

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовому и дипломному проектированию
для студентов механических специальностей

БОЛТЫ ФУНДАМЕНТНЫЕ

Краматорск 2005

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия

Составители:
Л.П. Субботина
Л.Н. Новицкая

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовому и дипломному проектированию
для студентов механических специальностей

БОЛТЫ ФУНДАМЕНТНЫЕ

В печать экз.
Первый проректор
А.Н. Фесенко

Утверждено
на заседании методического
совета ДГМА
Протокол № от

Краматорск 2005

УДК 621.882.64

Методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов механических специальностей. Болты фундаментные/Сост.Л.П.

Субботина, Л.Н. Новицкая. – Краматорск: ДГМА, 2005. – с.

Приведены различные конструкции фундаментных болтов и варианты крепления их к фундаменту.

Составители:

Субботина Людмила Петровна, ассист.

Новицкая Лариса Николаевна, ст. препод.

Ответственный

за выпуск

Чумаченко А.В., ст. препод.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Краткие сведения о фундаменте	4
2	Методика расчета фундаментных болтов	6
3	Болты фундаментные	8
4	Крепление привода к полу цеха	15
	Перечень ссылок	17

1 КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ФУНДАМЕНТЕ

Фундамент служит для того, чтобы обеспечить устойчивое положение закрепленного на нем привода. Он должен быть достаточно массивным, чтобы поглощать всевозможные динамические воздействия и изолировать от их вредного влияния соседние механизмы и машины. Конструкция и размеры фундамента зависят от места монтажа установки (в помещении, непосредственно на грунте и т.д.), ее размеров и условий эксплуатации.

В качестве материалов для сооружения фундаментов применяют бетон (смесь цемента, щебня, гравия и воды). Непосредственный монтаж на фундамент с точностью, требуемой условиями эксплуатации, без всяких регулировочных приспособлений часто практически невозможен. В этом случае в целях упрощения выверки и увеличения опорной поверхности фундамента и установки последнюю несколько приподнимают над фундаментом, выверяют за счет металлических прокладок или клиньев и в этом положении заливают цементным раствором.

Для подливки используют бетон с мелким песком. Толщина прокладки назначается в зависимости от габаритных размеров монтируемых на фундаменте установок. При курсовом проектировании рассматриваются обычно небольшие установки, для которых толщину подливки можно принимать 30...50 мм.

Проектируемые установки крепят к фундаменту фундаментными болтами. Обычно в целях повышения точности расположения болтов в фундаменте предусматривают колодцы. Их изготавливают с помощью коробок, образованных из четырех досок и закрепленных в котловане тем или иным способом перед бетонированием фундамента. После затвердения бетона доски удаляют из колодца.

При установке изделия его несколько приподнимают над фундаментом с помощью прокладок. Фундаментные болты, пропущенные через отверстия в раме или плите, опускают в колодцы. В этом положении с помощью прокладок выверяют точность установки изделия. Затем зазоры между опорной поверхно-

стью изделия и фундаментом, а также колодцы заполняют жидким раствором (подливкой). Затвердевшая подливка образует прочное соединение с фундаментом. Размеры поперечного сечения и глубина колодцев должны допускать свободное размещение болтов и возможность регулировки их положения при выверке положения рамы. Расстояние от стенки колодца до стенки фундамента, а также толщина перемычки между колодцами должны быть не менее 75...100 мм.

2 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ФУНДАМЕНТНЫХ БОЛТОВ

Предварительно диаметры болтов крепления рамы или плиты рассчитывают по формуле

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{5T_{\text{тих}}}{12}},$$

где $T_{\text{тих}}$ – момент на тихоходном валу, Н·м.

Количество болтов $Z \geq 4$.

Расстояние между болтами 300...500 мм.

Таблица 1 – Диаметр и число фундаментных болтов.

Длина рамы L, мм	До 700	Св.700 до 1000	Св.1000 до 1500
Диаметр болтов, мм	16	От 18 до 20	От 22 до 24
Минимальное число болтов	4	6	8

Фундаментные болты рассчитывают на растяжение с учетом предварительной затяжки, характеризуемой коэффициентом 1,35, по формуле

$$1,35F \leq \frac{d_1^2}{4} R_B,$$

где d_1 – внутренний диаметр болта, определяемый по формуле

$$d_1 \geq 1,31 \sqrt{\frac{F}{R_B}},$$

где F – полная сила, растягивающая болт, Н;

σ_B — допускаемое напряжение на растяжение материала болта, МПа.

