

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Набережночелнинский институт (филиал)

РАЗРАБОТКА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ
ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Учебно-методическое пособие
для студентов технических направлений бакалавриата

Набережные Челны
2019

УДК 620.178.153

Разработка технологического процесса контроля твердости металлических изделий: Учебно-методическое пособие для студентов технических направлений бакалавриата / Составители: *Мухаметзянова Г.Ф., Астащенко В.И., Мухаметзянов И.Р., Пермяков Д.Н.* – Набережные Челны: НЧИ К(П)ФУ, 2019. – 78с.

В пособии приведены основные понятия о технологическом процессе, его структуре, средствах технологического оснащения производства. Рассматриваются, применяющиеся в современном производстве способы определения твердости металлов и сплавов. Приводятся рекомендации по выбору метода определения твердости для изделий, изготовленных из черных и цветных металлов. Сформулированы цель работы, задание и контрольные вопросы. Для самоконтроля знаний приводятся задания для самостоятельной работы студентов.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, изучающих дисциплины «Материаловедение», «Оборудование, механизация и автоматизация в технологии материалов», а также другие дисциплины, в рамках которых рассматривается и используется контроль твердости металлов и сплавов. Работа предназначена для студентов технических направлений бакалавриата очной, заочной и дистанционной форм обучения.

Рецензент: д.т.н., профессор. *М.С. Колесников.*

Печатается по решению учебно-методической комиссии Автомобильного отделения НЧИ К(П)ФУ.

© НЧИ ФГАОУ ВО К(П)ФУ
2019 г.

ВВЕДЕНИЕ

Металлы и их сплавы являются одним из самых распространенных материалов для изготовления изделий различных видов. Это объясняется тем, что металлические материалы и их сплавы обладают большим разнообразием свойств. Различают физические, химические, технологические, механические и эксплуатационные свойства материалов.

При конструировании изделий в первую очередь руководствуются механическими свойствами. Механические свойства материалов характеризуют их способность сопротивляться деформации и разрушению под воздействием различного рода нагрузок: статических, динамических и циклических. Кроме того, материалы могут подвергаться деформации и разрушению как при разных температурах, так и различных, в том числе агрессивных, средах. Поэтому в процессе изготовления металлических конструкций различного назначения и их эксплуатации важное значение имеет достоверная оценка механических свойств металла.

В настоящее время методы контроля и диагностики механических свойств материалов, основанные на измерении твердости, являются наиболее простыми и доступными. Главным достоинством метода определения твердости является возможность оперативной оценки механических характеристик металла готовых изделий, конструкций, деталей, не выводя их из строя и не вырезая из них образцов. В связи с этим данный метод применяется практически во

всех отраслях промышленности для контроля качества изделий в процессе производства и эксплуатации. При этом представляется очевидным, что эта операция должна сопровождать всю цепочку ее применения, включая входной контроль, контроль стабильности технологических процессов при изготовлении оборудования, оценку качества готовой продукции, диагностирование оборудования в процессе его эксплуатации для определения его остаточного ресурса, при ремонте оборудования и др.

Лабораторная работа №1

ВЫБОР МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЁРДОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Цель работы: приобрести практические навыки по выбору метода определения твердости для типовых изделий (круг, пластина, лист, кольцо и т.п.), изготовленных из черных и цветных металлов.

Одним из методов испытания механических свойств металлов и сплавов является метод определения их твердости. Под твердостью понимается свойство поверхностного слоя материала оказывать сопротивление упругой и пластической деформации при местных контактных воздействиях со стороны другого более твердого тела определенной формы и размера. Испытание на твердость, благодаря своей быстроте, простоте, а также возможности производить замеры на готовых изделиях без их разрушения и повреждения получило очень широкое распространение как в лабораторных, так и в заводских условиях. Известные методы определения твердости значительно отличаются друг от друга по форме применяемого индентора, условиям приложения нагрузки и способу расчета чисел твердости. Твердость можно измерять следующими способами:

- вдавливанием наконечника,
- царапанием поверхности,
- отскокиванием наконечника-шарика (упругая отдача).

Твердость, определенная царапанием, характеризует сопротивление разрушению (для большинства материалов путем среза).

Твёрдость, определенная по отскоку, характеризует упругие свойства металла.

Твердость, определенная вдавливанием в испытываемый материал индентора наконечника, изготовленного из более твёрдого материала (закаленная сталь, алмаз, твердый сплав) показывает сопротивление пластической деформации.

Наиболее распространенным является метод вдавливания, при котором твердость определяют по следующему принципу:

- по величине поверхности отпечатка от вдавливания стального шарика при испытании на прессе типа Бринелля;
- по глубине отпечатка при вдавливании алмазного (твердосплавного) конуса или стального шарика на приборе типа Роквелла;
- по величине поверхности отпечатка от вдавливания алмазной пирамиды при испытании на приборах типа Виккерса.

Во всех методах испытания на твердость очень важно правильно подготовить поверхностный слой образца. Он должен по возможности полно характеризовать тот материал, твёрдость которого необходимо определить. Все поверхностные дефекты (окалина, выбоины, грубые риски, вмятины и т.д.) должны быть удалены. Чем меньше глубина вдавливания индентора, тем выше необходимая чистота поверхности.

Нагрузка должна прилагаться по оси вдавливаемого индентора перпендикулярно к испытываемой поверхности, поэтому её плоскость должна быть строго параллельна опорной поверхности. Неплоские образцы крепят на специальных опорных столиках, входящих в комплект твердомеров.

Определение твердости по Бринеллю

Твердость по методу Бринелля (ГОСТ 9012 – 59) измеряют вдавливанием в испытываемый образец стального шарика определенного диаметра D (2,5; 5; 10мм) под действием заданной нагрузки F в течение определенного времени (Рис. 1). В результате вдавливания шарика на поверхности образца получается отпечаток (лунка).

Число твердости по Бринеллю, обозначаемое HB (H – начальная буква слова *Hardness* – твердость; B – начальная буква названия метода определения твердости *Brinell*), представляет собой отношение нагрузки F к площади поверхности сферического отпечатка S и измеряется в кгс/мм² или МПа:

$$HB = \frac{F}{S}.$$

Для перевода твердости по Бринеллю в единицы СИ необходимо умножить число твердости в кгс/мм² на 9,81, т.е. $HB=9,81*HB$ (МПа).

Твердость, выраженная через диаметр шарика D и диаметр отпечатка d , характеризуется формулой:

$$HB = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

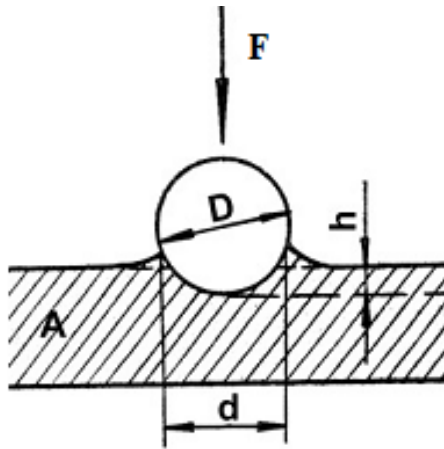


Рис. 1 – Схема испытания на твердость по методу Бринелля (ГОСТ 9012 – 59).

Значения твердости по Бринеллю обычно дают без указания размерности.

Диаметр отпечатка измеряют специальной лупой, на окуляре которой нанесена шкала с делениями, соответствующими десятым долям миллиметра.

Чем меньше диаметр отпечатка, тем выше твердость испытываемого металла. Чтобы не прибегать к длительным и сложным вычислениям твердости по формуле, пользуются специальной таблицей перевода диаметра отпечатка в числа твердости HB.

На приборе Бринелля испытывать можно только те материалы, твердость которых не превышает 450 HB, так как при большей твердости стальной шарик при вдавливании

будет деформироваться, и исказить результат. Чтобы при вдавливании шарика не происходило продавливания материала, толщина образца должна быть не менее десятикратной глубины отпечатка. Поэтому способ Бринелля не позволяет измерять твердость тонкого поверхностного слоя менее – 1 мм.

Диаметр шарика, нагрузка и длительность выдержки под нагрузкой устанавливаются в зависимости от испытываемого материала, его твердости, и толщины (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимости диаметра шарика, нагрузки и длительности выдержки под нагрузкой от испытываемого материала, его твердости, и толщины

Материал образца	Твердость НВ	Величина нагрузки	D, мм	Нагрузка F, кгс	Выдержка под нагрузкой, сек
Стали, чугуны	140 - 250	$P=30D^2$	10	3000	10
			5	750	10
			2,5	187,5	10
Цветные сплавы: медь, латунь, бронза	35 - 150	$P=10D^2$	10	1000	30
			5	250	30
			2,5	62,5	30
Цветные сплавы: алюминий, подшипниковые сплавы	8 - 35	$P=2,5D^2$	10	250	60
			5	62,5	60
			2,5	15,6	60

Согласно ГОСТ 9012 – 59 твёрдость, обозначенная НВ 400, НВ 255 и т.д. показывает число твердости при испытании шариком диаметром 10 мм под нагрузкой 3000 кгс с выдержкой 10 сек. В случае отклонения от указанных параметров испытания перед цифровым выражением твёрдости необходимо указывать их значения, HV_D^F , например: HV_5^{250} 200. Число твердости по Бринеллю – 200 при испытании шариком диаметром 5 мм под нагрузкой: 250 кгс.

Между числом твердости НВ и пределом прочности для различных материалов установлена следующая примерная зависимость: для стали – $\sigma_B \approx 0,34...0,35$ НВ; для медных отожжённых сплавов $\sigma_B \approx 0,55$ НВ; для алюминиевых сплавов $\sigma_B \approx 0,35...0,36$ НВ.

Определение твердости по Роквеллу

При определении твердости по методу Роквелла (рис. 2) в качестве индентора, вдавливаемого в испытываемый материал, применяют алмазный (твёрдосплавный) конус с углом при вершине 120° С или стальной закаленный шарик диаметром 1,588мм.

В отличие от измерений по методу Бринелля твердость определяют по глубине отпечатка, а не по его площади. Глубина отпечатка измеряется в самом процессе вдавливания, что значительно упрощает испытания. Нагрузка прилагается последовательно в две стадии (ГОСТ 9013 – 59): сначала предварительная F_0 , обычно равная 10 кгс (для устранения влияния упругой деформации и различной степени

шероховатости), а затем основная F_1 , что в сумме составит полную F .

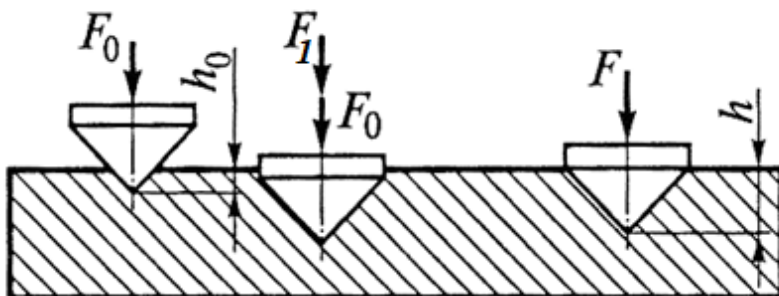


Рис. 2 – Схема определения твёрдости вдавливанием алмазного конуса на приборе Роквелла.

Прибор измеряет разность между глубиной отпечатков, полученных под действием полной нагрузки и предварительной, т.е. глубину отпечатка от основной нагрузки. Чем твёрже измеряемый материал и, следовательно, меньше глубина вдавливания, тем больше число твердости по Роквеллу.

Единица твердости по Роквеллу – безразмерная величина, соответствующая осевому перемещению индентора в металл на 0,002 мм. Она не имеет той размерности и того физического смысла, который имеет единица твёрдости по Бринеллю, но может быть пересчитана на числа твердости по Бринеллю с помощью специальных диаграммы и таблицы.

На приборе Роквелла можно измерять твердость:

1) Закаленных и низкоотпущенных сталей и др. сплавов (с твердостью более НВ 450) алмазным (твердосплавным)

конусом с общей нагрузкой 150 кгс. Значения твердости характеризуются цифрами на черной шкале С циферблата и обозначаются HRC, например, HRC 65.

2) Мягких отожженных сталей, чугунов, цветных сплавов стальным шариком с нагрузкой 100 кгс в деталях или образцах толщиной 0,8 - 2 мм, когда измерения по Бринеллю шариком большего диаметра могут вызвать смятие образца. Значения твердости характеризуются цифрами на красной шкале В и обозначаются HRB.

3) Очень твердых металлов и сплавов, а также тонких (0,3 - 0,5 мм), упрочнённых поверхностных слоёв и пластинок алмазным конусом с нагрузкой 60 кгс, когда вдавливание алмазного (твердосплавного) конуса с большой нагрузкой может вызвать выкрашивание алмаза. Значения твердости здесь характеризуются цифрами, указываемыми большой стрелкой на черной шкале А, и обозначается HRA.

Условия и пределы измерения твердости по Роквеллу установленные ГОСТ приведены в таблице 2.

Твердость по методу Роквелла рекомендуется измерять не менее трех раз на одном образце. В расчет принимается среднее значение результатов замеров. Расстояние между отпечатками, а также между отпечатком и краем должно быть соответственно не менее 1,5 и 4 мм при измерении конусом и шариком.

Преимущество метода Роквелла по сравнению с методами Бринелля и Виккерса заключается в том, что значение твердости по методу Роквелла фиксируется непосредственно стрелкой индикатора, при этом отпадает необходимость в оптическом измерении размеров отпечатка.

Таблица 2 – Условия и пределы измерения твёрдости по методу Роквелла

Шкала	Тип индентора	Нагрузка, F, кгс	Обозначение чисел твердости	Пределы измерения твердости
А	Алмазный (твердоспл.) конус	60	HRA	70-95
В	Стальной шарик диам. 1,58 мм	100	HRB	25-100
С	Алмазный (твердоспл.) конус	150	HRC	20-67

Определение твердости по по Виккерсу

При стандартном измерении твердости по Виккерсу (рис. 3) (ГОСТ 2999 – 75) в поверхность образца вдавливаются индентор в форме четырехгранной алмазной пирамиды с углом при вершине 136° . Твердость характеризуется площадью полученного отпечатка. Индентор вдавливается при нагрузках 1, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 100 или 120 кгс. Чем больше нагрузка, тем глубже он проникает в испытываемый материал. Поэтому для определения твердости тонких слоёв применяют меньшие нагрузки.

После снятия нагрузки, действующей определенное время (10-15 сек для черных и 30 сек для цветных металлов и сплавов), при помощи микроскопа, установленного на

твердомере, измеряют диагонали d_1 и d_2 отпечатка, оставшегося на поверхности образца, с точностью до 0,001 мм, затем определяют среднее арифметическое d .

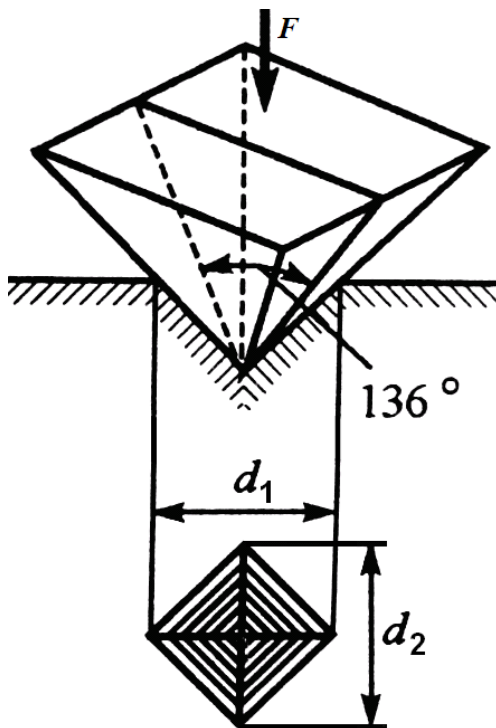


Рис. 3 – Схема испытания на твердость по методу Виккерса (ГОСТ 2999 – 75).

