные единицы,

которые препятствуют дальнейшей разборке. Сложное по конструкции оборудование разбирают в следующем порядке: сначала на группы сборочных единиц, группы – на отдельные сборочные единицы, сборочные единицы – на детали. Детали необходимо укладывать в той последовательности, в которой их снимают с машины.

Очистку деталей от загрязнений и ржавчины после разборки машины производят с помощью деревянных лопаток, стержней и скребков. Кроме того, детали отмачивают в керосине, для чего используют две емкости: первую – для предварительного отмачивания, вторую – для окончательной промывки. Продолжительность отмачивания предварительно очищенных деталей 1–8 ч, после чего их вытирают насухо ветошью. Детали обезжиривают в горячем растворе каустической соды, затем промывают в горячей воде и просушивают.

Смазочные канавки и отверстия в деталях продувают сжатым воздухом.

При ремонте шестерен и звездочек определяют возможность дальнейшей пригодности их к эксплуатации.

Сборку деталей выполняют в порядке, обратном разборке. При этом руководствуются допусками, приведенными в инструкции завода – изготовителя и техническими условиями на изготовление, комплектование и поставку. Порядок проведения индивидуальных испытаний на холостом ходу и коммуникации производят после окончания ремонтных работ.

В данном разделе курсового проекта студентом составляется схема или детализировка сборки – разборки (рис. 39) торгового оборудования. После чего, преподавателем назначается деталь под ремонт. Студентом заполняется дефектная ведомость и назначаются мероприятия по ремонту заданной детали. После назначения мероприятий окончательно готовится маршрутно-технологическая схема ремонта торгово-технологического оборудования (рис. 40), которая представляется в графической части курсового проекта.

Пример. Конструкция рассматриваемой овощерезки не является сложной, детали и узлы являются относительно легкими и малогабаритными.

Последовательность разборки машины следующая:

1) освободить от всех болтовых соединений корпус (поз. 3) для его последующего снятия;

- 2) снять винт (поз. 6) и извлечь диск (поз. 4);
- 3) снять регулировочную гайку (поз. 8) и извлечь сбрасыватель (поз. 9);
- 4) открутить винты 4 шт. (поз. 19) узла, освободить ведомый шкив от ремня, извлечь узел из машины;
- 5) открутить болт (поз. 15), извлечь электродвигатель (поз. 12).