Глубину закладки болта в бетон принимают равной 15-20 диаметрам болта, что обуславливает равнопрочность его при работе на разрыв и на выдергивание из бетона.

3 БОЛТЫ ФУНДАМЕНТНЫЕ

Существует много различных конструкций фундаментных болтов. Рассмотрим некоторые из них.

Таблица 2. – Конструкции болтов фундаментных по ГОСТ 24379.1-80

Тип 1		Тип 2		
Болты фундаментные		Болты фундаментные с анкерной плитой		
Исполнения		Исполнения		
1	2	1	2	3

Примечания:

1 ГОСТ 24379.1-80 предусматривает фундаментные болты шести типов.

2 Размеры шпилек приведены в табл.3, анкерных плит – в табл. 4.

Пример условного обозначения болта фундаментного типа 1 исполнения 2 с диаметром резьбы $d = 20$ мм, длиной $L=500$ мм со шпилькой из ст.4 – болт 1.2. M20x500 Ст.4 ГОСТ 24379.1– 80.

Резьба – по ГОСТ 24705-81, поле допуска 8g – по ГОСТ 16091– 81.

Общие технические условия – по ГОСТ 24379.1– 80.

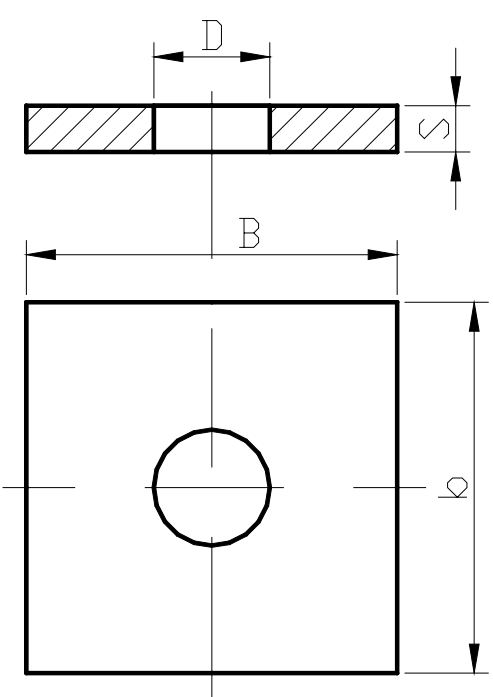
Таблица 3 – Размеры шпилек фундаментных болтов, мм

Номи- наль- ный диаметр резьбы d, мм	Шаг резьбы		d ₁	d ₂	l ₀	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₅	l ₆	L			
	крупный	мелкий													
12	1,75	—	12		80	40	100	50	25	—	—	300—1000			
16	2		16		90	50	130	60	30			300—1120			
20	2,5		20		100	60	160	80	40			400—1400			
24	3		24		110	75	200	100	50			500—1700			
30	3,5		30		120	90	250	120	60			600—2000			
36	4		36		130	110	300	140	70			710—2300			
42	4,5		42		140	120	350	170	85			800—2500			
48	5		48		150	150	400	200	100			900—2800			
56	5,5		60		56	160	—	—	—			—	400	180	800—2800
64	6		70		64	170							500	190	1000—2800
72	—	6	75	72	180	500				200	1000—2800				
80			85	80	190	600				220	1200—4000				
90			95	90	210	800				230	1400—4000				
100			105	100	230	1000				250	1600—4000				
110			120	110	240					260	1600—4500				
125			130	125	250					270	1800—5000				
140			145	140	270					280	1800—5000				

Таблица 4 – Конструкция и размеры анкерных плит для фундаментных болтов

Плита анкерная, поз.5 в табл.2

Размеры, мм

	Номинальный диаметр резьбы шпильки d	D	B	S
	16	22	65	14
	20	26	80	16
	24	32	100	18
	30	38	120	20
	36	45	150	20
	42	50	170	25
	48	60	190	28
	56	66	220	32
	64	74	260	36
	72	82	300	40
	80	90	320	45
	90	100	360	50

Плита анкерная, поз. 6 в табл.2

Technical drawing of a flange with six radial slots. The side view shows a trapezoidal shape with dimensions D (base width), D_1 (top width), D_2 (width of the central hole), and H (height). The bottom view shows a circular plate with six radial slots, each at a 60° angle from the center, and a central hole of diameter D_2 . The outer diameter is D . The thickness of the plate is 25 mm.