Твёрдость по Виккерсу HV, также, как и по Бринеллю, определяют, как усилие F , приходящееся на площадь боковой поверхности полученного пирамидального отпечатка S и измеряется в кгс/мм² или МПа:

$$HV = \frac{F}{S}$$

Зная нагрузку F , по значению d можно определить твердость по специальным таблицам, составленным с использованием формулы. Обозначение, например, HV 500 – число твердости 500, полученное при нагрузке 30 кгс и выдержке 10-15 сек. В случаях отклонений от указанных параметров испытания вводятся дополнительные обозначения: HV 30/20 - 420 – число твердости 420, полученное при нагрузке 30 кгс и выдержке 20 сек; HV 10/40 - 220 - число твердости 220, полученное при нагрузке 10 кгс и времени выдержки 40 сек. Числа твердости по Виккерсу и по Бринеллю имеют одинаковую размерность и для материалов твердостью до HV 450 практически совпадают. Алмазная пирамида повышает точность измерения даже при проникновении её на небольшую глубину и делает этот способ особенно пригодным для определения твердости тонких или твердых сплавов.

Порядок выполнения работы

Каждый студент выполняет индивидуальное задание, номер задания соответствует порядковому номеру студента в списке группы, согласно которому определяются данные для задания, размеры изделия, его формы, материал и свойства в соответствии с таблицами (табл. 3 – 5).

Содержание заданий

- 1) Назначить метод определения твёрдости, указать технологические параметры (индентор, нагрузку) для изделия определённой формы и размеров, изготовленного из цветного или чёрного сплава (табл. 3).
- 2) Рассчитать твердость материалов, если известен предел прочности материала, σ_B , МПа (табл. 4).

3) Перевести число твердости с Бринелля на Виккерс и Роквелл, используя таблицу перевода значений твердости (табл. 5).

Таблица 3 – Вид изделия и его размеры, марка материала

№ варианта	Вид изделия и его размеры	Марка материала
1	К 15 x 120	40Х
2	К 30 x 40	ВЧ 50
3	К 70 x 400	СЧ 28
4	П 70 x 30 x 10	КЧ 30-6
5	Л 0,5	ЛС 59 - 1
6	В 50 x 150 x 10	М 1
7	К 100 x 120	АЛ 4
8	В 45 x 40 x 7	сталь 80
9	Ц 120 x 60 x 3	12Х18Н10Т
10	П 40 x 40 x 3	Бр. Б 2
11	Ц 100 x 80 x 2	Бр. АЖ 9 - 4
12	К 25 x 70	ЛК 60 - 2
13	Л 30	СЧ 15
14	К 10 x 10	ВЧ 60
15	Ц 70 x 30 x 7	КЧ 45-7
16	Ф 0,1	А 99
17	П 100 x 60 x 3	38ХМЮА
18	К 35 x 70	У 10
19	В 90 x 70 x 15	15 ГЮТ
20	Ц 40 x 10 x 5	Р18
21	П 80 x 20 x 5	ШХ 4
22	Ф 0,4	40Х13
23	К 60 x 60	18ХГТ
24	К 120 x 300	Л80
25	В 60 x 40 x 20	АЛ 21
26	П 80 x 30 x 20	50ХФ
27	Ц 60 x 30 x 6	У13А

28	Л 1,8	Бр. ОЦ 9 - 1
29	К 20 x 100	Р6М5К5
30	К 10 x 30	сталь 45

*Условные обозначения:

К – круг (Диаметр × Длина),

П – пластина, полоса (Длина × Ширина × Толщина),

Л – лист (Толщина) Ц – кольцо (Диаметр внутренний × Диаметр наружный × Толщина),

Ф – фольга (Толщина),

В – квадрат, прямоугольник (Длина × Ширина × Толщина).

Таблица 4 – Прочность материалов, σ_B , МПа

№ варианта	Прочность материала, σ_B , МПа
1	240
2	20
3	220
4	160
5	180
6	70
7	42
8	96
9	700
10	200
11	86
12	94
13	60
14	128
15	260
16	194

17	34
18	395
19	750
20	410
21	440
22	980
23	100
24	700
25	58
26	92
27	650
28	100
29	64
30	380

Таблица 5 – Таблица перевода значений твердости

Роквелл		Бринелль					Виккерс, HV	Шор, HS _h	Роквелл, HRB	Бринелль					Виккерс, HV	Шор, HS _h	
HRC	HRA	Диаметр отпечатка, d ₁₀ (2 d ₅ , 4 d _{2,5}), мм	HV при нагрузке F, кгс			Роквелл, HRB				Диаметр отпечатка, d ₁₀ (2 d ₅ , 4 d _{2,5}), мм	HV при нагрузке F, кгс			Виккерс, HV			Шор, HS _h
			3000(30D ²)	1000(10D ²)	250(25D ²)						3000(30D ²)	1000(10D ²)	250(25D ²)				
66	84,5	-	-	-	-	854	-	100	3,91	240	80,0	20,0	246	35			
65	84,0	2,35	683	227	56,9	820	92	99	3,96	234	77,9	19,5	235	34			
64	83,5	-	-	-	-	789	-	98	4,01	228	75,9	19,0	226	33			
63	83,0	2,40	652	218	54,3	763	88	97	4,06	222	73,9	18,5	221	33			
62	82,5	-	-	-	-	739	-	95	4,11	216	72,0	18,0	217	32			
61	81,5	2,45	627	210	52,2	715	85	95	4,17	210	70,9	17,5	213	31			
60	81,0	-	-	-	-	695	-	94	4,21	205	68,5	17,1	209	30			
59	80,5	2,50	600	200	50,0	675	81	93	4,26	200	66,8	16,7	201	30			
58	80,0	2,55	578	193	48,8	655	78	92	4,32	195	64,9	16,2	197	29			
57	79,5	-	-	-	-	636	-	91	4,37	190	63,3	15,8	190	29			
56	79,0	2,60	555	185	46,2	617	75	90	4,42	185	61,8	15,5	186	28			
55	78,5	-	-	-	-	598	-	-	4,43	-	61,5	15,4	-	-			
54	78,0	2,62	532	178	44,0	580	72	89	4,48	180	60,1	15,0	183	28			

53	77,5	-	-	-	-	562	-	88	4,53	176	58,7	14,7	177	27
52	77,0	2,70	512	171	42,7	545	70	87	4,58	172	57,3	14,3	174	27
51	76,5	2,75	595	166	41,3	528	68	86	4,62	169	56,3	14,1	170	26
50	76,0	-	-	-	-	513	-	85	4,67	165	55,0	13,8	166	26
49	75,5	2,80	477	159	39,7	498	66	84	4,71	162	54,0	13,5	163	25
48	74,5	2,85	460	153	38,3	485	64	83	4,75	159	53,0	13,3	159	25
47	74,0	2,89	448	149	37,3	471	61	82	4,79	156	52,1	13,0	156	24
46	73,5	2,92	437	146	36,4	458	60	-	4,80	-	51,9	-	-	-
45	73,0	2,96	426	142	35,5	446	59	81	4,84	153	51,0	12,8	153	24
44	72,5	3,00	415	138	34,6	435	57	80	4,88	150	50,1	12,5	149	23
42	71,5	3,08	393	131	32,7	413	55	-	4,89	-	49,8	-	-	-
40	70,5	3,16	372	124	31,0	393	52	79	4,93	147	49,0	12,3	146	23
38	-	3,25	352	117	29,3	373	49	78	4,97	144	48,1	12,0	143	22
36	-	3,34	332	111	27,7	353	46	-	4,98	-	47,9	-	-	-
34	-	3,44	313	104	26,1	334	44	77	5,02	141	47,1	11,8	140	21
32	-	3,53	297	98,9	24,6	317	42	-	5,03	-	46,9	11,7	-	-
30	-	3,61	283	94,4	23,6	301	40	76	5,06	139	46,3	11,6	139	21
28	-	3,69	270	90,2	22,5	285	38	75	5,09	137	45,7	11,4	137	21
26	-	3,76	260	86,8	21,7	271	36	-	5,10	-	45,5	-	-	-
24	-	3,83	250	83,5	20,9	257	35	74	5,12	135	45,1	11,3	135	19
22	-	3,91	240	80,0	20,0	246	35	-	5,13	-	45,0	-	-	-
20	-	3,99	230	76,7	19,2	236	32	72	5,21	130	43,5	10,9	130	19

Содержание письменного отчёта

Отчет должен включать в себя следующее:

1. Название и цель работы.
2. Определение твердости и методы ее определения.
3. Сущность всех рассмотренных методов определения твердости.
4. Контрольные задания согласно своему варианту.

Контрольные вопросы

1. Понятие о твердости металлов и сплавов.
2. Какие существуют способы измерения твердости?
3. Чем объясняется широкое применение способа измерения твердости?

4. Как определить твердость по методу Бринелля?
5. Как определить твердость по методу Роквелла?
6. Как определяется индентор (наконечник) для испытания при использовании метода Роквелла?
7. Как определить твердость по методу Виккерса?
8. Обозначение и единицы измерения твердости.
9. Что является вдавливаемым элементом при измерении твердости по Роквеллу, Бринеллю, Виккерсу?
10. Чем объяснить отсутствие универсального метода определения твердости?

Лабораторная работа №2

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Цель работы: разработать технологический процесс определения твердости изделий, изготовленных из черных и цветных металлов и сплавов.

Для достижения указанной цели необходимо:

- провести выбор стандартного метода контроля твердости для изделия с учетом его конфигурации, геометрических размеров, марки материала и предполагаемой твердости;

- установить место для определения твердости;

- спроектировать, в случае необходимости, приспособление к твердомеру для контроля твердости конкретного изделия;

- провести обоснованный выбор технологических параметров контроля: индентора, нагрузки и продолжительности ее действия;

- указать вид и способ подготовки участка поверхности для замера твердости;

- составить технологический процесс с указанием всех необходимых технологических операций.

Перед выполнением данной работы студенты должны знать устройство твердомеров, принципы работы с ними, а также необходимо умение определять твердость металлов и сплавов на образцах металлов и сплавов.

1 ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Технологический процесс – это совокупность различных операций, в результате выполнения которых изменяются размеры, форма и свойства изделий, выполняется соединение изделий, а также осуществляется их контроль на соответствие чертежно-технической и конструкторской документации.

Технологический процесс – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. Под изменением состояния предмета труда понимается изменение его физических, химических, механических свойств, геометрии, внешнего вида. Кроме того, в технологический процесс включены дополнительные действия, непосредственно связанные или сопутствующие качественному изменению объекта производства; к ним относят контроль качества, транспортирование и др. Для осуществления технологического процесса необходима совокупность орудий производства, называемых средствами технологического оснащения, и рабочее место.

Рабочее место представляет собой элементарную единицу структуры предприятия, где размещены исполнители работы и обслуживаемое технологическое оборудование, подъемно-транспортные средства, технологическая оснастка и предметы труда.

Технологической операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Она является основным элементом планирования и учета. На выполнение операций устанавливают нормы времени, трудоемкость, себестоимость, количество рабочих и средств технологического оснащения.

Формируют операцию, главным образом, по организационному принципу, так как она является основным элементом производственного планирования и учета. На операцию обычно разрабатывается вся плановая, учетная и технологическая документация.

В свою очередь, технологическая операция также состоит из ряда элементов: технологических и вспомогательных переходов, установов, позиций, рабочих ходов.

Технологический переход – законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Вспомогательный переход – это законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предметов труда, но необходимы для выполнения технологического перехода (например, установка заготовки, смена инструмента и т.п.). Переход можно выполнять один или несколько рабочих ходов.

Рабочий ход – это законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемая изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки.

Позиция – это фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей, или деталью совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Установ – часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемой заготовки или сборочной единицы.

Технологическое оборудование – это средства для выполнения определенной части техпроцесса (литейные машины, прессы, термические печи, металлорежущие станки, гальванические ванны, твердомеры и т.д.)

Технологическая оснастка – это средства, дополняющие технологическое оборудование, без которых невозможно изготовление изделий (штампы, режущий инструмент, литейные формы, модели, пресс-формы и т.д.)

Нормативно-техническая документация – это комплекс основополагающих требований, изложенных в государственных отраслевых стандартах (ГОСТы, ОСТы), технических условиях (ТУ), инструкциях по безопасности проведения работ (ИБ) и т.д.

2 СРЕДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

К средствам технологического оснащения относятся:

- технологическое оборудование,
- технологическая оснастка,
- средства механизации и автоматизации производственных процессов.

Выбор технологического оборудования и оснастки основывается на анализе затрат, связанных с реализацией технологического процесса в установленный промежуток времени при заданном качестве изделия. Анализ затрат предусматривает сравнение вариантов при прочих равных условиях и выбор наилучшего варианта. Выбор технологического оборудования в соответствии с требованиями ЕСТПП (единая система технологической подготовки производства) начинается с анализа формирования типовых поверхностей деталей и сборочных единиц и методов их обработки с целью определения наиболее эффективных методов обработки и сборки, исходя из назначения и параметров изделия.

Выбор оборудования производят по главному параметру, т.е. в наибольшей степени соответствующему его функциональному назначению и техническими возможностями. Физическая величина, характеризующая главный параметр, устанавливает взаимосвязь оборудования с размером изготавливаемого на нем изделия. При выборе технологической оснастки используют нормативно-техническую

(стандарты) и техническую (альбомы типовых конструкций, каталоги, паспорта на технологическое оборудование, методические материалы) информацию. Если необходимая технологическая оснастка найдена, то оформляется заказ на ее приобретение. Если нет – то проектируется новая оснастка.

3 ТРЕБОВАНИЯ К ВЫБОРУ МЕТОДА КОНТРОЛЯ ТВЕРДОСТИ ИЗДЕЛИЙ

Технологический процесс определения твердости металлов и сплавов является одним из основных неразрушающих методов контроля качества изделий. В условиях производства выбор метода контроля твердости должен быть обоснован учетом следующих факторов:

- после измерения твердости изделия должны быть годными к дальнейшему применению по назначению;
- полученные значения твердости должны давать верные представления о качестве изделия;
- геометрические размеры, масса и конфигурация изделия не должны являться причиной отступления от требований нормативно-технической документации по контролю твердости.

3.1 Требования при измерении твердости по методу Бринелля

При измерении твердости по методу Бринелля обязательными являются нижеперечисленные условия.

а) Прибор для измерения твердости должен соответствовать ГОСТ 23677 – 79.

б) На приборах Бринелля определяют твердость черных и цветных металлов и сплавов в пределах до 450 единиц.

в) Диаметр используемого изделия (D), величина нагрузки (F) выбираются в зависимости от материала и геометрических размеров изделия. Рекомендуется эти параметры выбирать исходя из таблицы 6.