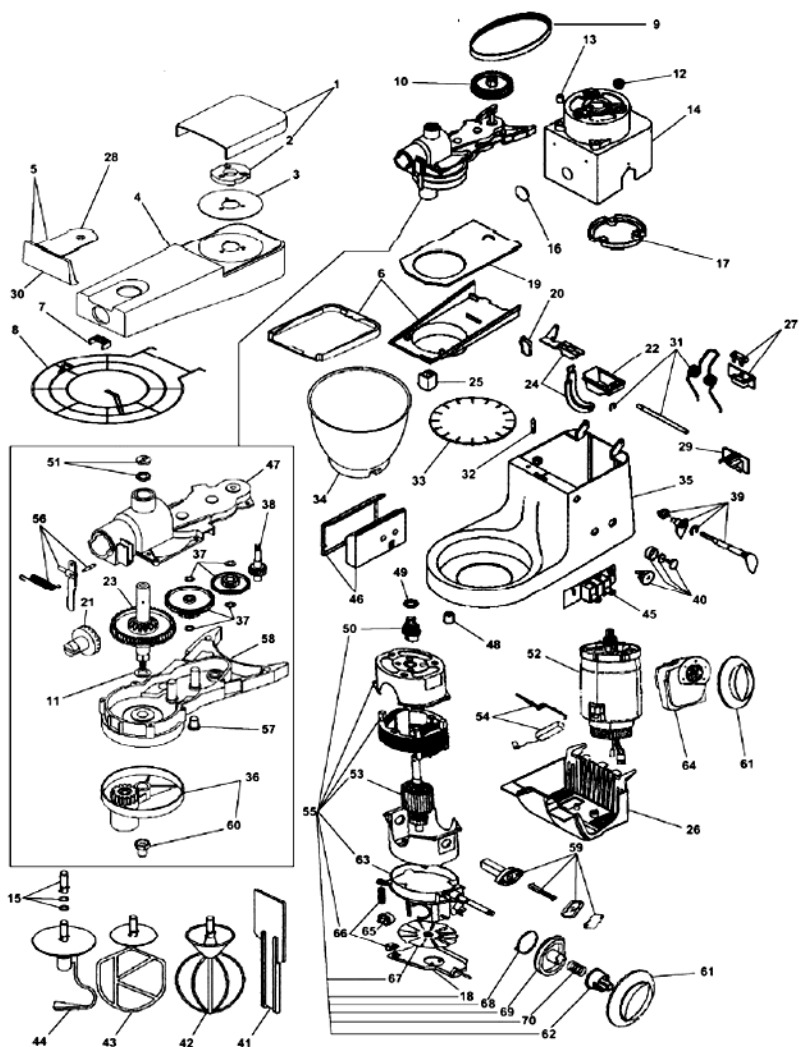


Рис. 39. Деталировка тестомесильной машины Kenwood mod.FM7

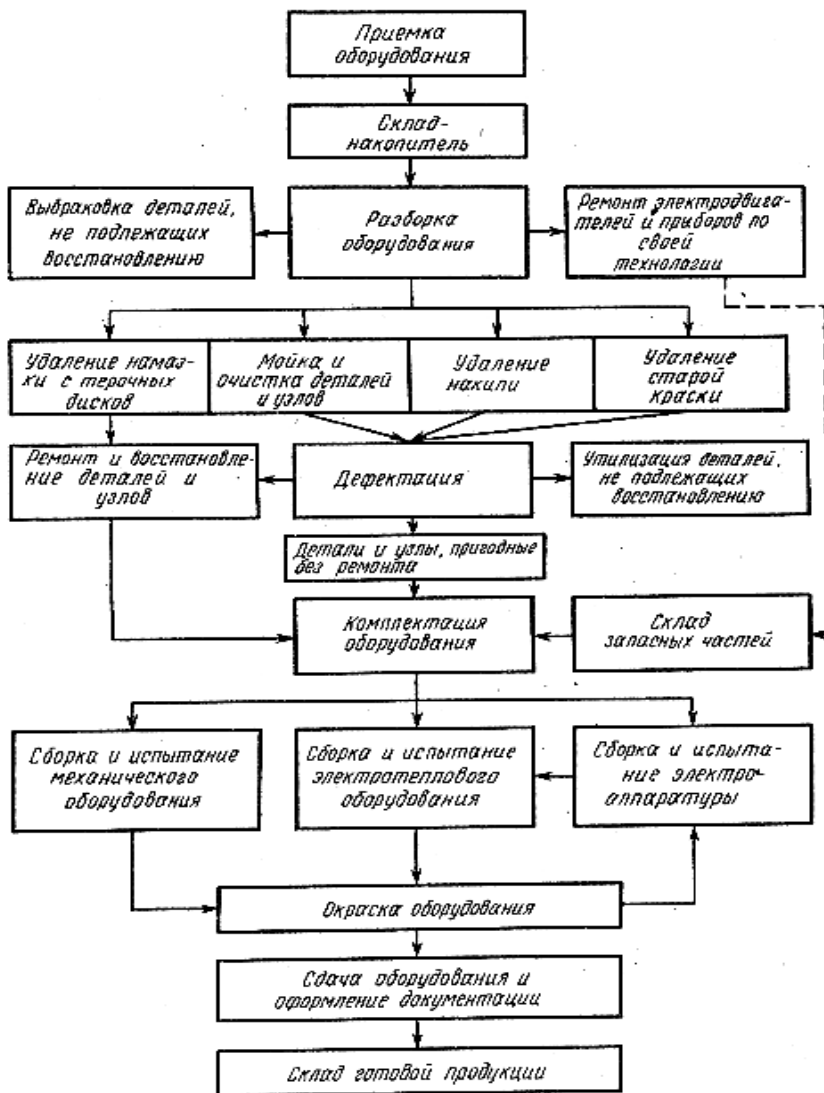


Рис. 40. Маршрутно-технологическая схема ремонта

Ремонт приводного вала. Все применяемые в настоящее время способы восстановления работоспособности изношенных деталей (валов, осей, втулок, подшипников и др.) подразделяются на две группы.

Первая – способы, с помощью которых сопряжению возвращается требуемая посадка без восстановления первоначальных размеров деталей. Такое восстановление производят, регулируя соединения или обрабатывая одну из деталей под новый размер, называемый ремонтным. Вторая – способы, с помощью которых сопряжению возвращается посадка, утраченная восстановлением первоначальных размеров деталей. Для этого на изношенные места деталей устанавливают дополнительные детали или наносят новый слой металла.

В данном случае подойдет второй способ восстановления работоспособности, а именно метод восстановления первоначального номинального размера. Основой его является наращивание различными способами рабочих поверхностей деталей с их последующей механической обработкой до получения первоначального номинального размера и правильной геометрической формы.

Наиболее распространенными способами восстановления первоначального размера деталей являются: использование добавочных деталей и компенсаторов; пайка или сварка; наплавка металла на изношенную поверхность; электрические методы наращивания металла; использование метода пластических деформаций и давления; применение пластических масс исключение.

Вибродуговая наплавка. При этом способе наплавки конец электродной проволоки 2 совершает колебательные движения в плоскости, а наплавленный слой охлаждается (рис. 41). Головка для вибродуговой наплавки кроме обычного механизма подачи 1 проволоки имеет вибратор 4, совершающий колебательное движение наконечнику мундштука 5. В таком вибраторе усыновлен электромагнит, через обмотки которого пропускают переменный ток, вследствие чего пластина (якорь), связанная с наконечником головки, то притягивается к электромагниту, то отходит от него, получая при этом колебательное движение с частотой колебаний, равной частоте перемены направления тока (100 раз в 1 с), и амплитудой 1,5...2,5 мм.

Для охлаждения сварочного мундштука и направляемого слоя в зону горячей дуги насосом 3 подается 3–5%-й раствор кальцинированной соды в воде. Направляемый валик металла 5, интенсивно охлаждаясь, одновременно закаляется.

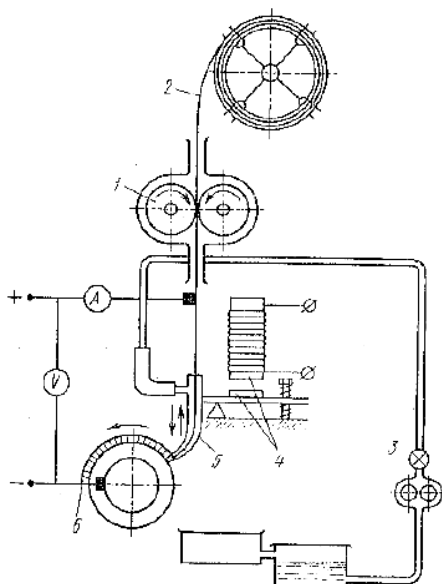


Рис. 41. Схема установки для вибродуговой наплавки:
 1 – механизм подачи; 2 – сварочная проволока; 3 – насос; 4 – вибратор;
 5 – сварочный мундштук; 6 – наплавленный слой

Восстановление изношенных деталей вибродуговой наплавкой имеет ряд преимуществ перед другими способами. Низкое напряжение (16–24 В), при котором идет процесс, и его прерывный характер позволяет вести наплавку при малой глубине прогрева детали, практически без деформаций. Этому же способствует интенсивное охлаждение. Совмещается процесс наплавки и закалки слоя, поэтому можно получить слой малой толщины от 0,5 до 2,5 мм, что особенно удобно для восстановления деталей малого диаметра.