Размеры, мм

Номинальный диаметр резьбы шпильки d	D	D ₁	D ₂	H
100	135	625	220	130
110	145	650	230	135
125	165	675	240	135
140	185	700	290	145

Таблица 5 – Болты фундаментные (ГОСТ 24379.1-80)

Размеры, мм

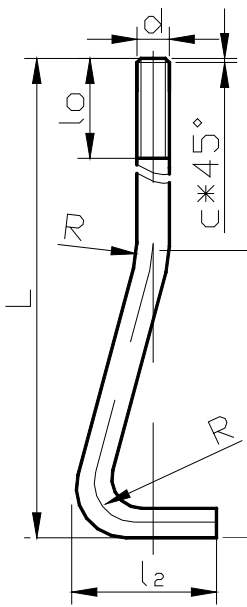
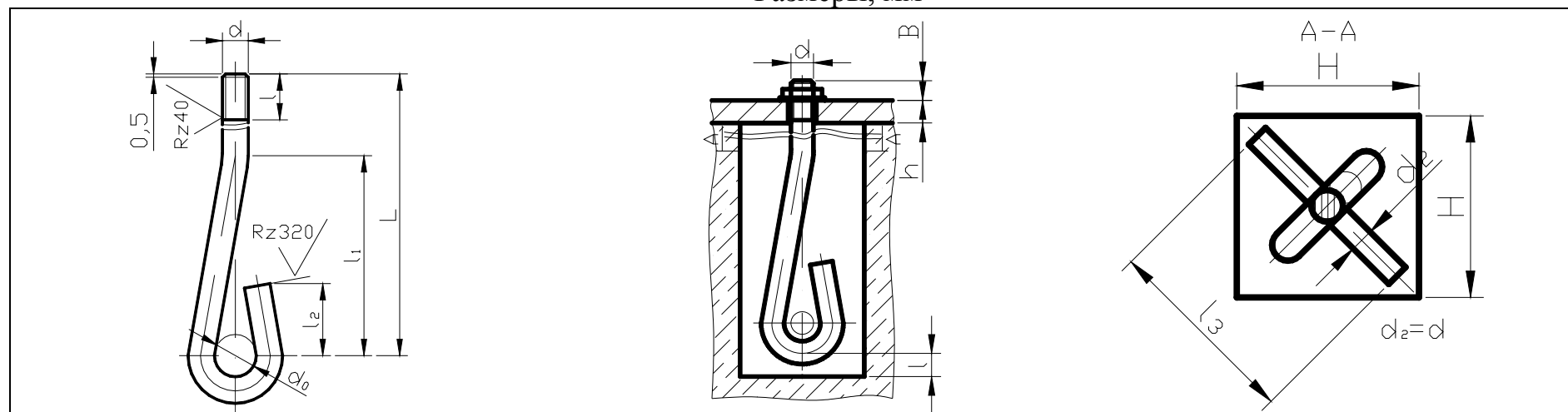
<p>Тип 1, исполнение 2</p> 	Номи- нальный диа- метр резьбы d	L	l ₀	l ₁	l ₂	R	c
	12	300 400 500	80	100	50	12	1,6
	16	300 400 500	90	130	60	16	2
	20	400 500 600	100	160	80	20	2,5
	24	500 600 710	110	200	100	24	
	30	600 710 800 900	120	250	120	30	
	36	710 800 900 1000	130	300	140	36	3
<p>Стандарт распространяется на фундаментные болты диаметром резьбы 12....140 мм и предусматривает изготовление болтов шести типов.</p> <p>Пример условного обозначения болта типа 1 исполнения 2 с диаметром резьбы d=200 мм, длиной L=500 мм, из стали ВСт3пс2 –</p> <p>Болт 1.2 М20х500 ВСт3пс2 ГОСТ 24379.1-80</p> <p>Резьба – по ГОСТ 24705-81, поле допуска 8g – по ГОСТ 16093 - 81. Общие технические условия – по ГОСТ 24379.0 - 80.</p>							