г) На изделиях с криволинейной поверхностью подготавливается площадка, ширина и длина которой должны быть не менее $2D$. Поверхность, подвергаемая испытанию, должна быть ровной, гладкой, очищена от загрязнений при шероховатости не более $2,5$ мкм по ГОСТ 2789 – 73. Площадка подготавливается таким образом, чтобы не изменились свойства металла в результате механической или другой обработки, например, от нагрева или наклепа.

д) Во время испытания изделия должны лежать на столике твердомера устойчиво, исключая возможность его смещения или прогиба.

е) Количество отпечатков при определении твердости должно быть не менее 3.

з) Для измерения диаметра полученного отпечатка d используют переносной бинокулярный микроскоп типа МПБ-2 по ТУ 3 – 3.2182 – 89 с точностью замера $0,05$ мм.

ж) Расстояние между центрами соседних отпечатков должно быть не менее $4d$, а расстояние от центра отпечатка до края измерительной площадки - не менее $2d$.

Таблица 6 – Зависимость диаметров шарика и нагрузки от материала и толщины испытуемого изделия

Материал	Твердость НВ	Толщина испытуемого изд., мм	Диаметр шарика D, мм	Нагрузка F, кгс	Выдержка под нагрузкой, с
Черные металлы и сплавы	140 - 450	6 - 3 (>6) 4 - 2	10 5	3000 750	10
	<140	>6 6-3 <3	10 5 2.5	1000 250 62,5	10
Цветные металлы и сплавы	>130	6-3 4 - 2 <2	10 5 2.5	3000 750 187.5	30
	35 - 130	9 - 3 6 - 3 <2	10 5 2,5	1000 250 62,5	30
	8 - 35	>6 6-3 <3	10 5 2,5	250 62,5 15,6	60

к) Минимальная толщина образца должна быть не менее 10-кратной глубины отпечатка и определяется по таблице 6.

л) Испытания проводятся при температуре 20°C.

Схема твердомера шарикового типа ТШ – 2М и столика для установки изделия для измерения твердости приведены на рис.4.

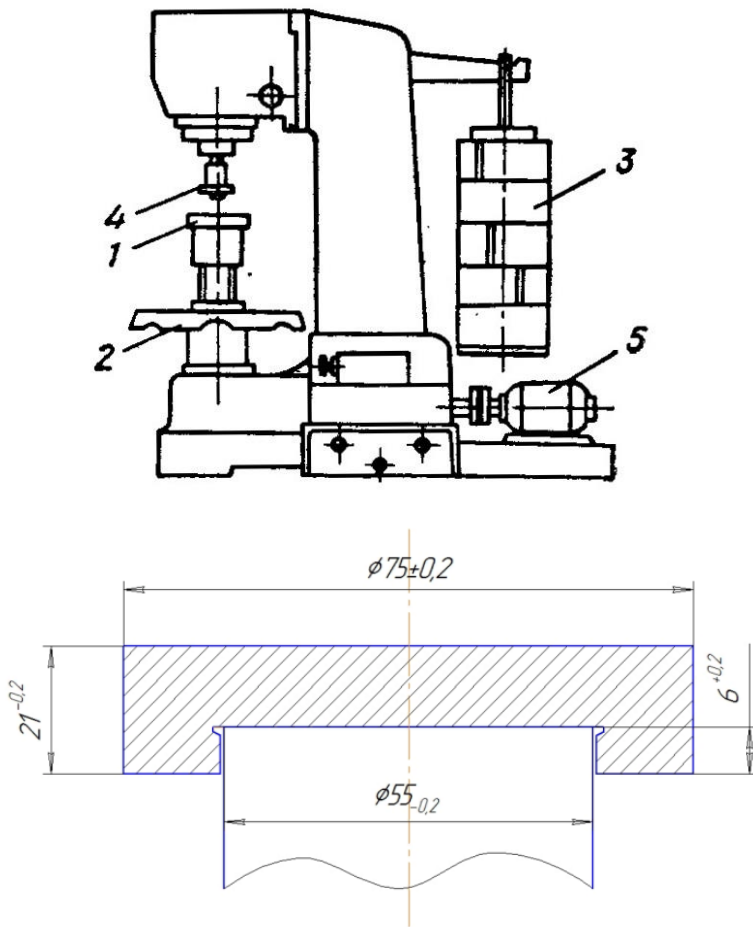


Рис. 4 – Схема прибора типа ТШ-2М и столика для установки изделия для измерения твердости вдавливанием шарика по методу Бринелля: 1 – столик для установки изделия, 2 – маховик, 3 – грузы, 4 – шарик, 5 – электродвигатель.

3.2 Требования при измерении твердости по методу Роквелла

При измерении твердости по методу Роквелла необходимо соблюдение следующих требований.

а) Прибор для измерения твердости должен соответствовать ГОСТ 23677 – 79.

б) На приборе определяют твердость черных и цветных металлов и сплавов с использованием стандартного индентора (алмазный конус или стальной закалённый шарик) и измерительной шкалы. Выбор измерительной шкалы рекомендуется проводить с учётом предполагаемой твёрдости изделия по табл.2.

в) Полностью сохраняются требования, предъявляемые в пунктах г, д, е, з, к, л при измерении твёрдости по методу Бринелля. Схема конусного твердомера типа ТК-2М и столика для установки изделия для измерения твёрдости представлены на рис.5.

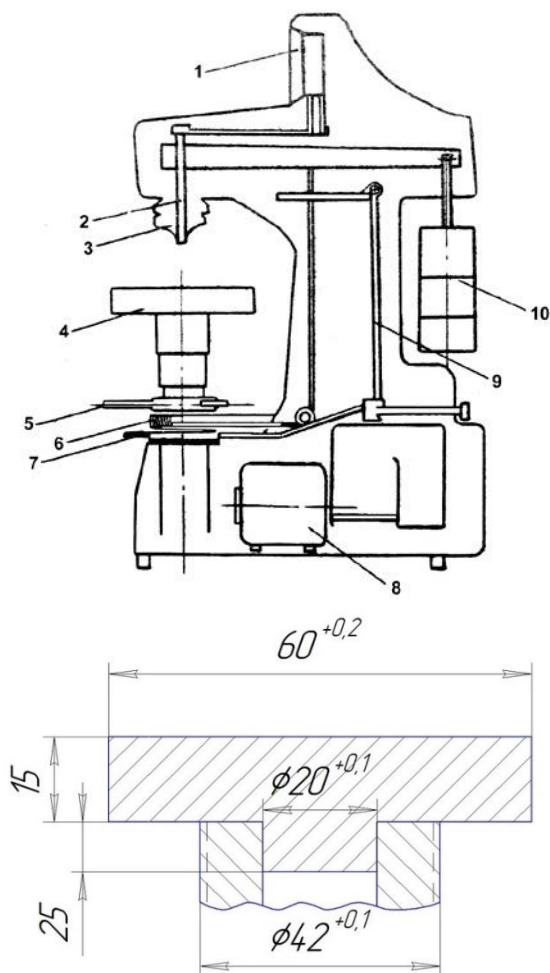


Рис. 5 – Схема прибора типа ТК-2М и столика для установки изделия для измерения твердости вдавливанием алмазного конуса или стального шарика по методу Роквелла: 1 – шкала индикатора; 2 – щиток с алмазным конусом, шариком; 3 – чехол для индикатора; 4 – столик для установки образца; 5 – маховик; 6 – кольцо для перемещения шкалы индикатора; 7 – пусковая педаль; 8 – электромотор; 9 – шток, управляющий работой механизма нагружения; 10 – груз.

3.3 Порядок выполнения работы

1. Каждый студент получает вариант индивидуального задания согласно Приложения 1.

2. Провести анализ чертежа детали и обоснованно выбрать стандартный метод контроля твердости изделия.

3. Составить технологический процесс контроля твердости предложенного изделия по форме:

а) изобразить эскиз детали с указанием места контроля твердости;

б) изобразить эскизы стандартного столика и приспособления (в случае необходимости) для установки изделия. Для разработки приспособления приведена информация в Приложениях 2, 3 о типовых приспособлениях и сварных соединениях соответственно;

в) составить маршрут контроля твердости детали и оформить в виде таблицы:

Технологический процесс контроля твердости
детали _____

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования	Наименование инструмента и приспособления	Твердость	Примечание

Содержание письменного отчёта

1. Описать цель работы, основные понятия: технологический процесс, переход, технологическое оборудование, технологическая оснастка, технологическая операция, средства технологического оснащения и т.д.

2. Привести основные требования при измерении твердости по методу Бринелля и Роквелла.

3. Изобразить эскиз детали с указанием места контроля твердости.

4. Изобразить эскизы стандартного столика и приспособления (в случае необходимости) для установки изделия.

5. Составить маршрут контроля твердости детали.

Контрольные вопросы

1. Что такое технологический процесс, технологический переход?

2. Что такое технологическое оборудование, технологическая оснастка?

3. Что такое технологическая операция?

4. Приведите основные типовые приспособления.

5. Что относят к средствам технологического оснащения?

6. Чем определяется выбор оборудования для осуществления технологического процесса?

7. От чего зависит выбор технологической оснастки?

8. Что такое нормативно-техническая документация?

9. Твердость каких материалов определяют по методу Бринелля?

10. Твердость каких материалов определяют по методу Роквелла?

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006899-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/413166>.

2. Батышев А.И. Материаловедение и технология материалов: учеб. пособие / под ред. А.И. Батышева и А.А. Смолькина. - М.: ИНФРА-М, 2018. - 288 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/946206>.

3. Черепахин А.А., Смолькин А.А. Материаловедение: Учебник / А.А. Черепахин, А.А. Смолькин. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 288 с.: 60x90 1/16. - (Бакалавриат) - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/944309>.

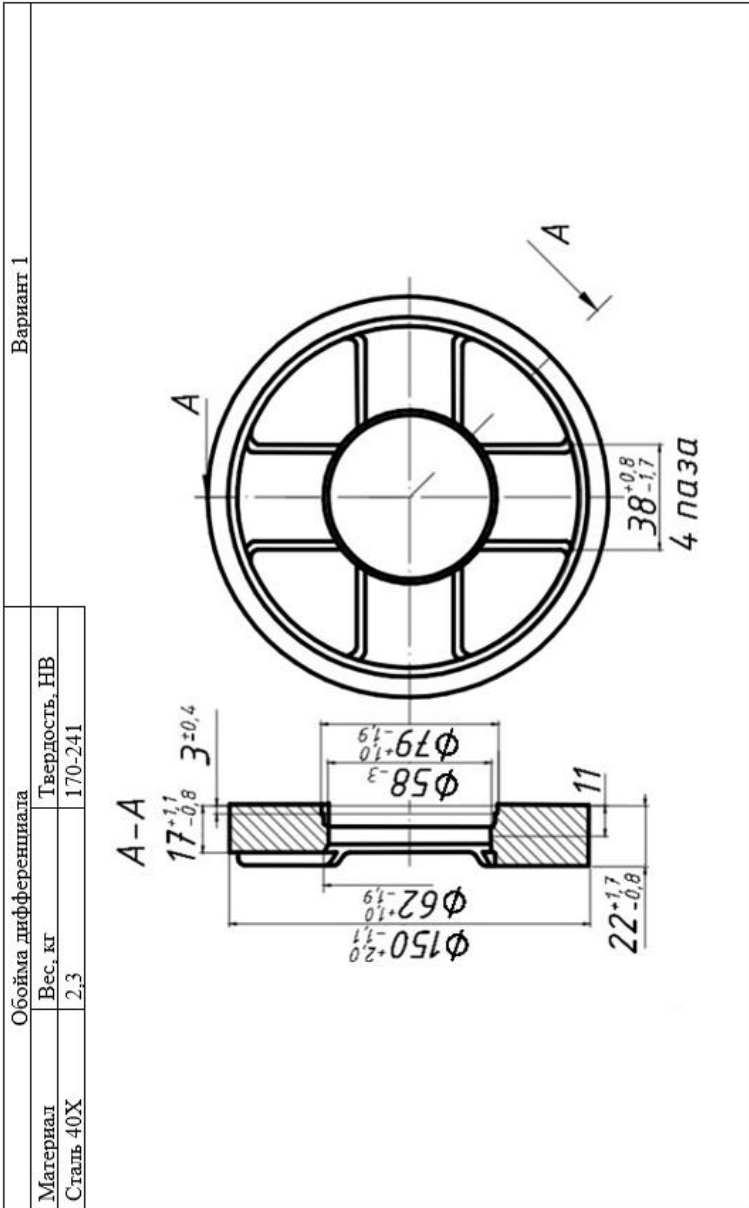
Дополнительная:

4. Дмитренко В.П., Мануйлова Н.Б. Материаловедение в машиностроении: учеб. пособие / В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова. - М.: ИНФРА-М, 2018. - 432 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znanium.com>]. - (Высшее образование: Бакалавриат). - www.dx.doi.org/10.12737/14286. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/949728>.

5. Горохов В. А. Материалы и их технологии: В 2 ч.: учебник [Электронный ресурс] / В. А. Горохов, Н. В. Беляков, А. Г. Схиртладзе; под ред. В. А. Горохова. - Москва: НИЦ ИНФРА-М; Минск: Новое знание, 2014. Ч. 1. - 589 с. - (Высшее образование). - В пер.- ISBN 978-5-16-009531-8. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=446097>.

6. Тимофеев В. Л. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.П. Глухов, В.Л. Тимофеев, В.Б. Фёдоров, А.А. Светлов; под общ. ред. проф. В.Л. Тимофеева. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2019. - 272 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1031652>.