После операций наплавки необходимо осуществить чистовую обработку приводного вала – шлифование вала для придания необходимых размеров и шероховатости. В особенности это касается участков для посадки подшипников и шкива.

После шлифования шеек вала их необходимо полировать. Поверхности шеек после шлифования, как правило, не имеют необходимого качества поверхности, а это дает повышенный износ наплавленного материала.

Полирование (доводка) шеек вала после ремонта может быть выполнено различными способами (рис. 42). Общим для них является использование мелкого абразивного полотна с зернистостью 2–5 мкм, закрепляемого на специальном приспособлении или абразивной пасты. Качество доводки легко проверяют с помощью кусочка меди – если провести им по хорошо отполированной шейке, то на ее поверхности не должно остаться следа.

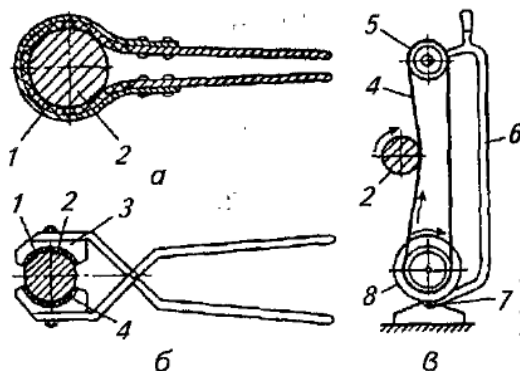


Рис. 42. Приспособления для полирования шеек валов:
а, б – простейшие ручные; *в* – с электроприводом; *1* – войлочное полотно;
2 – шейка вала; *3* – башмак; *4* – абразивное полотно; *5* – ролик;
6 – кронштейн; *7* – шарнир; *8* – электродвигатель

Восстановление шпоночных соединений. Шпоночные соединения служат для подачи крутящего момента от вала к шкиву и наоборот. Соединительной деталью является шпонка. Главные недостатки – ослабление из-за наличия шпоночных пазов сечения деталей и уменьшения жесткости при кручении, что часто приводит к разрушению деталей соединения.

В процессе эксплуатации детали шпоночных соединений под действием динамических нагрузок изнашиваются. Одна из основных причин, вызывающих нарушение правильности распределения нагрузки и смятие шпонки, – увеличение зазора в соединении. К смятию приводит также неправильное расположение шпоночного паза на валу. Перекос осей пазов вызывает перекас охватывающей детали на валу и изнашивание деталей соединения.

При ремонте шпонки из пазов обычно извлекают посредством мягких выколоток (рис. 43). Призматические шпонки можно вынимать из пазов без повреждения. Шпонки извлекают посредством специального приспособления (рис. 44). Его надевают на головку шпонки 1 и закрепляют кольцом 2 и винтом 6. Груз 3 может свободно перемещаться вдоль стержня 4, на конце которого расположен упор 5. При ударе груза об упор возникают осевые силы, которые обеспечивают извлечение паза из шпонки.



Рис. 43. Нанесение удара при извлечении шпонки

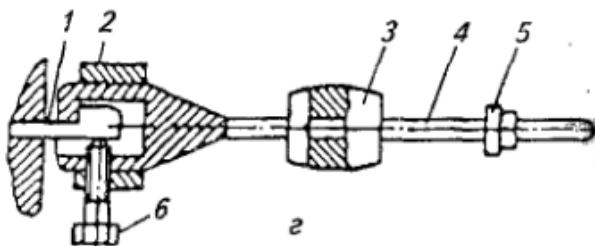


Рис. 44. Приспособление для извлечения шпонок:

1 – головка шпонки; 2 – кольцо; 3 – груз; 4 – стержень; 5 – упор; 6 – винт

Для восстановления шпоночных пазов применяют различные способы. При значительном износе шпоночный паз ремонтируют посредством наплавки грани последующем фрезерованием. При обработке необходимо выдерживать размеры паза, регламентируемые стандартом. Для ремонта может быть использована вибродуговая наплавка, основное преимущество которой – низкая температура нагрева детали (не выше 90–100 °С). Такой нагрев не вызывает деформации и снижения твердости соседних закаленных участков ремонтируемой детали.

На рассматриваемый узел оборудования составляются маршрутные карты ремонта, пример которых представлен в приложении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Диагностика, монтаж и ремонт технологического оборудования пищевых производств: учебное пособие / А. Д. Яцков, А. А. Романов. – Тамбов: Изд-во Тамб. ун-та, 2006. – 120 с.
2. Ремонт и монтаж оборудования целлюлозно-бумажного производства / И. З. Малинский. – Лесная промышленность, 1975. – 344 с.
3. Справочник слесаря-монтажника технологического оборудования / П. П. Алексеенко [и др.]; под общ. ред. П. П. Алексеенко. – М.: Машиностроение, 1990. – 704 с.
4. Технология монтажа, наладки и ремонта оборудования пищевых производств / Д. М. Гальперин. Г. В. Миловидов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 399 с.
5. Ремонт и монтаж оборудования предприятий пищевой промышленности / И. А. Лазарев. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 224 с.
6. Монтаж и наладка технологического оборудования предприятий пищевой промышленности: справочник / Д. М. Гальперин. – М., 1988. – 320 с.
7. Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий / М. О. Якобсон. – М., 1967. – 86 с.
8. Ремонт оборудования спиртовых заводов / Б. Д. Рабинович. – М., 1972. – 119 с.
9. Примеры расчета такелажной оснастки / В. В. Матвеев. – Л.: Стройиздат, 1979. – 230 с.
10. Организация ремонта технологического оборудования мясокомбинатов / К. А. Иванов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 223 с.
11. Краткий справочник монтажника и ремонтника / Н. В. Никитин, Ю. Ф. Гаршин. С. Х. Меллер. – М.: Энергоиздат. 1983. – 168 с.
12. Недельский, Г. В. Монтаж и ремонт торгово-технологического оборудования: учебник для мех. отд-ний техникумов обществ. питания / Г. В. Недельский. – 2-е изд., перераб. – М.: Экономика, 1968 – 431 с.
13. Проектирование систем электрического освещения: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-43 01 03 «Электроснабжение» (по отраслям) / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск: БНТУ, 2008. – 133 с.