Таблица 6 – Болты фундаментные с закладным стержнем и колодцем
Размеры, мм



d	M12	M16	M20	M24	M27	M30	M36	M42	M48
d ₀	25	30	35	45	50	55	60	70	80
l	25	30	35	45	50	55	60	65	70
l ₁	100	120	140	180	200	220	250	280	320
l ₂	40	50	60	70	80	90	100	120	150
R	16	18	20	22	24	26	28	30	32
c	1,6	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3	4
L ₁	165	200	230	290	330	370	410	450	500
l ₃	90	100	110	120	130	140	150	160	170
l ₄	20	20	20	20	30	30	30	30	30
H	16	20	25	30	34	36	42	48	50
N	80	90	100	110	120	130	140	150	160
B	100-150	100-150	100-150	100-200	100-250	150-300	250-350	300-450	350-500
P _{max}	1700	2600	4100	6000	7800	9600	14040	20350	28500
L	200-300	250-600	300-800	350-1000	500-1000	600-1200	800-1400	1000-1500	1200-1500

Примечания:

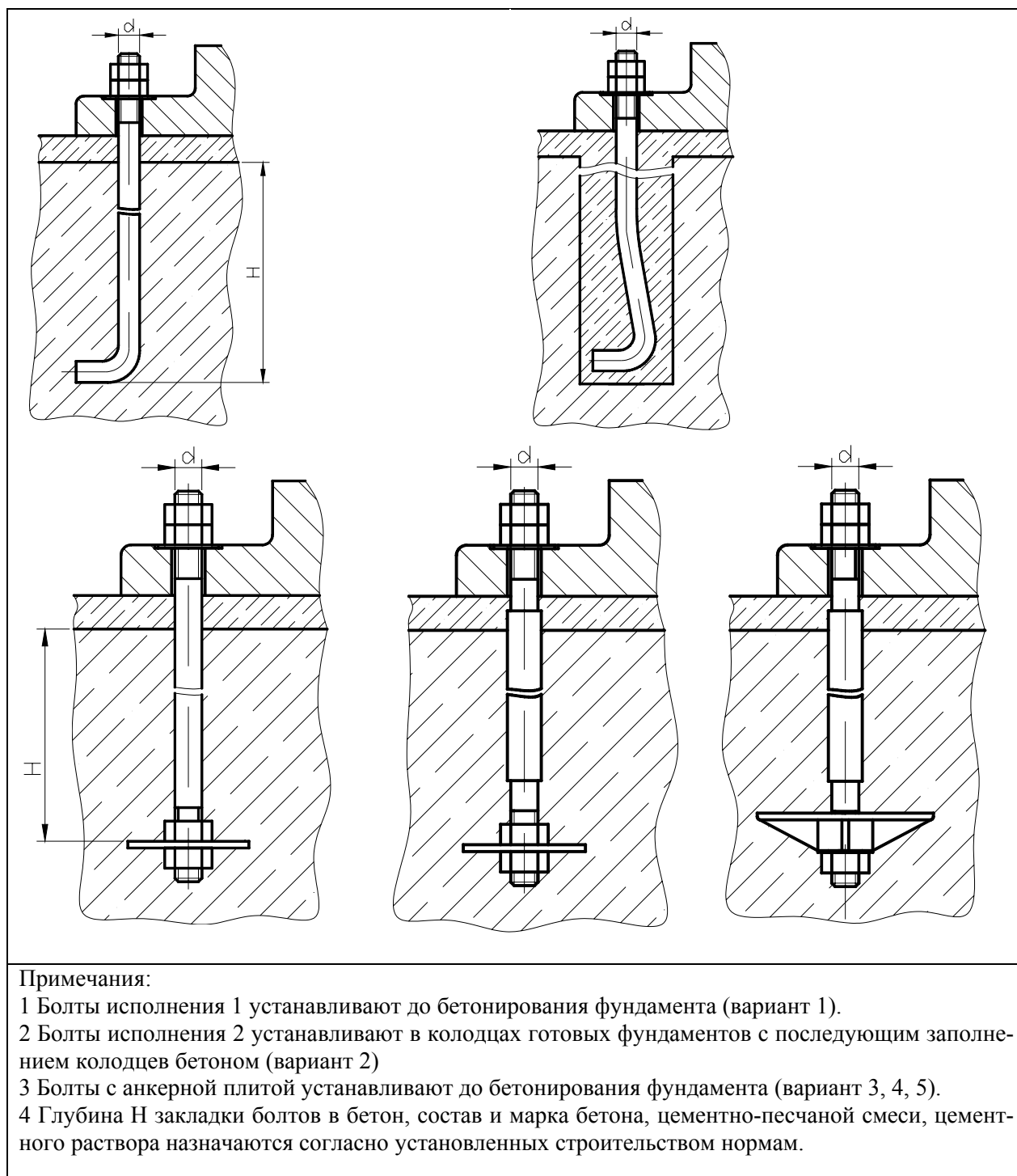
1 Приведены следующие обозначения:

L₁ – длина развертки крючка болта;

P_{max} – допускаемая нагрузка на болт, кгс.

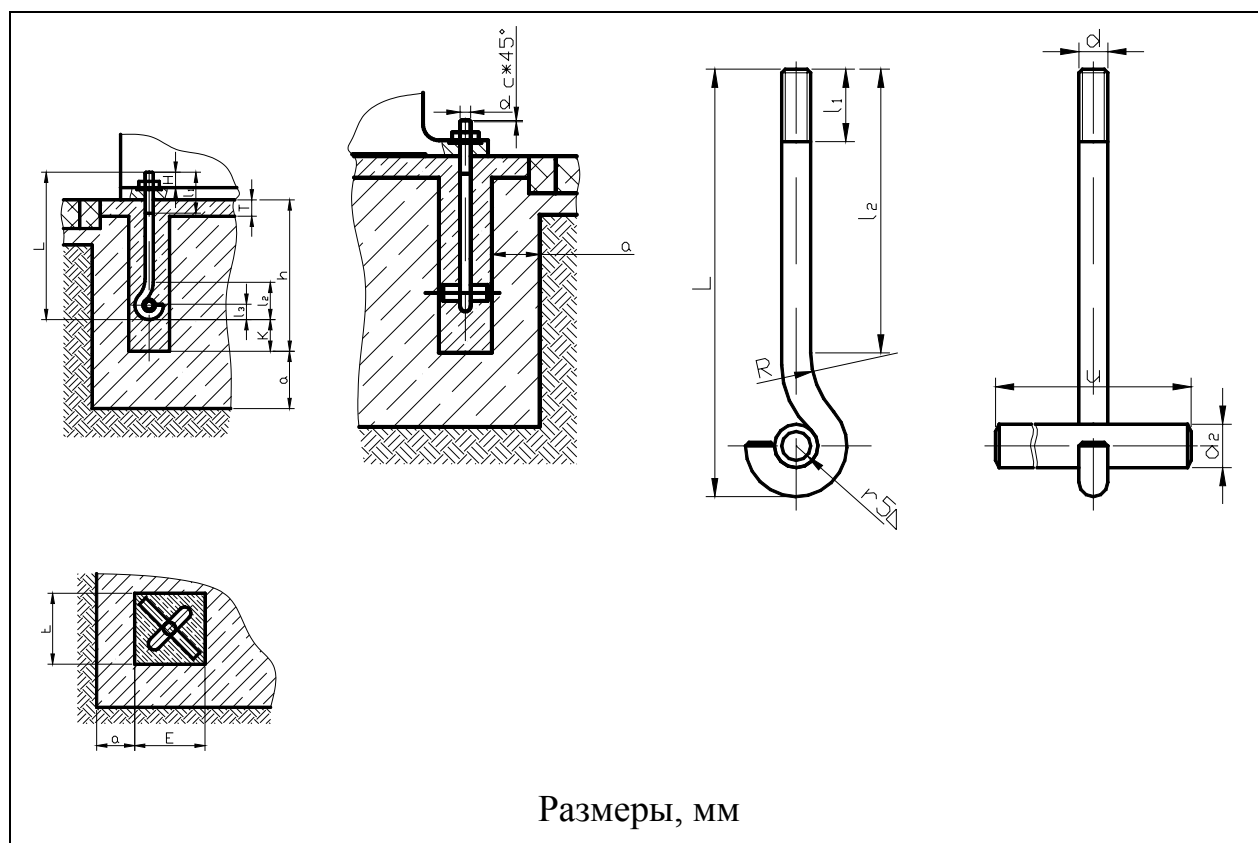
2 Размер L в указанных пределах брать из ряда: 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 1000, 1200, 1400, 1500.