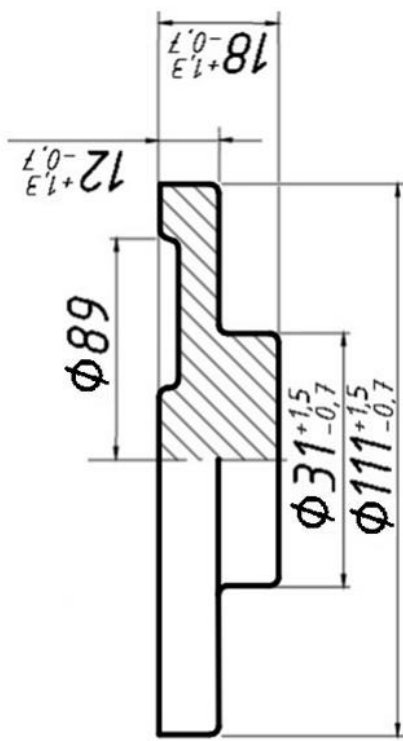
ПРИЛОЖЕНИЕ 1



Вариант 2

Шестерня привода

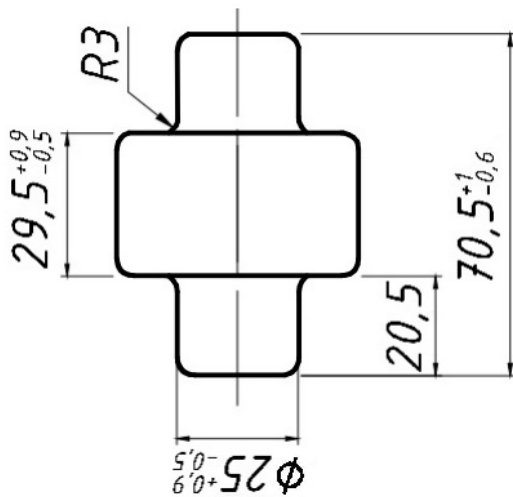
Материал	Твердость, НВ
12ХНЗА	149 - 196
Вес, кг	
0,8	



Вариант 3

Сателит дифференциала

Материал	Вес, кг	Твердость, HB
25ХГМ	1,62	170 - P241



Червяк привода		Вариант 4
Материал	Вес, кг	Твердость, НВ
Сталь 20	0,83	170 - 241

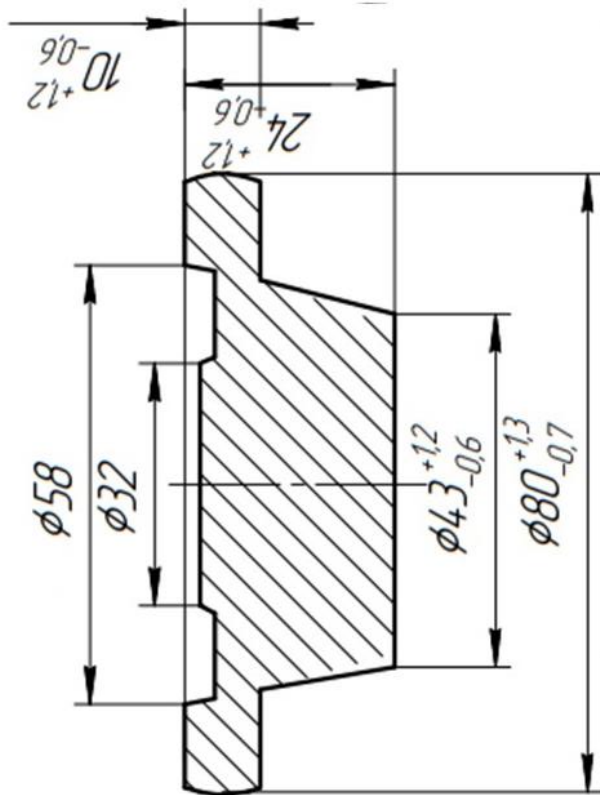
Technical drawing of a worm gear with the following dimensions:

- Outer diameter: $\Phi 47$
- Pitch diameter: $\Phi 45,5$
- Length: 30
- Overall diameter: $\Phi 77$

Шестерня пускового механизма

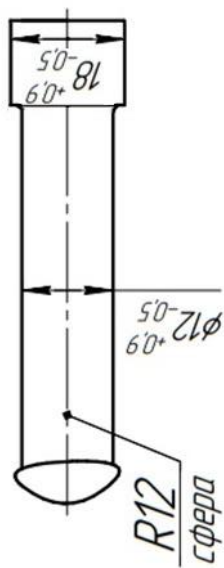
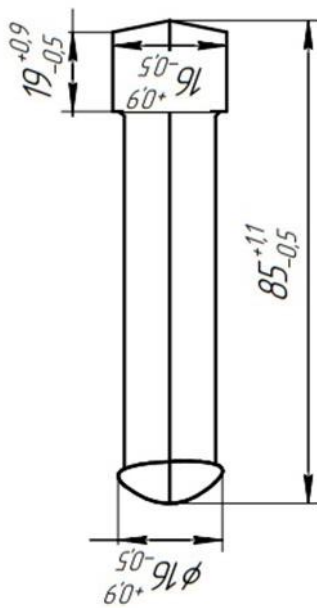
Вариант 5

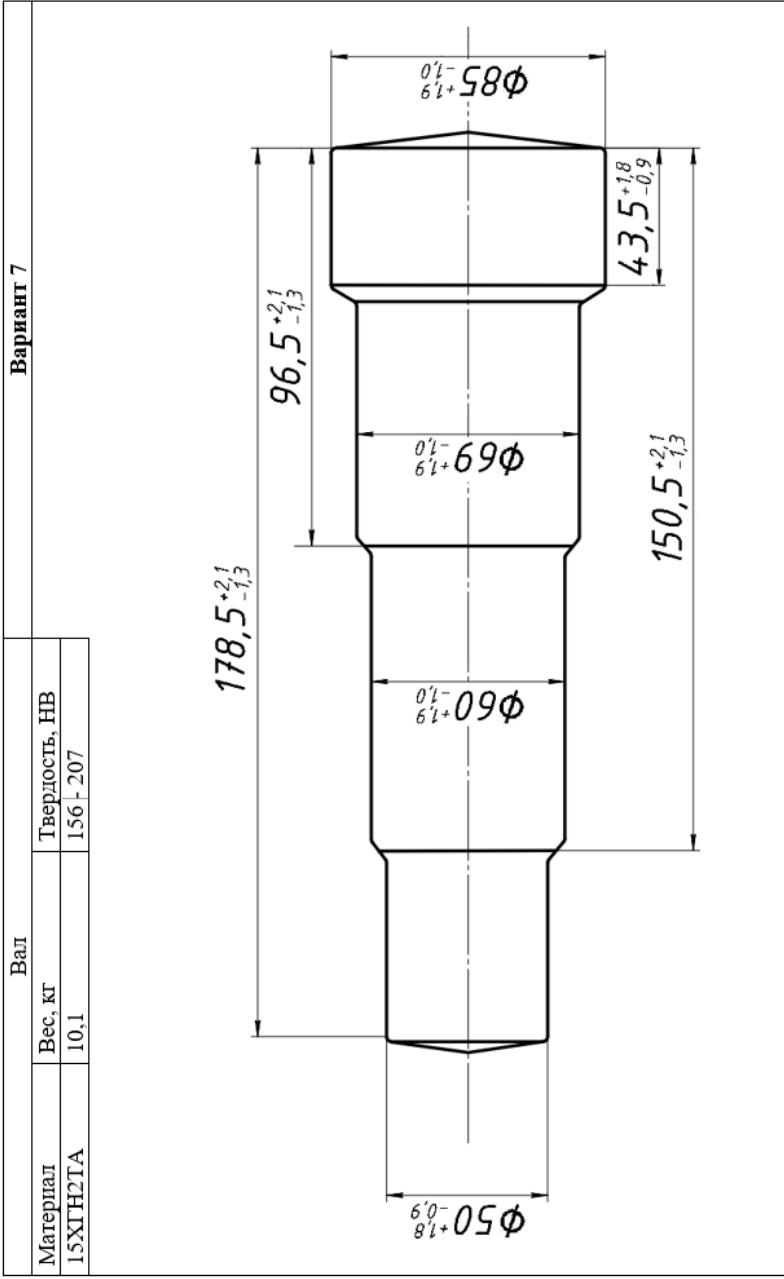
Материал	Вес, кг	Твердость, НВ
12ХНЗА	0,530	146 - 193