14. Внутреннее электрическое освещение. Рабочие чертежи: ГОСТ 21.608–84.

15. Усатенко, С. Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД: справочник / С. Т. Усатенко, Т. К. Каченюк, М. В. Терехова. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 325 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Технические характеристики смазочных материалов

Масла индустриальные И-12А; И-20А; И-30А; И-40А; И-50А

Описание. Бесприсадочные индустриальные масла И-12А, И-20А, И-40А, И-50А предназначены для использования в машинах и механизмах промышленного оборудования, условия работы которых не предъявляют особых требований к антиокислительным и антикоррозионным свойствам масел.

Масла И-12А, И-20А, И-40А, И-50А используют также в легко- и средненагруженных зубчатых передачах, направляющих скольжения и качения станков и в других механизмах, где не требуются специальные масла. Масло И-12А применяют для смазывания веретенных подшипников, а также высокоскоростных легконагруженных втулок и шпинделей разнообразного станочного оборудования. Масло И-20А применяют в гидравлических системах промышленного оборудования, для строительных, дорожных и других машин, работающих на открытом воздухе. Масло И-12А и И-20А изготавливается на основе дистиллятных, а масла И-30А, И-40А, И-50А на основе дистиллятных и остаточных базовых масел.

Преимущества. Масла серии И имеют следующие преимущества:

- могут быть использованы в качестве базовых компонентов при изготовлении смазочных масел;
- возможно изготовление масел промежуточных классов вязкости (например И-30А) путем смешения более вязких масел с менее вязкими в соответствующей пропорции;
- практически во всех случаях данные масла можно заменить легированными маслами серии ИГП соответствующей вязкости.

Обозначения. Масла индустриальные И-12А, И-20А, И-30А, И-40А, И-50А соответствуют классам вязкости по ISO VG 15, 32, 46, 68 и 100, а также обозначаются по ГОСТ 17479.4-87 как ИЛГА-15, ИГА-32, ИГА-46, ИГА-68 и ИГТА-100 соответственно.

Типичные характеристики:

	И-12А	И-20А	И-40А	И-50А
Вязкость кинематическая при 40 °С, мм ² /с	17,74	31,32	65,43	105
Кислотное число, мг КОН/г	0,005	0,008	0,004	0,005
Плотность, г/см ³	0,862	0,865	0,881	0,901
Температура вспышки, °С	184	206	222	225
Температура застывания, °С	-15	-15	-15	-15
Зольность, %	0,002	0,003	0,003	0,005
Цвет по колориметру ЦНТ, ед.	1,5	0,5	1,5	2,5
Массовая доля серы, %	0,5	0,56	0,75	0,92

Масла индустриально-гидравлические ИГП

Описание. Масла серии ИГП – это нефтяные масла, полученные путем глубокой селективной очистки с добавкой антиокислительной, противоизносной, антикоррозионной и антипенной присадок.

Применяют масла в основном для смазывания современного отечественного и импортного оборудования в различных отраслях народного хозяйства, для эксплуатации которого необходимы масла с улучшенными эксплуатационными свойствами. Эти масла служат рабочими жидкостями в гидравлических системах станков, автоматических линий, прессов.

Преимущества. Масла серии ИГП имеют следующие преимущества:

- повышенная надежность работы оборудования и его производительность, увеличение срока службы масел в 2-Д раза по сравнению с маслами без присадок;
- универсальность применения в самых различных системах и узлах промоборудования благодаря присадкам с определенным комплексом свойств;
- применение специальной депрессорной присадки обеспечивает низкую температуру застывания и текучесть при низких температурах.

Обозначения. Обозначение по ГОСТ 17479.4-87: ИГС-32, ИГС-Д6 и ИГС-68 соответственно.

Типичные характеристики:

	ИГП-18	ИГП-30	ИГП-38	ИГП-49
Кинематическая вязкость при 40°C, мм ² /с	26,3	47,2	61,1	80,6
Индекс вязкости	94	95	93	96
Плотность при 20 °С, г/см ³	0,868	0,876	0,881	0,884
Температура застывания, °С	-15	-15	-15	-15
Температура вспышки (отк. т.), °С	216	226	224	224
Кислотное число, мг КОН/г	0,87	0,94	0,9	0,7
Зольность, %	0,14	0,15	0,14	0,15
Цвет, ед.	0,5	1,5	1,5	2,0

Серия гидравлических масел ТНК Гидравлик Стандарт

Описание. Масла серии ТНК Гидравлик Стандарт специально разработаны для применения в гидросистемах импортного и отечественного промышленного оборудования, требующих применения высококачественных легированных масел.