Таблица 7 – Варианты установки фундаментных болтов по ГОСТ 24379.1-80



Кроме рассмотренных типов болтов и их установки применяют фундаментные болты, представленные в таблице 8.

Таблица 8 – Фундаментные болты и их установка



d	d ₁	C	H	d ₂	U	E	h	K	T	a	Болт типа А				Болт типа Б			
											L	l ₁	l ₂	l ₃	L	l ₁	l ₂	R

M12	14	1,8	16	12	90	80	255	50	20	60	250	50	60	15	—	—	—	—
M16	18	2,0	20	16	100	90	300	55	25	65	300	60	80	20	300	50	235	30
M20	22	2,5	25	20	110	100	400	60	25	65	400	70	100	25	400	60	322	30
M24	26	3,0	30	24	130	120	440	70	30	70	450	80	120	30	450	70	362	30
M27	29	3,5	34	27	140	130	485	75	30	70	500	85	135	35	—	—	—	—
M30	32	4,0	36	30	150	140	535	80	35	75	550	90	150	35	550	80	442	30
M36	38	4,5	42	36	160	150	770	85	40	80	800	100	180	40	—	—	—	—

Примечание: Таблица 8 составлена по материалам НИИХИММАШа

4 КРЕПЛЕНИЕ ПРИВОДА К ПОЛУ ЦЕХА

Современное машиностроение характеризует сравнительно частая замена и модернизация оборудования, что требует иногда перепланировки цеха. Появилась потребность в быстро переналаживаемом способе установки оборудования. Обычное оборудование (металлорежущие станки, приводы конвейеров и другое оборудование) теперь устанавливают на переносных вибраторах или непосредственно на бетонном (железобетонном) полу цеха. Рассмотрим второй способ установки, применяемый в курсовом проектировании.

Для покрытий полов применяют высокопрочные марки бетона.

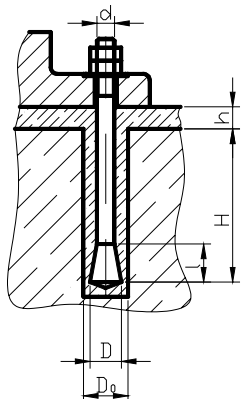
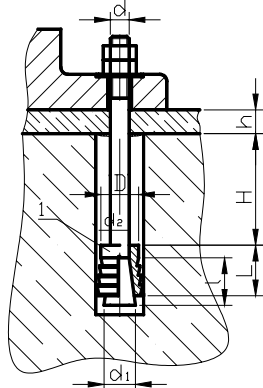
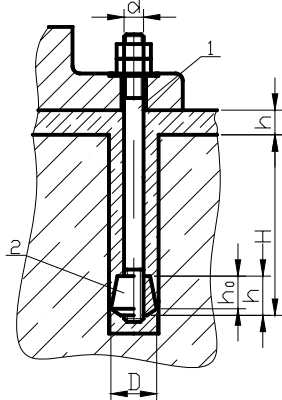
В ряде случаев до затвердения пола выверяют его поверхности на горизонтальность и плоскостность и тщательно отделывают (заглаживание и так называемое железнение). Иногда пол шлифуют или облицовывают керамической плиткой. Такие полы называют «чистыми». При установке на них оборудования выверку на горизонтальность в отдельных случаях не производят.

Вместо фундаментных болтов с глубоким заложением используют специальные фундаментные болты.

Фундаментные болты устанавливают в скважины, просверленные в полу цеха твердосплавным или алмазным инструментом, свободно перерезывающим и арматуру.

Рассмотрим наиболее распространенные способы крепления фундаментными болтами к полу цеха (табл.9).