Вариант 6

Педаля шагуна	
Материал	Твердость, HB
Сталь 45	146 - 193
Вес, кг	0,120

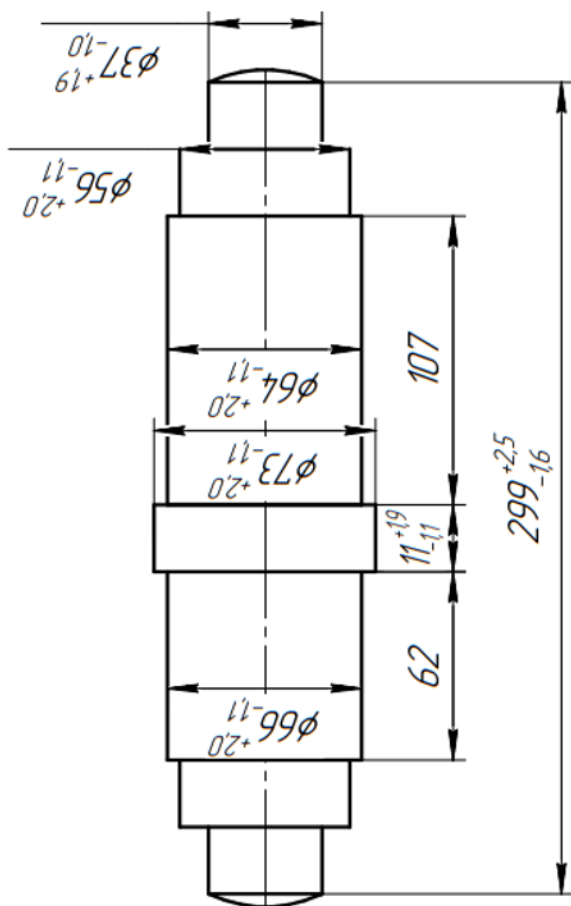


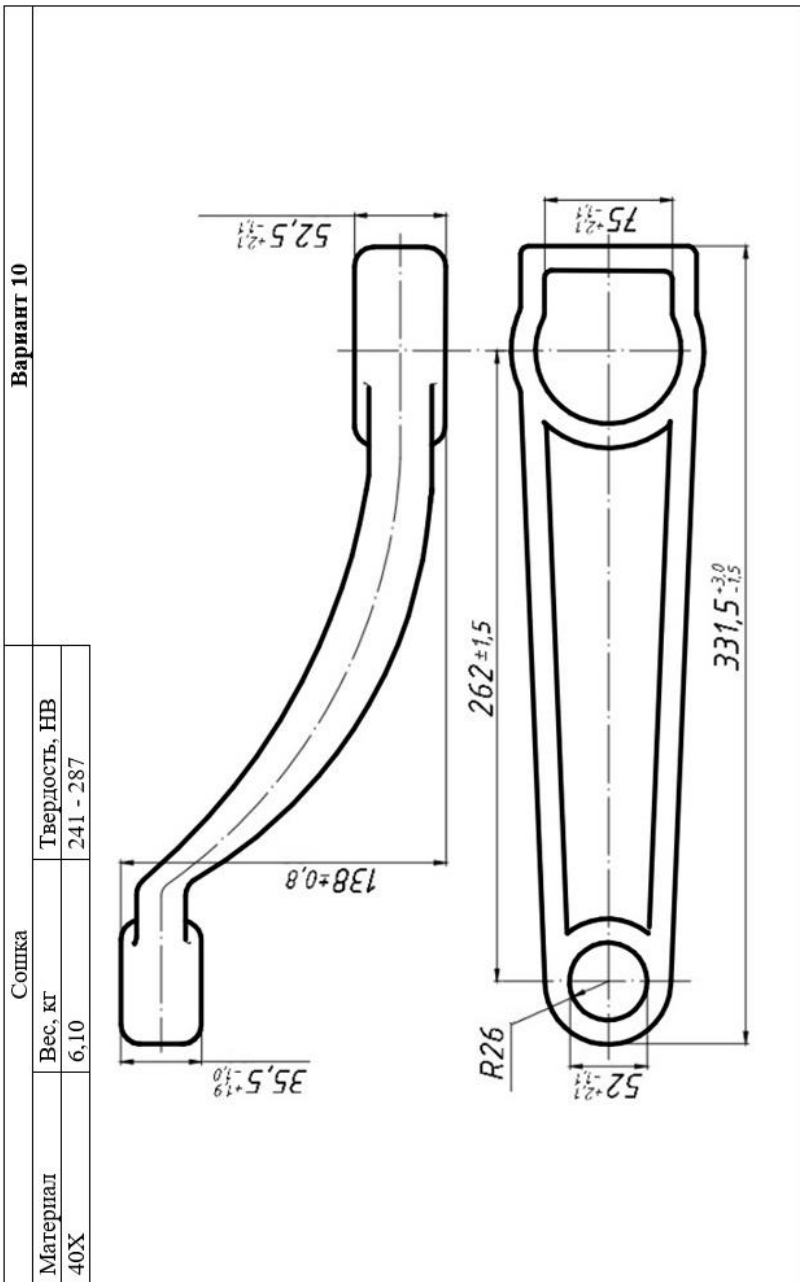


Вариант 8

Вал промежуточный

Материал	Твердость, HB
25ХГТ	156 - 207
Вес, кг	
6,74	

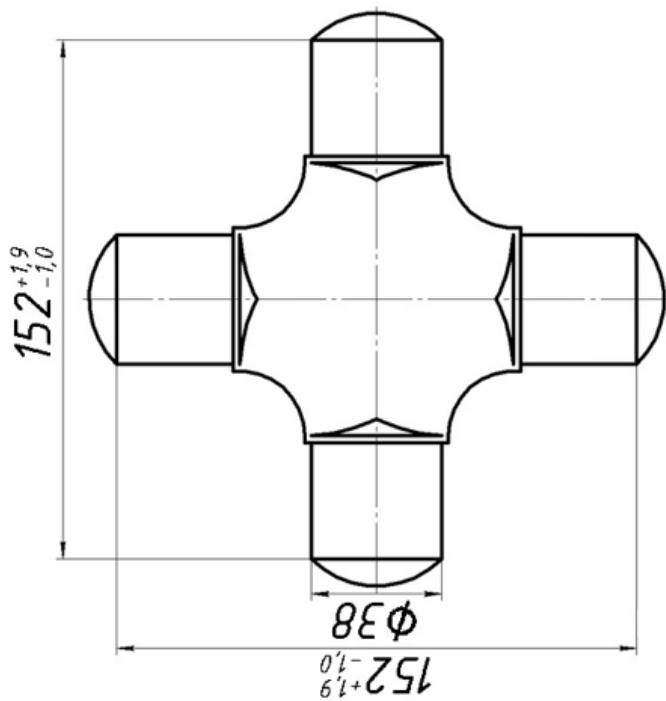




Вариант II

Крестовина

Материал	Твердость, НВ
20Х1Н1Р	217 - 287
Вес, кг	
2,90	

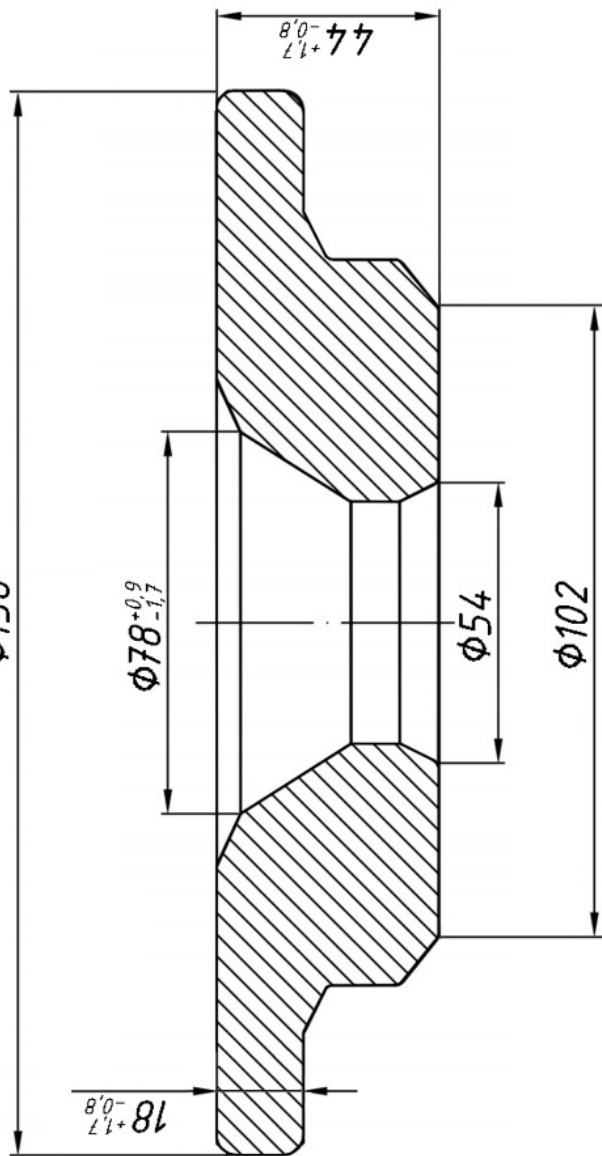


Вариант 12

Опора шаровая

Материал	Вес, кг	Твердость, HB
40X	3,50	217 - 255

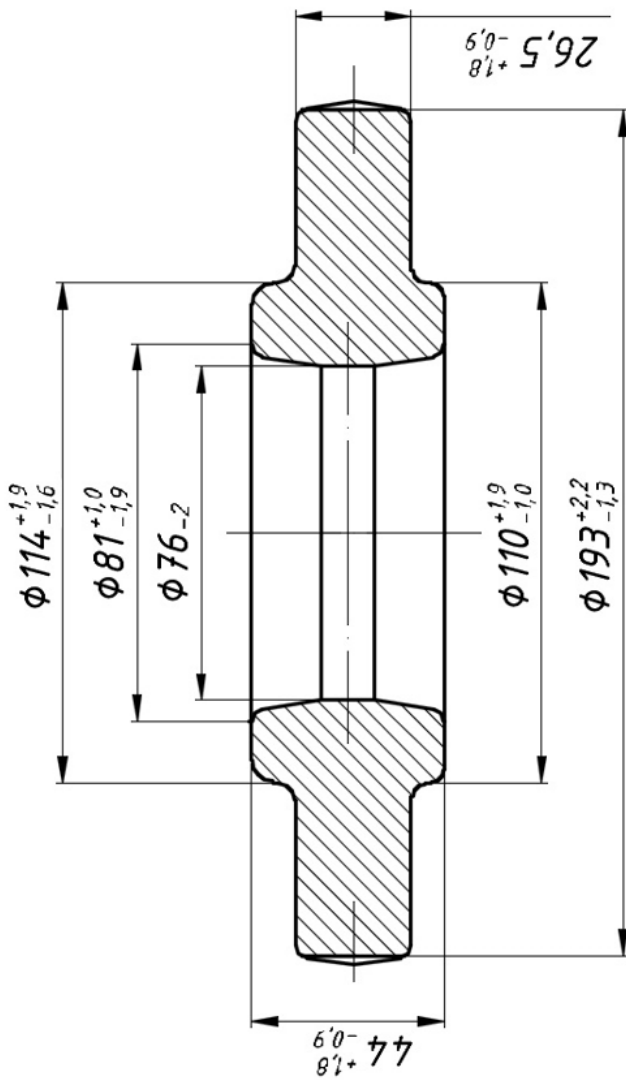
$\Phi 156$



Вариант 13

Каретка

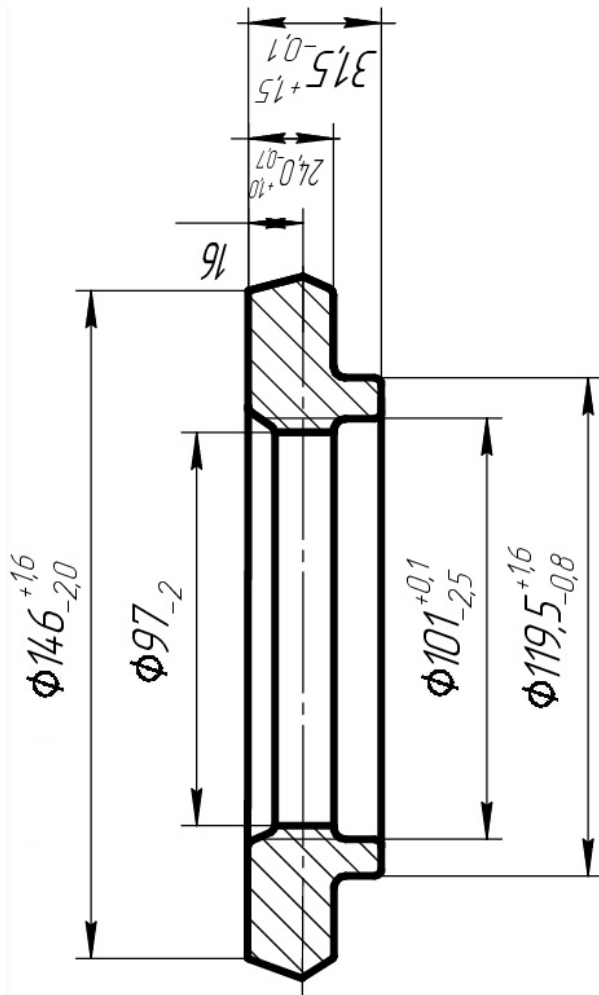
Материал	Вес, кг	Твердость, НВ
15ХГН2ТА	5,10	156 - 207



Вариант 14

Шестерня

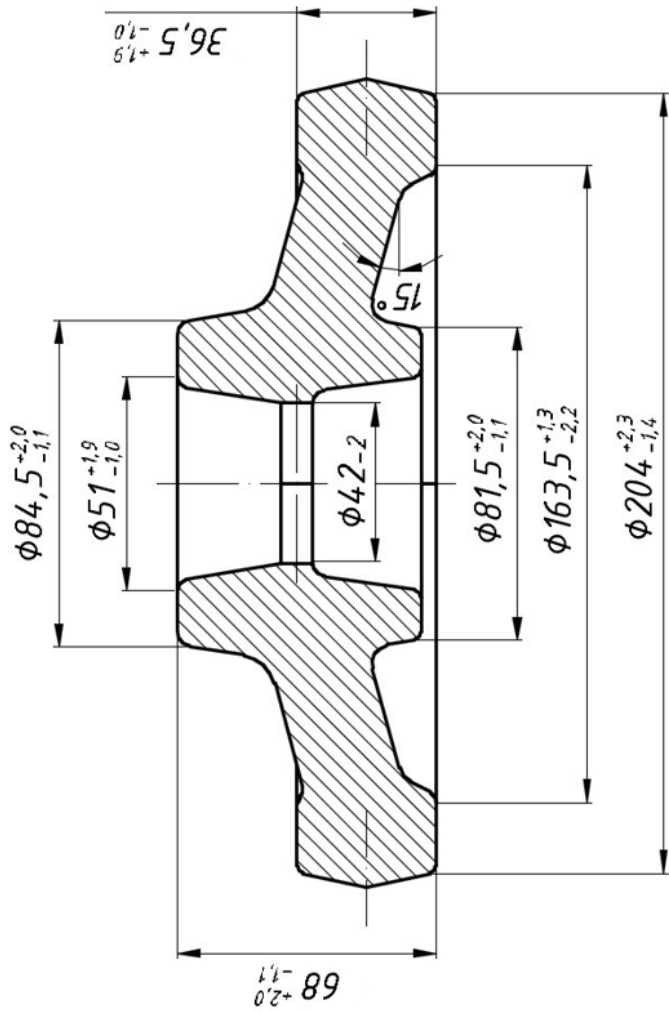
Материал	Твердость, НВ
15ХФ	143 - 187
Вес, кг	
10,30	



Шестерня промежуточного вала

Вариант 15

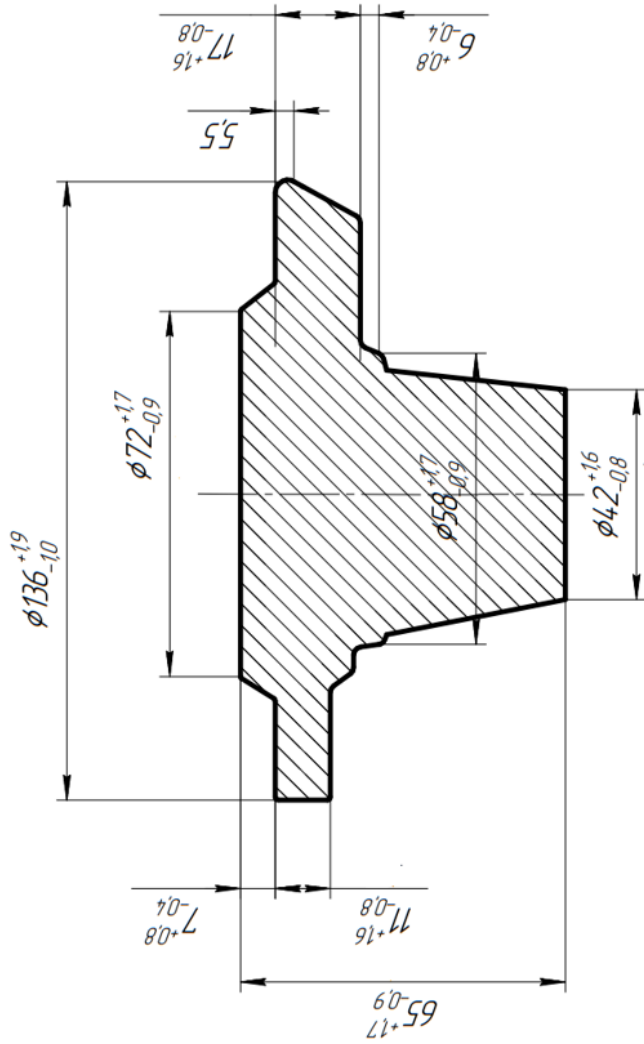
Материал	Вес, кг	Твердость, НВ
25ХГТМ	10,60	156 - 207



Вариант 16

Ступица

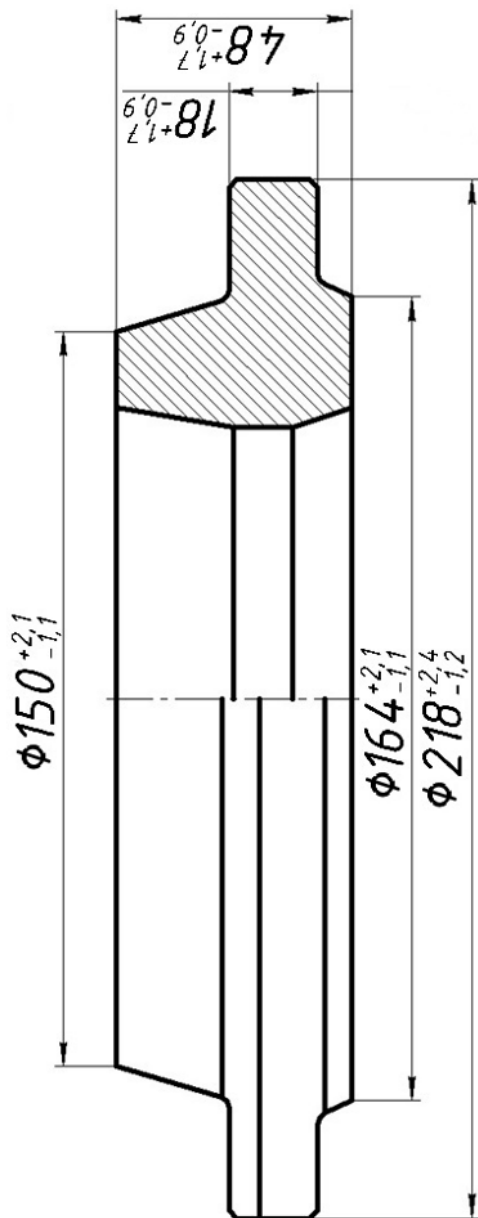
Материал	Вес, кг	Твердость, HB
40X	17,80	255 - 302



Вариант 17

Фланец

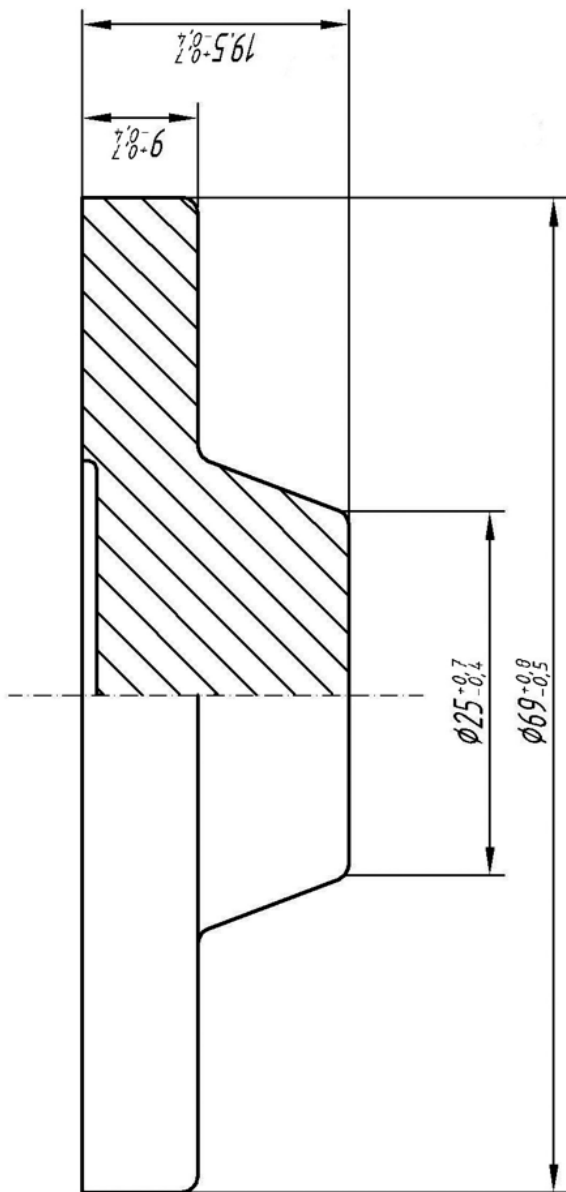
Материал	Вес, кг	Твердость, НВ
Сталь 35	5,60	149 - 207