Это масла широкого применения, предназначенные в первую очередь для замены масел серии ИГЛ от которых они отличаются более функциональным и эффективным пакетом присадок и наличием дополнительной деэмульгирующей присадки. Импортный пакет присадок, использующийся в технологии изготовления масел серии ТНК Гидравлик Стандарт, обладает улучшенной растворимостью, что позволяет полностью утилизировать все его качества, и обеспечить значительно лучшую фильтруемость масла по сравнению с маслами серии ИГЛ. Масла ТНК Гидравлик Стандарт изготавливаются на базе гидроочищенных минеральных масел с присадками, улучшающими антиокислительные, антикоррозионные, противоизносные, депрессорные, деэмульгирующие, противопенные свойства. Эти масла предназначены для широкого применения в гидросистемах с рабочими давлениями до 50 Мпа, и фильтрующими элементами до 8-10 микрон, работающих при высоких механических и термических нагрузках.

Преимущества. Масла серии ТНК Гидравлик имеют следующие преимущества:

- за счет применения пакета импортных присадок, обладают улучшенной термической и гидrolитической стабильностью и фильтруемостью;

- снижают износ компонентов системы за счет высокоэффективных противоизносных присадок;

- предотвращают коррозию, снижают негативные эффекты, вызываемые присутствием воды в системе по сравнению с маслами серии ИГП;

- снижают риск кавитационного повреждения насосов за счет отличного воздухоотделения и антипенных свойств.

Обозначения. Обозначение по ISO 6743/4 – HM 32, HM 46, HM 68, а также по ГОСТ 17479.4 – И-Г-С-32, И-Г-С-46, И-Г-С-68. Соответствуют ISO VG 32, 46, 68.

Типичные характеристики:

ТНК Гидравлик Стандарт	32	46	68
Кинематическая вязкость при 40°C, мм ² /с	33,1	46,1	66,0
Индекс вязкости	99	99	99
Плотность при 40°C, г/см ³	0,873	0,877	0,883
Температура вспышки в открытом тигле, °C	216	222	224
Температура застывания, °C	-25	-25	-25
Цвет по колориметру ЦНТ, ед.	1,5	1,5	1,5
Зольность, %	0,15	0,15	0,13
Кислотное число, мг КОН/г	0,59	0,56	0,64
Массовая доля цинка, %	0,045	0,045	0,045

Масла для направляющих ТНК МНС

Описание. Масла серии ТНК МНС специально созданы для применения в направляющих скольжения. Масла производятся из высококачественных базовых компонентов с композицией зарубежных присадок, улучшающих противозадирные, противоскачковые, солубилизирующие и антипенные свойства. Масла предназначены для применения в направляющих скольжения и качения металлорежущих станков, в гидросистемах, в специальных станках различного типа, где требуется равномерность медленных перемещений, точность и чувствительность установочных перемещений

столов, суппортов, ползунов, бабок, стоек и других узлов, где необходимо снизить уровень коэффициентов трения. Масло ТНК МНС 68 применяется для горизонтальных направляющих, а ТНК МНС 220 используется для вертикальных направляющих. Также могут применяться в гидравлических системах промышленного оборудования.

Преимущества:

- отсутствие скачков при перемещении рабочих органов станков при высоких нагрузках и малых скоростях, обеспечивающее высокую точность и чистоту финишной обработки поверхности деталей;
- отличные адгезионные свойства по отношению к вертикальным направляющим скольжения;
- улучшенные антикоррозионные свойства и повышенная степень чистоты эффективно продлевающие срок службы механизмов;
- совместимы со всеми известными конструкционными материалами направляющих скольжения;
- исключительные деэмульгирующие свойства, позволяют быстро и полностью удалить воду из масляной системы.

Обозначения. Масла ТНК МНС соответствуют ISO 6743/13 HG 68, 220. Имеют обозначения по ГОСТ 17479.4 – И-ГН-Е-68,220. Масла с данным пакетом присадок соответствуют спецификациям Cincinatti Milacron, Shmidt в части требований к маслам для направляющих скольжения.

Типичные характеристики:

	ТНК МНС 68	ТНК МНС 220
Вязкость кинематическая при 40°C, мм ² /с, в пределах	61–75	198–242
Температура вспышки, °С, не ниже	195	210
Температура застывания, °С, не выше	–20	–15
Кислотное число, мг КОН/г	0,5	0,5
Зольность, %, не более	0,04	0,04
Трибологические характеристики на ЧШМ, не менее:		
индекс задира (Из), Н (кгс)	441(45)	441(45)
показатель износа (Ди), мм	0,45	0,45

Масло для холодильных компрессоров ХА-30

Описание. Масло для компрессоров холодильных машин ХА-30 применяется в поршневых холодильных компрессорах среднетемпературных и низкотемпературных коммерческих и промышленных систем, в основном использующих аммиак (R717) в качестве рабочей среды.

Также ограничено может применяться в системах перспективных компрессоров холодильных машин работающих на галоидуглеводородных хладагентах – пропане и изобутилене. Масло представляет собой смесь дистиллятного и остаточного нефтяных масел. При хранении и заправке следует принимать меры по предотвращению попадания влаги в масло, так как это может привести к образованию льда на расширительных клапанах, повреждению медных покрытий и другим проблемам. Хранить масло ХА-30 на открытом воздухе не разрешается. При производстве работ по заправке масла в систему необходимо помнить, что аммиак является веществом повышенной опасности и при неосторожном обращении может причинить вред организму человека.

Преимущества:

- высокая антиокислительная стабильность позволяет использовать масло в течение длительного периода;
- противостоит образованию шлама и отложений, которые могут приводить к проблемам, связанным с образованием отложений на клапанах, в системах рециркуляции и фильтрации;
- не воздействует на уплотняющие материалы;
- работает с хладагентом, не разрушающим озоновый слой.

Обозначения:

Класс вязкости примерно соответствует ISO VG 46.

Типичные характеристики:

Вязкость кинематическая при 50°C, мм ² /с	28–32
Зольность, %	0,004
Кислотное число, мкКОН/г	0,05
Температура вспышки в открытом тигле, °C	185

Температура застывания, °С	–38
Коррозия: на пластинках из меди	выдерж.