Таблица 9 – Специальные болты и их установка

<div>Болт фундаментный с коническим концом</div> 	<div>Размеры болта, мм</div> <table><tr><th>d</th><th>D</th><th>l</th><th>H</th><th>D0</th></tr><tr><td>M16</td><td>26</td><td>28</td><td>150...200</td><td>30...40</td></tr><tr><td>M20</td><td>32</td><td>34</td><td>200...250</td><td>40...50</td></tr><tr><td>M24</td><td>39</td><td>41</td><td>250...300</td><td>50...60</td></tr></table> <div>Болт закрепляют в скважине цементным раствором при вибропогружении в него шпильки болта или путем утрамбовывания сырого цементного порошка</div>	d	D	l	H	D0	M16	26	28	150...200	30...40	M20	32	34	200...250	40...50	M24	39	41	250...300	50...60								
d	D	l	H	D0																									
M16	26	28	150...200	30...40																									
M20	32	34	200...250	40...50																									
M24	39	41	250...300	50...60																									
<div>Болт фундаментный с коническим кольцом и разжимной цангой 1</div> 	<div>Размеры болта, мм</div> <table><tr><th>d</th><th>D</th><th>d1</th><th>d2</th><th>L</th><th>l</th><th>H</th></tr><tr><td>M16</td><td>24</td><td>22</td><td>17</td><td>45</td><td>36</td><td>150</td></tr><tr><td>M20</td><td>30</td><td>28</td><td>21</td><td>60</td><td>48</td><td>200</td></tr><tr><td>M24</td><td>34</td><td>34</td><td>25</td><td>75</td><td>60</td><td>250</td></tr></table> <div>Разжимная цанга 1 – втулка четырьмя пазами шириной 1мм Начальную анкеровку осуществляют осадкой цанги на конический конец ударами молотка через оправку. Полная анкеровка происходит при затяжке болта</div>	d	D	d1	d2	L	l	H	M16	24	22	17	45	36	150	M20	30	28	21	60	48	200	M24	34	34	25	75	60	250
d	D	d1	d2	L	l	H																							
M16	24	22	17	45	36	150																							
M20	30	28	21	60	48	200																							
M24	34	34	25	75	60	250																							
<div>Болт фундаментный, состоящий из шпильки 1 и конической гайки 2</div> 	<div>Размеры болта, мм</div> <table><tr><th>d</th><th>D</th><th>h</th><th>h0</th><th>H</th></tr><tr><td>M16</td><td>29</td><td>32</td><td>28</td><td>150...200</td></tr><tr><td>M20</td><td>35</td><td>40</td><td>34</td><td>200...250</td></tr><tr><td>M24</td><td>42</td><td>48</td><td>41</td><td>250...300</td></tr></table> <div>Болт закрепляют в скважине цементным раствором при вибропогружении в него шпильки болта или путем утрамбовывания сырого цементного порошка</div>	d	D	h	h0	H	M16	29	32	28	150...200	M20	35	40	34	200...250	M24	42	48	41	250...300								
d	D	h	h0	H																									
M16	29	32	28	150...200																									
M20	35	40	34	200...250																									
M24	42	48	41	250...300																									

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

- 1 Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для техн. спец. Вузов/П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – М.: Высш.шк., 2001. – 447 с.
- 2 Дунаев П.Ф. , Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Высш.шк., 1978. – 352 с.
- 3 Расчет и проектирование деталей машин: Учеб. Пособие для вузов/ К.П. Жуков, А.К. Кузнецова, С.И. Масленникова и др.; Под ред. Г.Б. Столбина и К.П. Жукова. – М.: Высш. шк., 1978. – 247 с.
- 4 Павлище В.Т. Різьби, різьбові з'єднання та кріпильні деталі: Довідник/В.Т. Павлище, Я.Я. Данило. – Львів: Національний ун-т „Львівська політехніка”: Інтелект – Захід, 2001. – 239 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовому и дипломному проектированию
для студентов механических специальностей

Болты фундаментные

Составители

Людмила Петровна Субботина,
Лариса Николаевна Новицкая.

Редактор

Нелли Александровна Хахина

Подп. в печать

Формат 60 x 84 / 16

Ризогр. печать. Усл. печ. л

Уч.-изд. л.

Тираж экз.