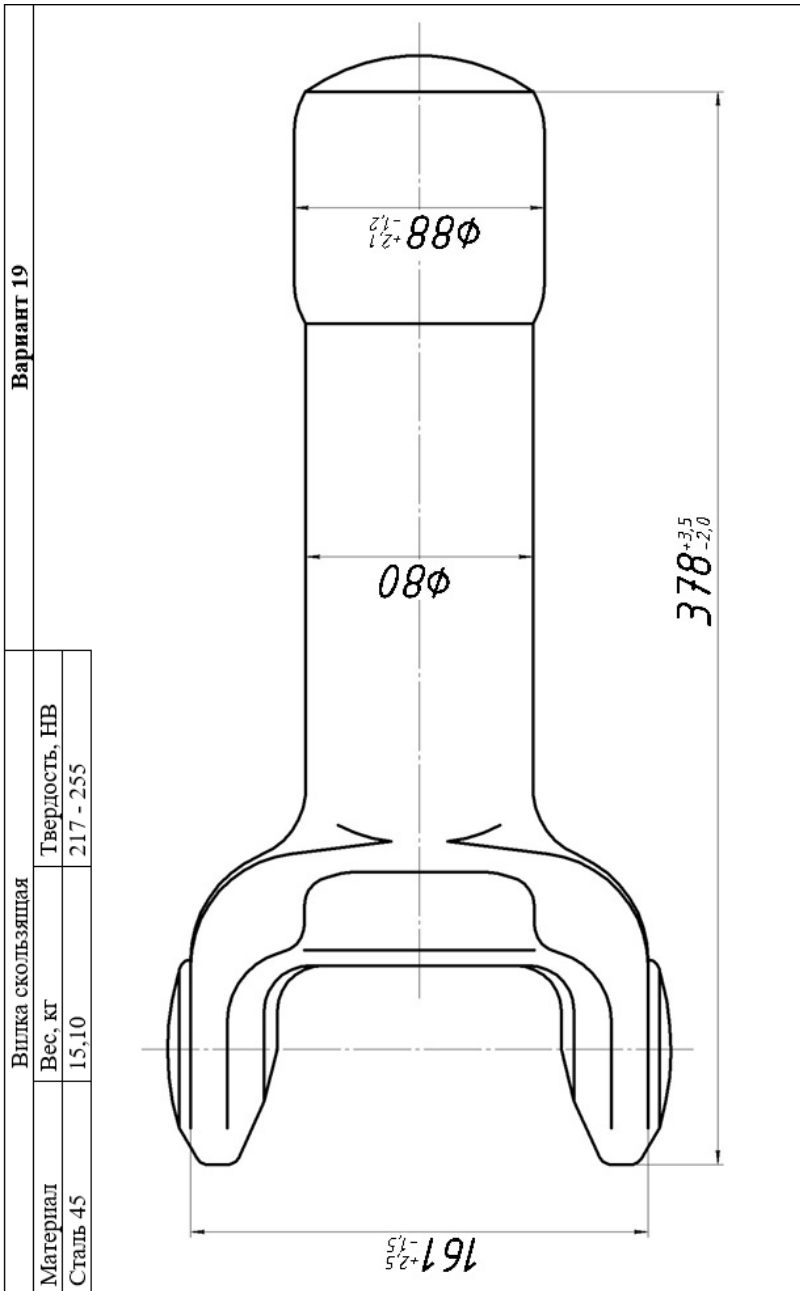


Вариант 18

Звёздочка ведущая

Материал	Твёрдость, НВ
20Х	149 - 207
Вес, кг	
0,290	

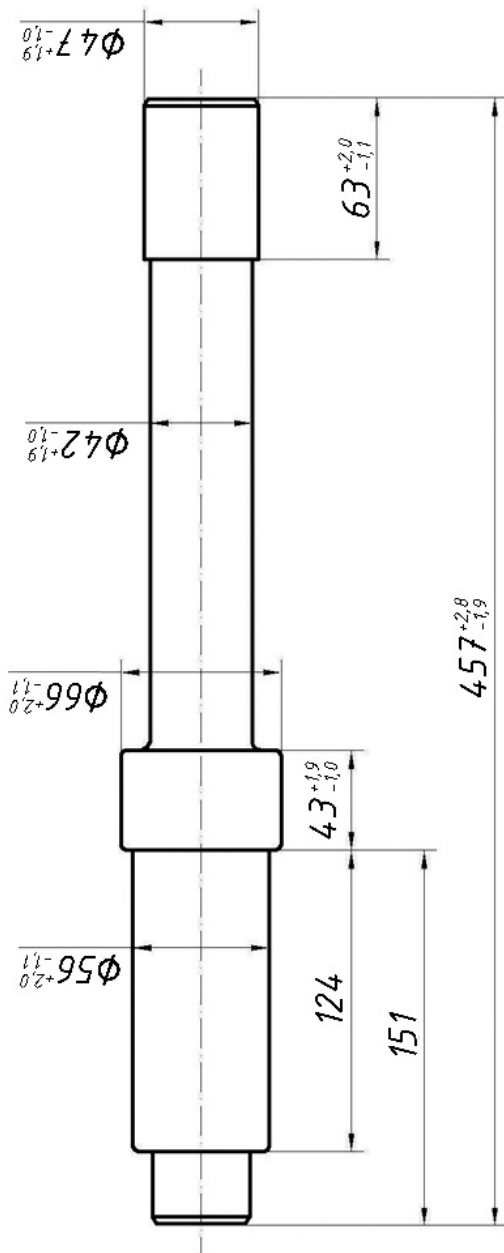




Вариант 20

Вал переднего моста

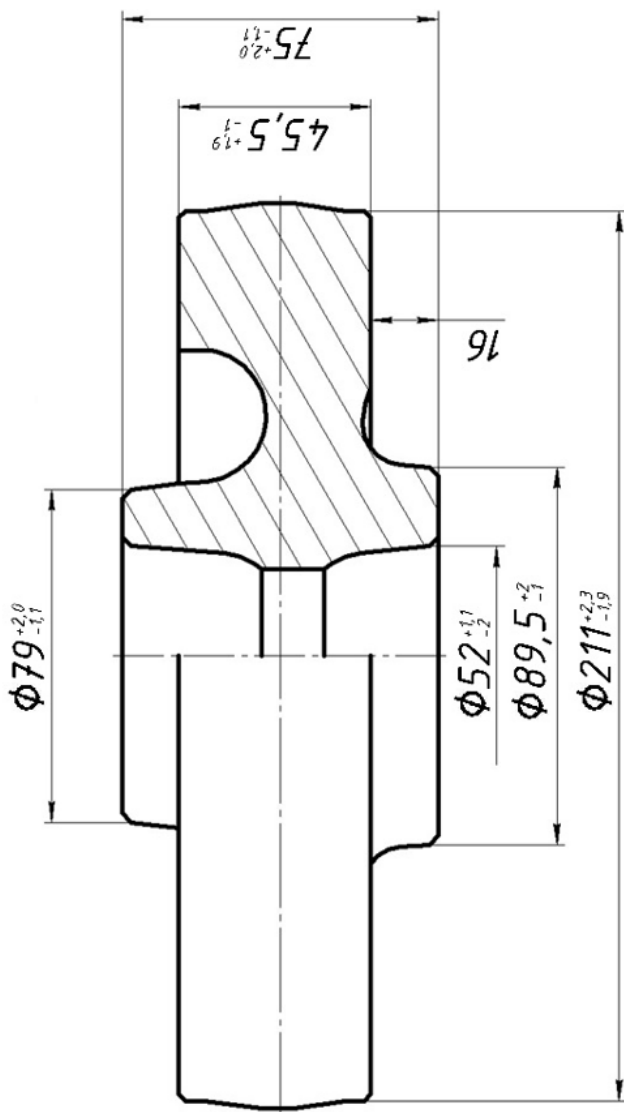
Материал	Твердость, HB
40X	241 - 285
Вес, кг	
8,1	