Масло для холодильных компрессоров ХФ22-24

Описание. Масло для компрессоров холодильных машин ХФ22-24 применяется в поршневых холодильных компрессорах средне-температурных и низкотемпературных коммерческих и промышленных систем, работающих в низкотемпературном режиме до минус 40 °С при одноступенчатом сжатии, и до минус 70 °С при двух-ступенчатом сжатии, использующих хладагент R22 в качестве рабочей среды.

Такие холодильные компрессора в встречаются в основном в:

- холодильных камерах супермаркетов и крупных продовольственных магазинов;
- предприятиях пищевой промышленности;
- холодильных установках на транспорте;
- установках крупных центральных кондиционеров (гостиницы и офисные центры);

Масло для компрессоров холодильных машин ХФ22-24 представляет собой высококачественное минеральное загущенное масло. При хранении и заправке следует принимать меры по предотвращению попадания влаги в масло, так как это может привести к образованию льда на расширительных клапанах, повреждению медных покрытий и другим проблемам. Хранить масло ХФ22-2Д на открытом воздухе не разрешается.

Преимущества:

- хорошая низкотемпературная текучесть;
- высокая антиокислительная стабильность позволяет поддерживать чистоту на внутренних поверхностях испарителя и хорошую теплоотдачу;
- противостоит образованию шлама и отложений, которые могут приводить к проблемам, связанным с образованием отложений на клапанах, в системах рециркуляции и фильтрации;
- не воздействует на уплотняющие материалы.

Обозначения. Класс вязкости примерно соответствует ISO VG 32.

Типичные характеристики:

Вязкость кинематическая при 50°C, мм ² /с	24,5–28,4
Зольность, %	–
Кислотное число, мк КОН/г	0,04
Температура вспышки в открытом тигле, °С	130
Температура застывания, °С	–55
Коррозия: на пластинках из меди	выдерж.

Смазка приборная ЦИАТИМ-201

Описание. Смазка ЦИАТИМ-201 предназначена для смазывания малонагруженных узлов трения качения и скольжения работающих с малым усилием сдвига.

Изготавливаются с использованием низкозастывающего нефтяного масла, загущенного стеаратом лития, и добавлением антиокислительной присадки. Работоспособна в интервале температур от минус 60 °С до плюс 90 °С. Смазка применяется в радиотехническом оборудовании, электромеханических и других приборах и точных механизмах. Также может применяться при смазывании различных наземных механизмов, в т.ч. узлов автомобильной техники, работающей на Крайнем Севере при низких температурах. Гарантийный срок хранения смазки – 5 лет.

Преимущества. Смазка ЦИАТИМ-201 имеет следующие преимущества:

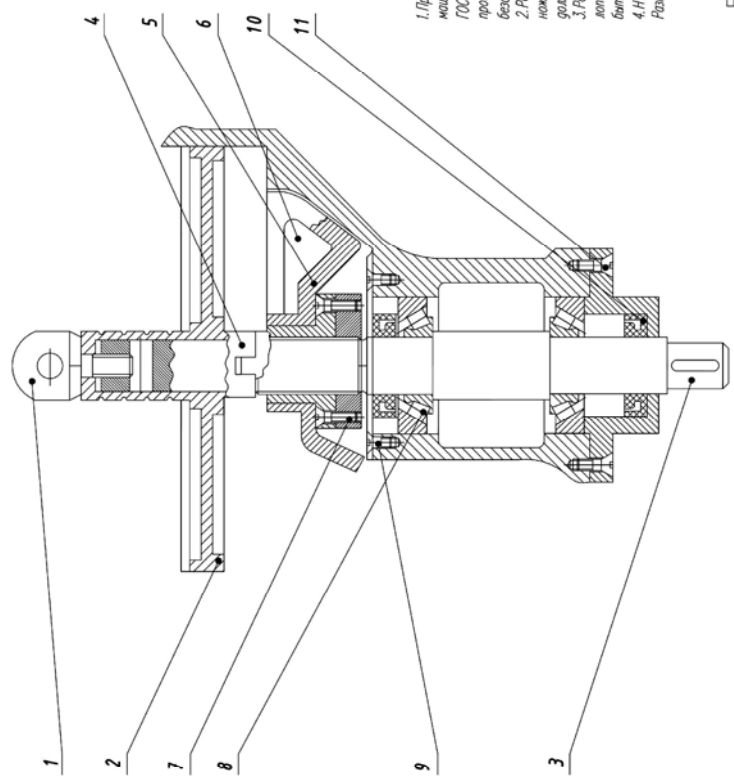
- стойка к воздействию низких температур (морозостойка) и тугоплавка;
- защищают металлические поверхности от коррозии, благодаря улучшенной адгезии и высокой стойкости к вымыванию водой.

Обозначения. Класс пенетрации 2 по NLGI.

Типичные характеристики:

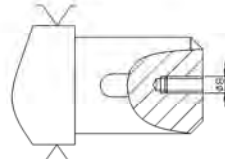
Внешний вид	Мягкая мазь от светло-желтого до светло-коричневого цвета
Температура каплепадения, °С, не ниже	175
Вязкость при -50 °С, Па·с, не более	1100
Предел прочности при 50°С, Па	250–500
Коллоидная стабильностью, не более	26
Массовая доля щелочи, %, не более	0,1

ЭКОМ 27.01.01.01.00001.00001



1. При изготовлении, установке и поставке машины должны выполняться требования ГОСТ 12.2.003-74 "Оборудование производственное: общие требования безопасности".
 2. Рабочий зазор между верней режущей кромкой ножевого диска и нижней плоскостью сита должен быть в пределах от 0,5 до 2 мм.
 3. Рабочий зазор между общей плоскостью лопастей ротора и плоскостью сита должен быть в пределах от 0,5 до 1,5 мм.
 4. H14, H14, H14/2.
- Размеры даны в мм.