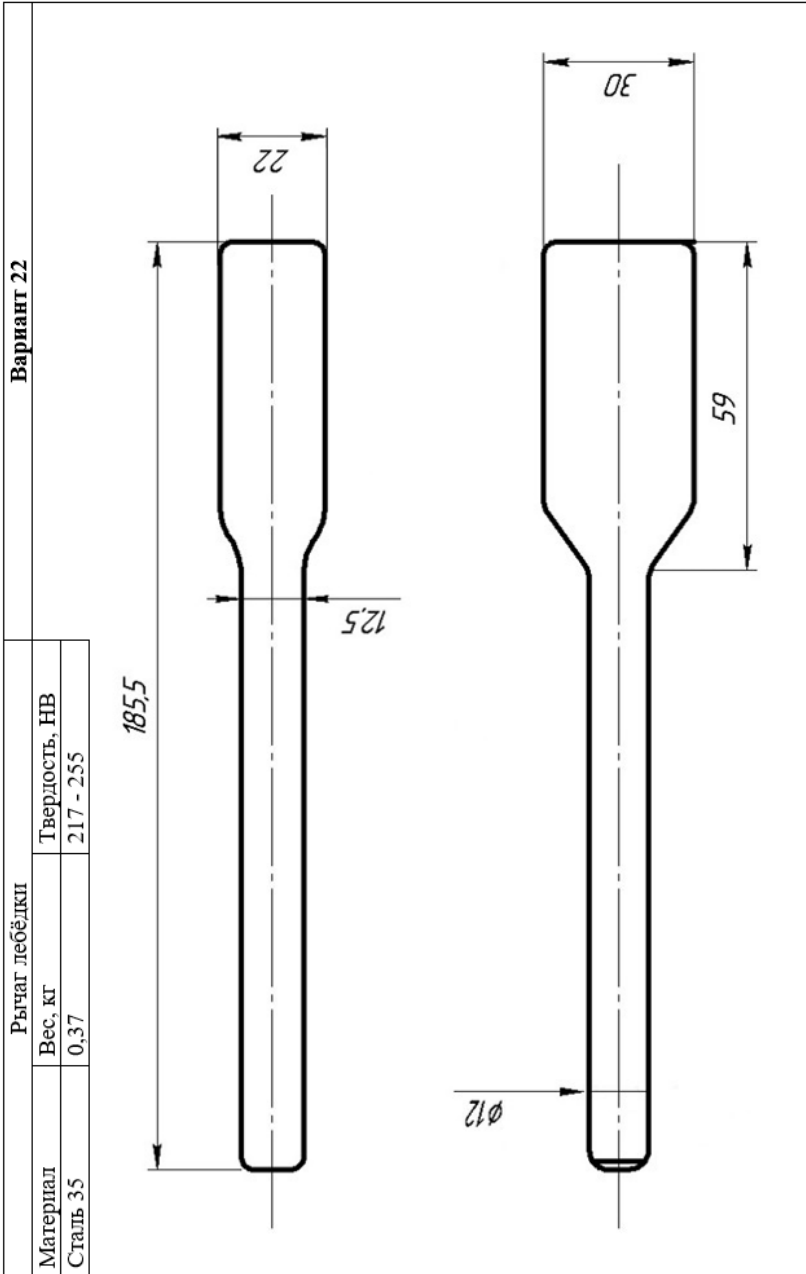


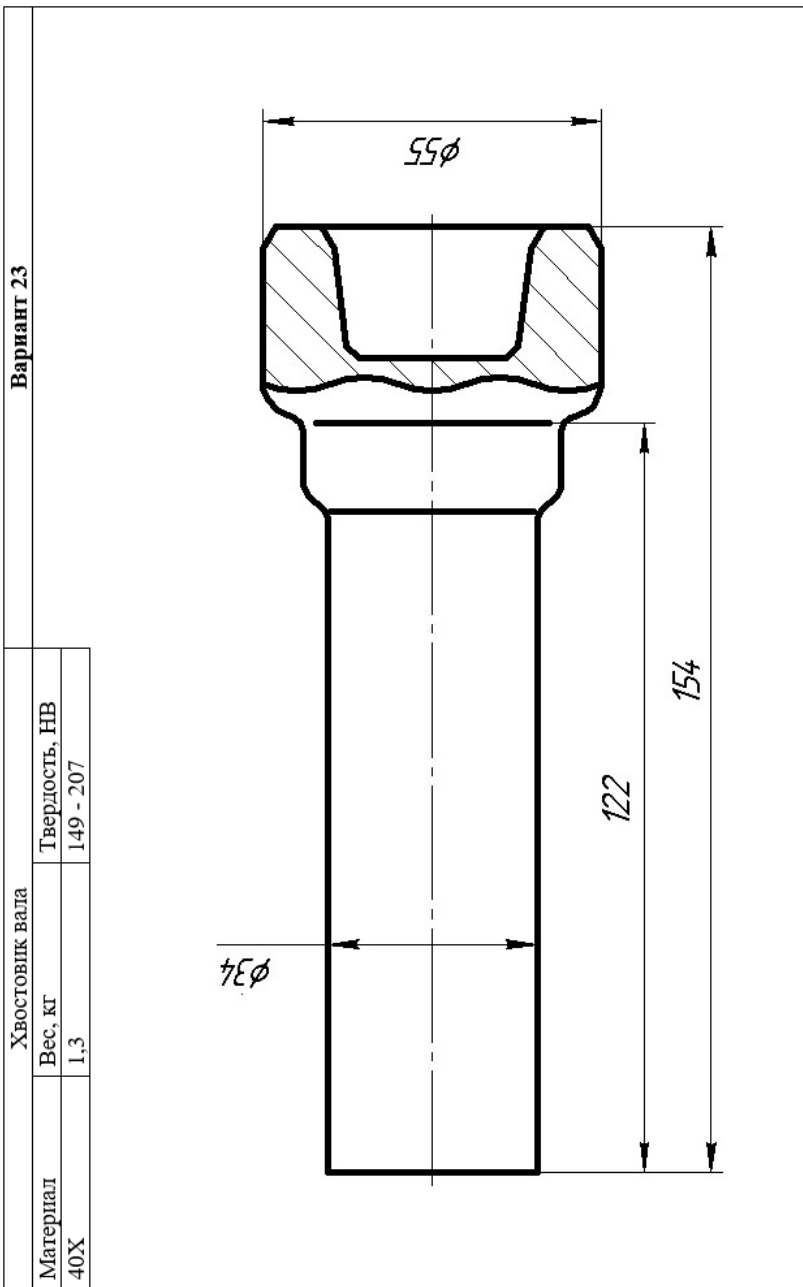
Вариант 21

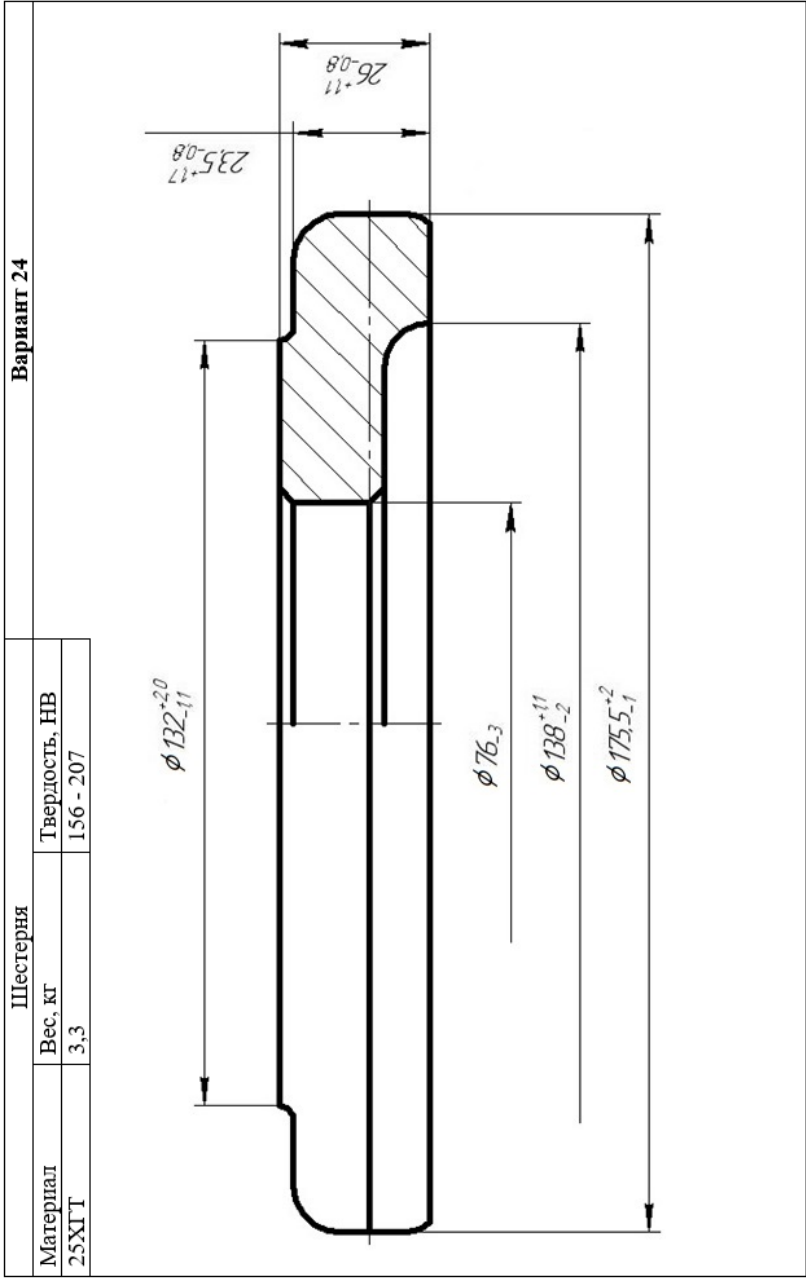
Шестерня ведущая

Материал	Вес, кг	Твердость, НВ
25ХГТМ	10,4	156 - 207









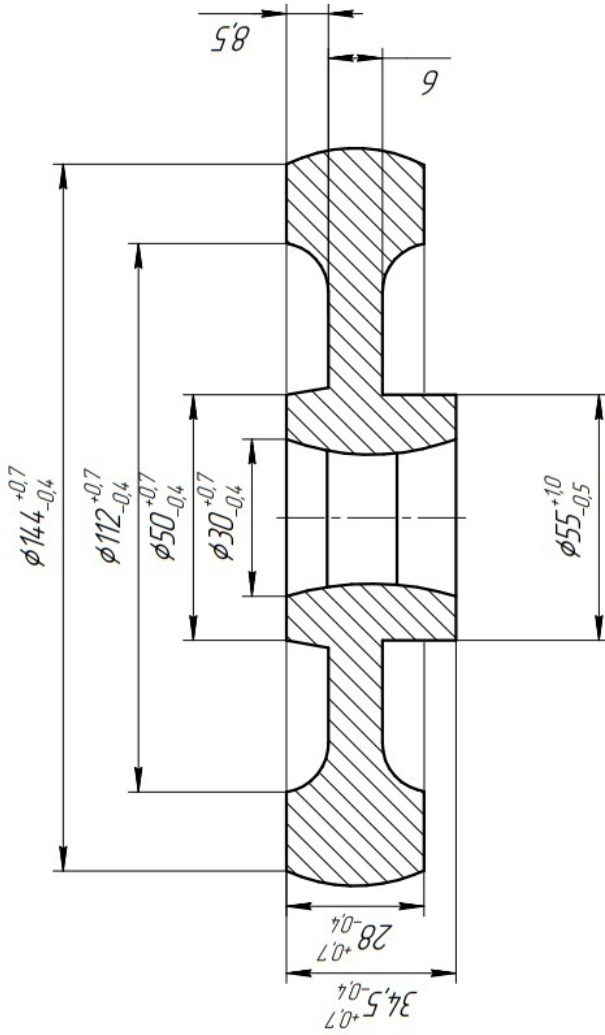
Кольцо синхронизатора		Варіанг 25	
Матеріал	Вес, кг	Твердість, НВ	
Латунь ЛС59-1	4,2	90 - 153	

Technical drawing of a synchronization ring. The drawing shows a long, thin cylindrical part with a diameter of 180 mm. The central section has an inner diameter of 156 mm. The ends of the ring are chamfered with a diameter of 18 mm. The drawing shows a cross-section with hatching on the chamfered ends and a dashed centerline.

Вариант 26

Шестерня распределительного вала

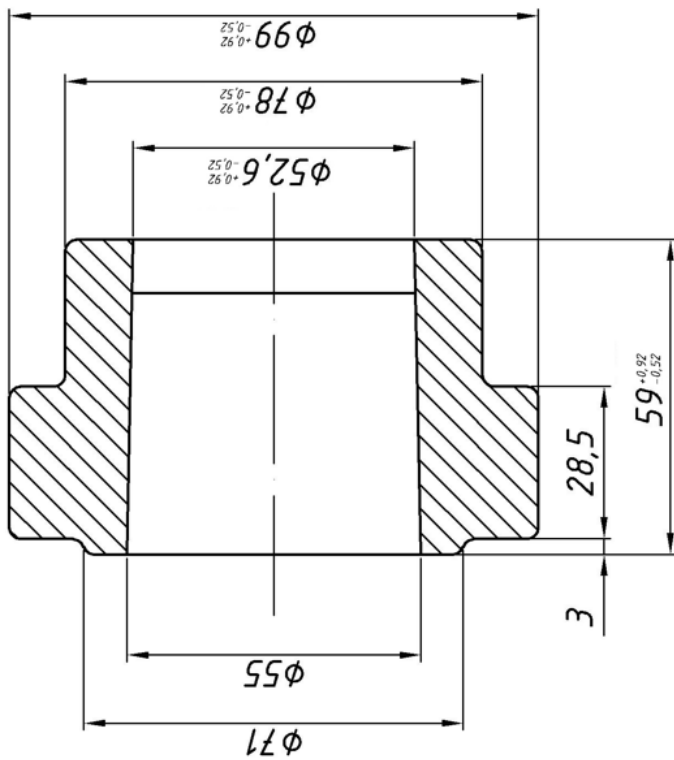
Материал	Твердость, НВ
12ХГНЗА	156 - 207
Вес, кг	
1,8	



Вариант 27

Шестерня

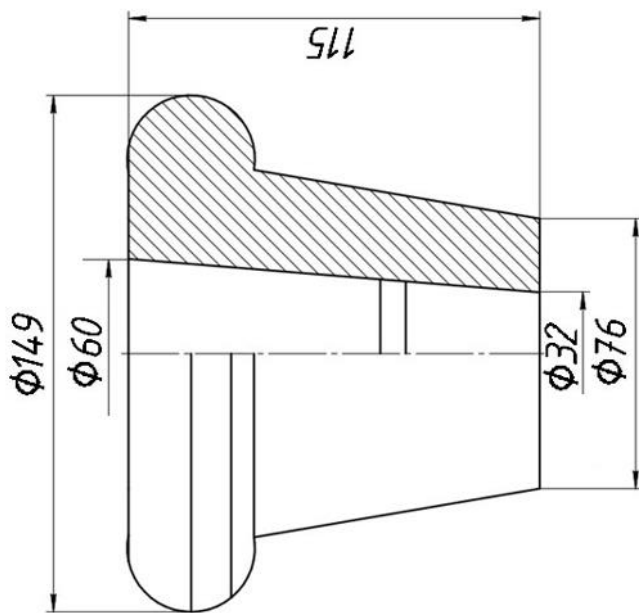
Материал	Вес, кг	Твердость, НВ
12ХНЗА	19,0	192 - 241



Вариант 28

Шестерня коническая

Материал	Вес, кг	Твердость, HB
25XГНМТ	6,8	156 - 207



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Типовые приспособления

Базирующими элементами приспособлений называются детали и механизмы, обеспечивающие правильное и однообразное расположение заготовок относительно инструмента.

Длительное сохранение точности размеров этих элементов и их взаимного расположения является важнейшим требованием при конструировании и изготовлении приспособлений. Соблюдение этих требований предохраняет от брака при обработке и сокращает время и средства, затрачиваемые на ремонт приспособления. Поэтому для установки заготовок не допускается непосредственное использование корпуса приспособления.

Базирующие или установочные элементы приспособления должны обладать высокой износоустойчивостью рабочих поверхностей и поэтому изготавливаются из стали и подвергаются термической обработке для достижения необходимой поверхностной твердости. В частности, могут быть рекомендованы хромистая сталь 20Х или конструкционная углеродистая сталь 20 с цементацией рабочих поверхностей на глубину 0,8 - 1,2 мм с последующей закалкой до твердости HRC 58 - 62.

В корпусе приспособления эти элементы должны располагаться так, чтобы обеспечивалась возможность легкой и быстрой замены их в случае износа или повреждения. Рабочие поверхности базирующих деталей для сохранения их

в чистоте и в целях более надежного прилегания к ним заготовок должны быть по возможности небольших размеров и не должны быть сплошными по всей установочной поверхности обрабатываемой детали.

При установке заготовка опирается на установочные элементы приспособлений, поэтому эти элементы называют опорами. Опоры можно разделить на две группы: группу основных и группу вспомогательных опор.

Основными опорами называются установочные или базирующие элементы, лишаящие заготовку при обработке всех или нескольких степеней свободы в соответствии с требованиями к обработке. Для придания заготовке по возможности устойчивого положения на основных опорах, последние следует располагать на максимальном расстоянии друг от друга, причем так, чтобы силы резания или зажима приходились либо против опор, либо между ними. Во избежание деформаций заготовок, закрепленных в приспособлении к основным опорам, применяют еще и дополнительные, вспомогательные опоры. Количество их в конструкции может быть самым разнообразным, так как определяется оно условиями обработки, жесткостью и конфигурацией детали.

Типовые конструкции приспособлений приведены на рис. П 2.1 – П 2.6.

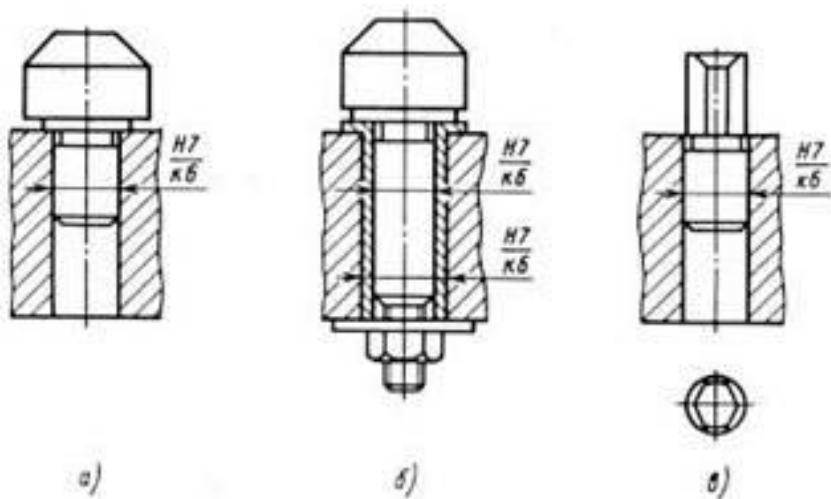


Рис. П 2.1 – Установочные пальцы приспособлений: а) – постоянные цилиндрические ГОСТ 12209 – 66; б) – сменные цилиндрические ГОСТ 12211 – 66; в) – постоянные срезанные ГОСТ 12210 – 66.

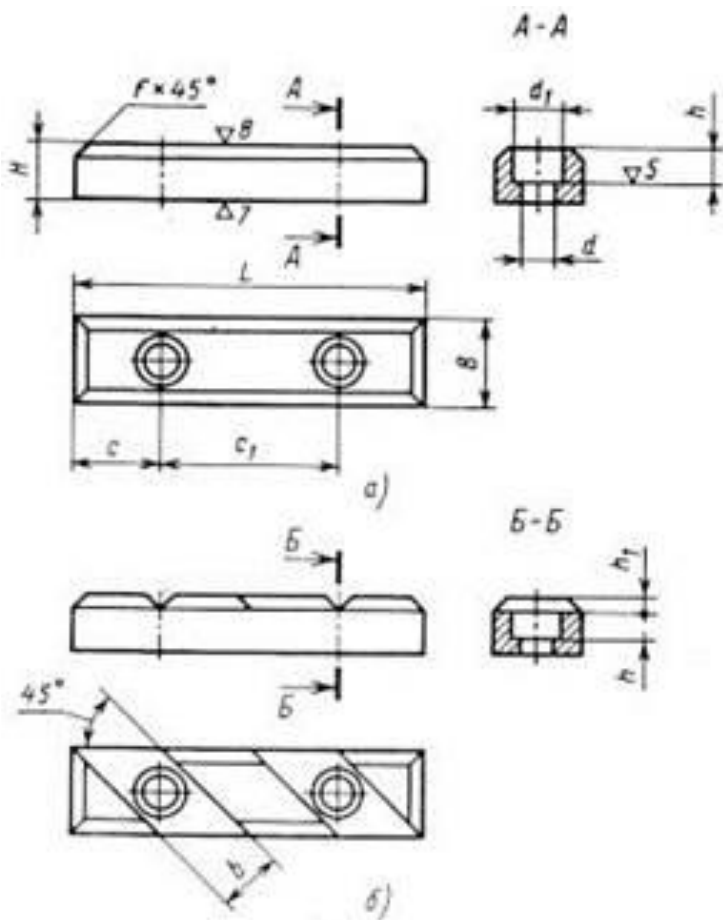


Рис. П 2.2 – Опорные пластины двух типов ГОСТ 4743 – 68: а) – плоские; б) – с наклонными пазами для размещения в пазах стружки.

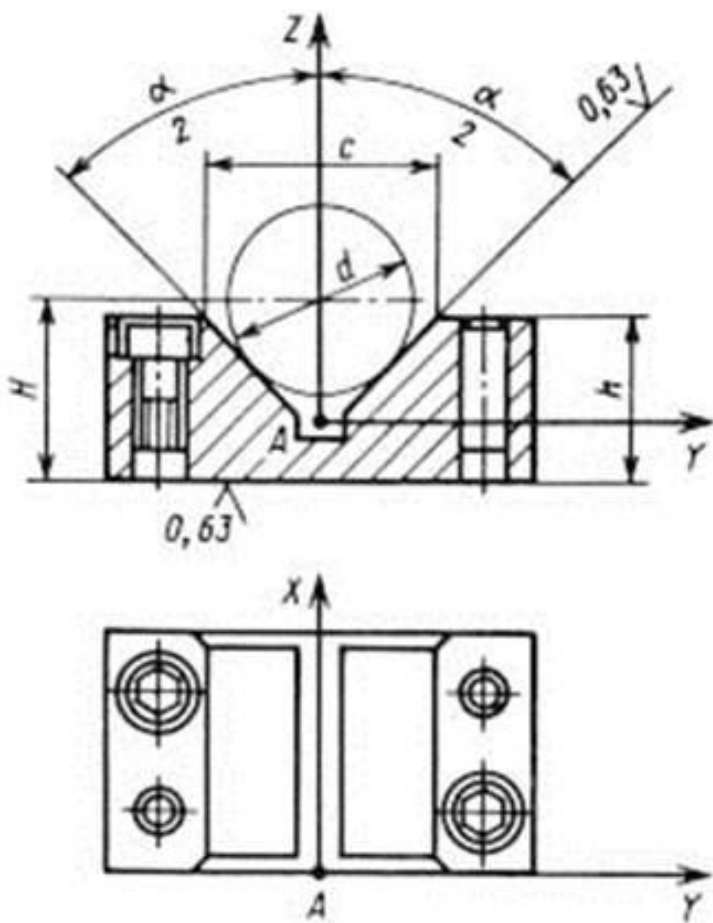


Рис. П 2.3 – Призма ГОСТ 12195 – 68 для установки цилиндрических заготовок по «чистым» (обработанным) поверхностям.

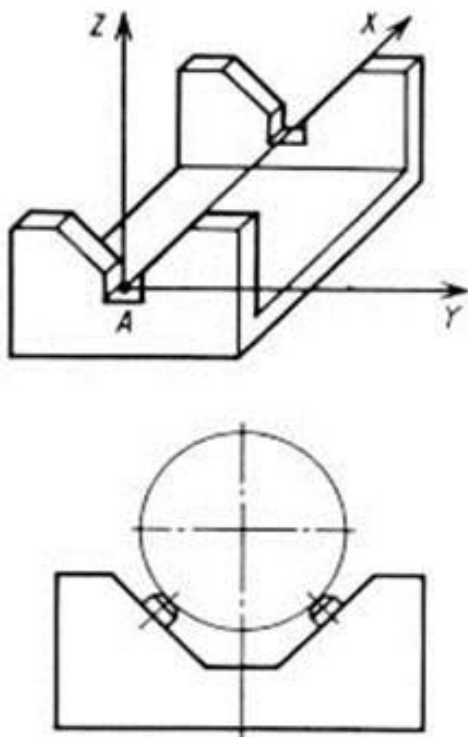


Рис. П 2.4 – Призма для установки цилиндрических заготовок большой длины по «черным» (необработанным) поверхностям.

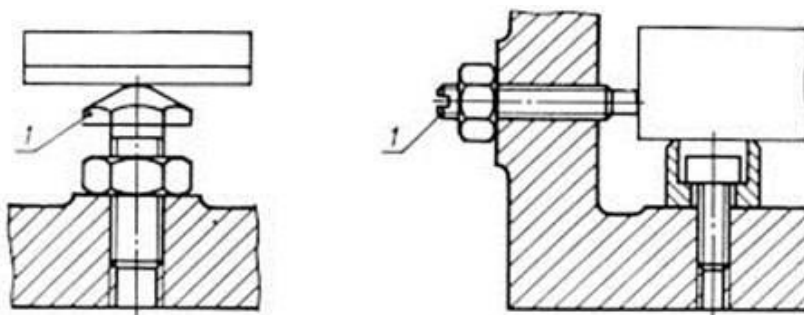


Рис. П.2.5 – Регулируемые винтовые опоры по ГОСТ 4085 – 68 и ГОСТ 4086 – 68 (1 – регулируемый винт).

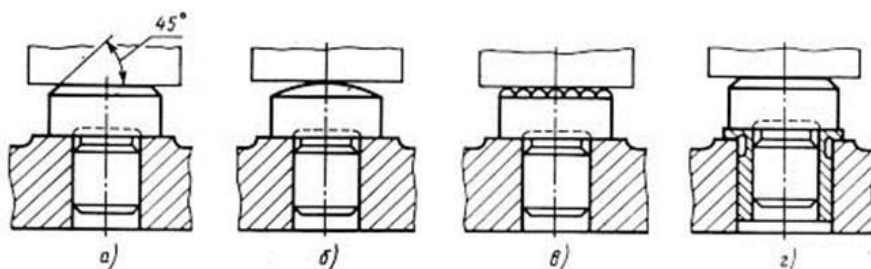


Рис. П 2.6 – Опорные штыри (ГОСТ 13440-68, ГОСТ 13441-68, ГОСТ 13442-68): а) – с плоской головкой для установки детали по обработанной поверхности; б) – со сферической головкой для установки детали по необработанным поверхностям; в) – с насечкой для установки детали по необработанным поверхностям и чугунных деталей; г) – опорный штырь, установленный в стальную закаленную переходную втулку.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Сварные соединения

Сварным соединением называют неразъемное соединение двух и более элементов (деталей), выполненное с помощью сварки. В сварное соединение входят сварной шов, прилегающая к нему зона основного металла со структурными и другими изменениями в результате термического действия сварки (зона термического влияния) и примыкающие к ней участки основного металла.

Сварной шов представляет собой участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации.

Сварной узел представляет собой часть сварной конструкции, в которой сварены примыкающие друг к другу элементы.

Сварной конструкцией называется металлическая конструкция, изготовленная из отдельных деталей или узлов с помощью сварки.

Металл деталей, подлежащих соединению сваркой, называют основным металлом.

Металл, подаваемый в зону дуги дополнительно к расплавленному основному металлу, называют присадочным металлом.

Переплавленный присадочный металл, введенный в сварочную ванну или наплавленный на основной металл, называют наплавленным металлом.

Сплав, образованный переплавленным основным или основным и наплавленным металлами, называют металлом шва.

Работоспособность сварного изделия определяется типом сварного соединения, формой и размерами сварных соединений и швов, их расположением относительно действующих сил, плавностью перехода от сварного шва к основному металлу и др.

Соединения деталей путем сварки широко применяются в машиностроении. Существует много видов сварки и способов их осуществления, например: ручная дуговая (ГОСТ 5264 – 80), автоматическая и полуавтоматическая под флюсом (ГОСТ 11533 – 75), дуговая сварка в защитном газе (ГОСТ 14771 – 76), контактная сварка (ГОСТ 15878 – 79) и др. (ГОСТ 19521 – 74. Сварка металлов. Классификация).

При выборе типа сварного соединения учитывают условия эксплуатации (статические или динамические нагрузки), способ и условия изготовления сварной конструкции (ручная сварка, автоматическая в заводских или монтажных условиях), экономию основного металла, электродов и др.

Типы сварных соединений.

Сварные детали соединяются между собой по-разному. Соединения различаются: **стыковые** (рис. П 3.1, *а, б*), **нахлесточные** (*в, г*), **угловые** (*д, е*), **тавровые** (*ж, з*). Их обозначают первыми буквами – С, Н, У, Т соответственно. Кромки свариваемых деталей могут быть подготовлены: с отбортовкой (*а*), без скосов (*в, г, д, ж*), со скосом одной

кромки (*е*), со скосом обеих кромок (*б*), с двумя симметричными скосами одной кромки (*з*) и др. Шов может быть односторонним (*и, б, в, д, ж*) и двусторонним (*г, е, з*). На чертежах к буквенному обозначению добавляют цифровые: С1, С2, С3, ...; Н1, Н2, Н3, ...; У1, У2, У3, ...; Т1, Т2, Т3, ..., характеризующее вид подготовки кромок и интервал толщины свариваемых деталей. Например, рис. П 3.1: *а* – стыковое соединение с отбортовкой кромок, толщина свариваемых листов 1...4 мм – С1; *б* – то же со скосом обеих кромок, толщина 3...60 мм – С7; *в* – нахлесточное соединение без скоса кромок, толщина 2...60 мм, шов односторонний – Н1; *г* – нахлесточное соединение такое же, но шов двусторонний,» – Н2; *д* – угловое соединение без скоса кромок, толщина листов 1...30 мм – У4 и т.д.

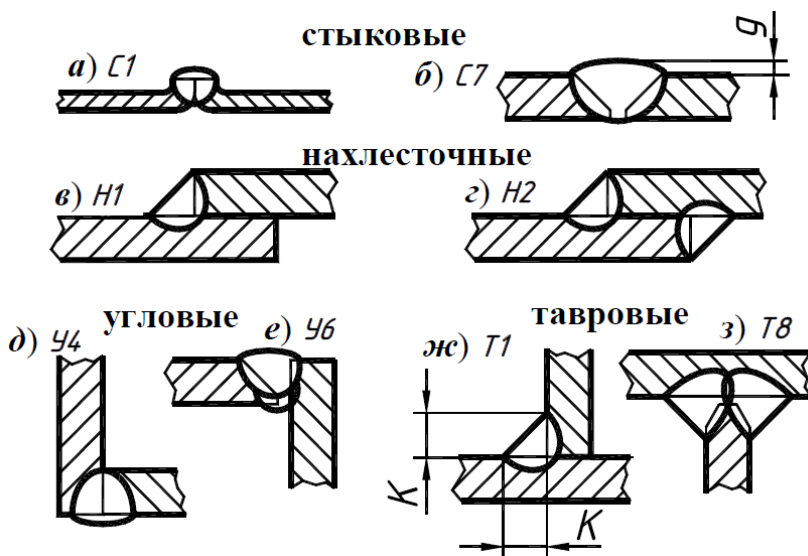










Рис. П 3.1 – Сварные соединения.

В условном обозначении шва могут быть применены следующие знаки (табл. П 3.1): № 1 – при выполнении шва по замкнутой линии; № 2 – при выполнении шва по незамкнутой линии; № 3 – если требуется усиление шва (рис. П 3.1, б) снять (механической обработкой); № 4 – когда требуется наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу; № 5 – когда требуется показать размер катета (K) поперечного сечения шва (рис. П 3.1, ж) в нахлесточном и тавровом соединениях; № 6 – для прерывистого шва с цепным расположением провариваемых участков с указанием длины провариваемого участка и шага; № 7 – для прерывистого шва с шахматным расположением провариваемых участков; № 8 – когда сварку осуществляют на монтаже изделия. Знаки выполняют тонкими линиями. Высота знака одинакова с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

Таблица П 3.1 – Вспомогательные знаки

<i>№ знака</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Знак</i>								

В условное обозначение шва может быть включено буквенное обозначение способа сварки. Например, сварку автоматическую обозначают A , полуавтоматическую – $П$ (ГОСТ 11533 – 75), контактную точечную – K_m , шовную – $K_{ш}$ (ГОСТ 15878 – 79), сварка в инертных газах неплавя-

щимся электродом без присадочного материала – *ИН*, в углекислом газе плавящимся электродом – *УП* (ГОСТ 14771 – 76) и др.

Условное обозначение стандартных сварных соединений, согласно ГОСТ 2.312 – 72, наносится по схеме (рис. П 3.2): 1 – место нанесения знаков № 1 и 8; 2 – обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений; 3 – буквенно-цифровое обозначение шва; 4 – условное обозначение способа сварки; 5 – знак и размер катета; 6 – для прерывистого шва размер длины провариваемого участка – знак № 6 или № 7 и размер шага; 7 – знак снятия усиления шва или плавного перехода или знак № 2 и параметр шероховатости обработанного шва; 8 – место указания номера и количества одинаковых швов.

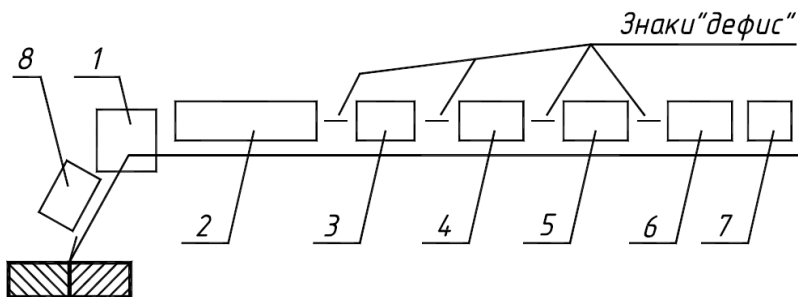


Рис. П 3.2 – Структура условного обозначения стандартного шва.

В зависимости от условий сварки из условного обозначения могут быть исключены те или иные его структурные составляющие.

Согласно ГОСТ 2.312 – 72 видимые швы сварных соединений независимо от способа сварки условно изображаются сплошной основной линией, а невидимые – штриховой (рис. П 3.3).

На рис. П 3.3 слева изображена форма поперечного сечения швов, условное обозначение которых *T1* и *H1*.

Одиночные сварные точки обозначаются знаком «+» высотой и шириной 5...10 мм, толщина линий (0,5...1,4 мм). Невидимые сварочные точки не изображаются. Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны или под полкой линии-выноски, проводимой от оборотной стороны (рис. П 3.3). (За лицевую сторону одностороннего шва принимают сторону, с которой производят сварку). Линию-выноску начинают односторонней стрелкой.

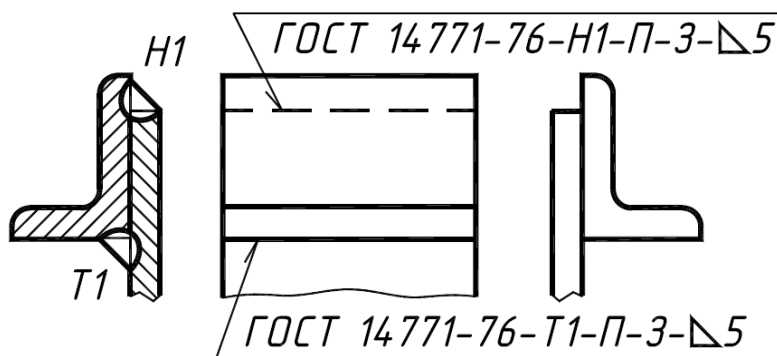


Рис. П 3.3 – Нанесение условных обозначений сварных швов.

При наличии одинаковых швов обозначение наносят у одного изображения, а у остальных проводят линии-выноски с полками для указания номера шва (рис. П 3.4) или без полок, если все швы одинаковы.

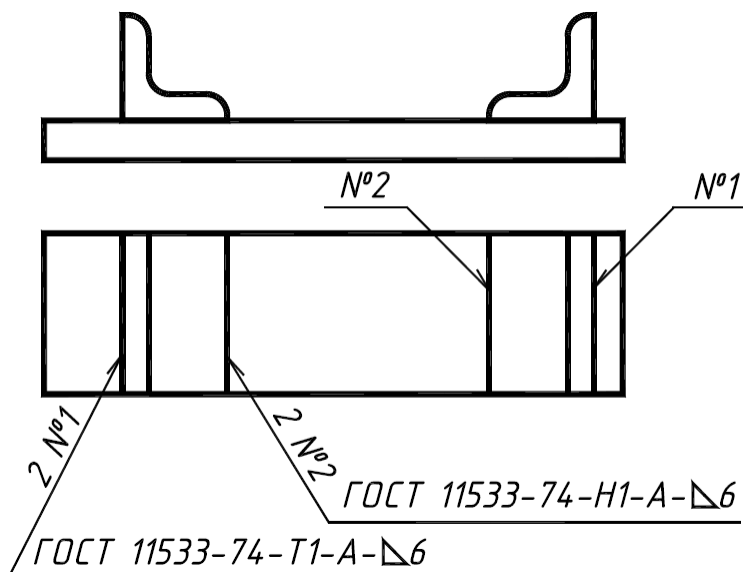


Рис. П 3.4 – Обозначение одинаковых швов.

При наличии на изображении оси симметрии допускается отмечать линиями-выносками и обозначать швы только на одной из симметричных частей изделия.

Одинаковые требования, предъявляемые ко всем швам, и сварочные материалы указываются в технических требованиях, например:

1. Электроды типа Э46 ГОСТ 9467 – 75;
2. Сварные швы ГОСТ 5264-80-Т1 – 6 мм.

Примеры обозначения швов: на рис. П 3.3 приведены обозначения швов, выполненных электродуговой полуавтоматической сваркой в защитном газе плавящимся электродом ГОСТ 14771 – 76 нахлесточного соединения (верхний шов) и таврового соединения (нижний шов). Величина катета обоих швов 5 мм. На рис. П 3.4 шов № 1 – шов таврового соединения, а шов № 2 – нахлесточного. Оба шва выполнены автоматической сварки под слоем флюса, катет шва 6 мм.

Содержание

Введение.....	3
Лабораторная работа №1 ВЫБОР МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЁРДОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ.....	5
Лабораторная работа №2 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ТВЕРДОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ.....	21
ЛИТЕРАТУРА.....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	35
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	63
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	70

Подписано в печать 30.05.2019
Формат 60x84/16 Бумага офсетная
Печать ризографическая
Уч.-изд.л. 4,88 Усл.-печ.л. 1,0 Тираж 50 экз.
Заказ 1375

Издательско-полиграфический центр
Набережночелнинского института
Казанского (Приволжского) федерального университета

423810, г. Набережные Челны, Новый город,
проспект Мира, 68/19
тел./факс (8552) 39-65-99 e-mail: ic-nchi-kpfu@mail.ru