№ документа	Изм.	№ документа	Изм.
ЭКОМ 27.01.01.01.00001.00001		12	4-1
Дата разработки		Дата выпуска	
2001.01.01		2001.01.01	
Исполнитель		Проверенный	
И.И.И.		И.И.И.	

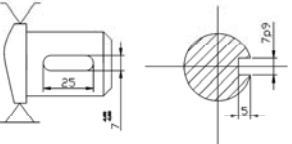
ИД № документа	Порт и дата	Взам инв №	Инд № суб	Порт и дата																		
БНТУ Операционная карта механической обработки																						
Дефект: повреждение центрального отверстия																						
																						
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Наименование операции</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Правка центров</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Заготовка</th> </tr> <tr> <td>Наименование и марка материала</td> <td>Масса детали</td> </tr> <tr> <td>Сталь 45 ГОСТ 105-88 2.5</td> <td>260...285 НВ</td> </tr> <tr> <td>Код орг-обр-дет</td> <td>Оборудование (наим. модель)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Технико-конструкторский 18820 Ломет 3-х кулачковый</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Приспособление</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Охлаждение</td> </tr> </table>					Наименование операции		Правка центров		Заготовка		Наименование и марка материала	Масса детали	Сталь 45 ГОСТ 105-88 2.5	260...285 НВ	Код орг-обр-дет	Оборудование (наим. модель)		Технико-конструкторский 18820 Ломет 3-х кулачковый	Приспособление			Охлаждение
Наименование операции																						
Правка центров																						
Заготовка																						
Наименование и марка материала	Масса детали																					
Сталь 45 ГОСТ 105-88 2.5	260...285 НВ																					
Код орг-обр-дет	Оборудование (наим. модель)																					
	Технико-конструкторский 18820 Ломет 3-х кулачковый																					
Приспособление																						
	Охлаждение																					
Инструмент																						
№	Содержание перехода	Инструмент		Расч. разм		Режим обработки																
		Вспомогательная	режущий	измерительный	диам	длина	t	i	S	n	v	T _о	T _с									
1	Установить эскиз концы база в ленту и верхней торцевой опорной шейкой в ленту и закрепить																					
2	Выборить вал с точностью до 0,02 мм по шейке	Стопки с ластовкой		Индикатор часового типа и с 0,01 мм ГОСТ 477-68																		
3	Обработать центральное отверстие Ø 7,2 мм для последующего нарезания резьбы		Сверло с кон. збаст 2301-0098 ГОСТ 10901																			
4	Нарезать внутреннюю резьбу М8 шаг 1		Метчик М8 первой ГОСТ 3266-81	Индикатор часового типа и с 0,01 мм ГОСТ 477-68																		
5	Отить вал и уложить на стеллаж																					

ИД № документа	Порт и дата	Взам инв №	Инд № суб	Порт и дата																				
БНТУ Операционная карта механической обработки																								
Дефект: изнаш опорной шейки, допустимый для ремонтных размеров не менее Ø39,6																								
																								
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Наименование операции</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Шлифовка шейки</td> </tr> <tr> <th colspan="2">Заготовка</th> </tr> <tr> <td>Наименование и марка материала</td> <td>Масса детали</td> </tr> <tr> <td>Сталь 45 ГОСТ 105-88</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Код орг-обр-дет</td> <td>Оборудование (наим. модель)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Круглошлифовальная станок 3Б531, установка для шлифовки по слесн фланс А-500М</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Приспособление</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Охлаждение</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3-кв реборд колесчат сор</td> </tr> </table>					Наименование операции		Шлифовка шейки		Заготовка		Наименование и марка материала	Масса детали	Сталь 45 ГОСТ 105-88	25	Код орг-обр-дет	Оборудование (наим. модель)		Круглошлифовальная станок 3Б531, установка для шлифовки по слесн фланс А-500М	Приспособление			Охлаждение		3-кв реборд колесчат сор
Наименование операции																								
Шлифовка шейки																								
Заготовка																								
Наименование и марка материала	Масса детали																							
Сталь 45 ГОСТ 105-88	25																							
Код орг-обр-дет	Оборудование (наим. модель)																							
	Круглошлифовальная станок 3Б531, установка для шлифовки по слесн фланс А-500М																							
Приспособление																								
	Охлаждение																							
	3-кв реборд колесчат сор																							
Инструмент																								
№	Содержание перехода	Инструмент		Расч. разм		Режим обработки																		
		Вспомогательная	режущий	измерительный	диам	длина	t	i	S	n	v	T _о	T _с											
1	Установить вал в центри и закрепить																							
2	Выборить вал на длине с точностью до 0,02 мм по шейке по радиусам			Индикатор часового типа и с 0,01 мм ГОСТ 477-68																				
3	Известить шероховатости по шлифовке. Нарезать опорную шейку база по спец длине Ø40		Шерош наждачки ГОСТ 5009-68																					
4	Шлифовать шейку база на один из диаметров ремонтных размеров Р ₁₂ -0,8, точность не более 0,02 мм		Круг шлифовальный 305-СМК																					
5	Шлифовать шейку база до характерного блеска		Паста ГОИ-40																					
6	Отить вал																							
7	Контроль: проверить качество обработки			Этапом шероховатостной ГОСТ 6507-60																				

И/б №	Дата	Логн и дата	Взам инб №	И/б №	Фабл.	Логн и дата							
БНТУ		Операционная карта механической обработки											
Дефект: износ опорных шеек, допустимый для ремонтных размеров не менее $\phi 47,6$				Наименование операции									
				Шлифовка шеек									
				Зарезка									
Наименование и марка материала				Масса детали	Профиль	Масса							
Сталь 45 ГОСТ 105-88				2,5	260_285В								
Код орг. обл. дет.				Оборудование (наим. модель)									
				Круглошлифовальный станок 3Б1531, установка для наладки по слесен флеса А-260М									
Приспособление				Охлаждение									
Центра упорные мушкетерского станка с пароставкой				3-4Е разборный									
				машинный сорг									
№	Содержание перехода	Инструмент		Расч. разн.		Режим обработки							
		Вспомогательный	режущий	измерительный	диам.	длино	t	i	S	n	v	T _о	T _в
А	Контроль баз в центре и закрепление												
1	Выборить баз на бланке с точностью до 0,02 мм по шееке												
2	Зачистить поверхность под наладку. Наладить опорную шейку вала по бланку флеса 443		Шлифовальный диск ГОСТ 5009-68										
3	Шлифовать шейку вала на один из ближайших ремонтных размеров. Вкл. в. точность не более 0,02 мм		Круг шлифовальный 325-СМК										
4	Полировать шейку вала до характерного блеска		Паста ГОИ-40										
5	Снять баз												
6	Контроль: проверить качество обработки												
				Этапом шлифовальности ГОСТ 6507-60									

И/б №	Дата	Логн и дата	Взам инб №	И/б №	Фабл.	Логн и дата						
БНТУ		Операционная карта механической обработки										
Дефект: износ опорной шейки, допустимый для ремонтных размеров не менее $\phi 40$				Наименование операции								
				Шлифовка шейки								
Наименование и марка материала				Масса детали	Профиль	Масса						
Сталь 45 ГОСТ 105-88				2,5	260_285В							
Код орг. обл. дет.				Оборудование (наим. модель)								
				Круглошлифовальный станок 3Б1531, установка для наладки по слесен флеса А-260М								
Приспособление				Охлаждение								
Центра упорные мушкетерского станка с пароставкой				3-4Е разборный								
				машинный сорг								
№	Содержание перехода	Инструмент		Расч. разн.		Режим обработки						
		Вспомогательный	режущий	измерительный	диам.	длино	t	i	S	n	v	T _о
А	Контроль баз в центре и закрепление											
1	Выборить баз на бланке с точностью до 0,02 мм по шейке по парашинке											
2	Зачистить поверхность под наладку. Наладить опорную шейку вала по бланку флеса 443		Шлифовальный диск ГОСТ 5009-68									
3	Шлифовать шейку вала на один из ближайших ремонтных размеров. Вкл. в. точность не более 0,02 мм		Круг шлифовальный 325-СМК									
4	Полировать шейку вала до характерного блеска		Паста ГОИ-40									
5	Снять баз											
6	Контроль: проверить качество обработки											
				Этапом шлифовальности ГОСТ 6507-60								

Лист № _____		Порт и дата		Взам инв № _____		Лист № _____		Порт и дата						
БНТУ		Операционная карта механической обработки												
Дефект: износ шейки, допустимый для ремонтных размеров не менее $\phi 40$						Наименование операции								
						Шлифовка шейки								
						Заготовка								
Наименование и марка материала		Масса детали	Профиль	Верстак	Масса									
Сталь 45 ГОСТ 105-88		2,5	260...285H											
Код орг. обл. дет.		Оборудование (наим. модель)												
		Крутильно-шлифовальный станок 3Б1537												
Приспособление						Охлаждение								
Центра упорные конусы стоек с пароводкой														
№	Содержание перехода	Инструмент			Расч. разм.		Режим обработки							
		Вспомогательная	режущий	измерительная	диам.	длина	t	i	S	n	v	T _о	T _в	
1	Установить баз в центра и закрепить													
1	Зернить баз на бачке с точностью до $0,02$ мм по шейке			Индикатор массового типа с d 0,01 мм ГОСТ 577-68										
2	Зачистить поверхность под наладку. Наложить опорную шейку белого цвета $\phi 40$			Шлифовальный диск ГОСТ 5029-68										
3	Шлифовать шейку белого цвета с обеих сторон из ближайших ремонтных размеров $\phi 40$, с точностью не более $0,02$ мм			Круг шлифовальный 305-СМК										
4	Полировать шейку белого цвета до характерного блеска			Паста ГОИ-40										
5	Снять баз													
6	Контроль: проверить качество обработки			Измеритель шероховатости ГОСТ 6507-60										

Лист № _____		Порт и дата		Взам инв № _____		Лист № _____		Порт и дата					
БНТУ		Операционная карта механической обработки											
Дефект: износ шпоночного паза по ширине 7 мм.						Наименование операции							
						Фрезерная							
						Заготовка							
Наименование и марка материала		Масса детали	Профиль	Верстак	Масса								
Сталь 45 ГОСТ 105-88		2,5	260...285H										
Код орг. обл. дет.		Оборудование (наим. модель)											
		Горизонтально-фрезерный станок БНУ, установка для наладки под слоем флюса А-580М											
Приспособление						Охлаждение							
Приспособление ПБ-1020													
№	Содержание перехода	Инструмент			Расч. разм.		Режим обработки						
		Вспомогательная	режущий	измерительная	диам.	длина	t	i	S	n	v	T _о	T _в
1	установить баз в приспособление. Выставить и закрепить												
1	Зачистить поверхность под наладку. Наложить шпонку по баз с обеих сторон длиной 25 мм												
2	Фрезеровать шпоночный паз шириной 7 мм и глубиной 5 мм			Фреза шпоночная $\phi 57$ по ГОСТ 6648-59									
3	Снять баз и уложить на стеллаж	Стеллаж СН-200											
4	Контроль: проверить качество обработки			Штангенциркуль 0,1-125 ГОСТ 166-63									

