

РАСЧЁТ КОНСТРУКЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ

1. Введение

Выбор конструкционных материалов для изготовления соответствующих изделий (деталей механизмов, машин, приборов, инструментов или конструкций) определяется в первую очередь комплексом определённых механических свойств. В результате испытаний образца получают ряд характеристик: силовые характеристики (предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности и предел выносливости); деформационные (относительное удлинение, относительное сужение); энергетические (ударная вязкость, удельная работа деформации). Все эти характеристики характеризуют общую прочность материала независимо от назначения, конструкции и условий эксплуатации. Высокое качество детали может быть достигнуто только при учёте всех особенностей, которые имеют место в процессе работы детали, и которые определяют её конструкционную прочность.

Конструкционная прочность – комплекс прочностных свойств, которые находятся в наибольшей корреляции со служебными свойствами данного изделия, обеспечивают длительную и надёжную работу материала в условиях эксплуатации.

На конструкционную прочность влияют следующие факторы:

- конструкционные особенности детали (форма и размеры);
- механизмы различных видов разрушения детали;
- состояние материала в поверхностном слое детали;
- процессы, происходящие в поверхностном слое детали, приводящие к отказам при работе.

Существуют два варианта определения конструкционной прочности:

- 1) определить прочностные свойства материала независимо от особенностей изготавливаемых из него изделий и условий их эксплуатации;
- 2) определить свойства материалов, непосредственно связанные с условиями службы изготавливаемых из них изделий, и определяющие их долговечность и надёжность.

Первый вид оценки проводится для определения базовых прочностных свойств конструкционных материалов, определяемых испытаниями в разных условиях: в условиях растяжения, сжатия, кручения и изгиба. Каждое из указанных испытаний не определяет всех механических свойств материала и его поведение в готовых изделиях, а лишь определяет те свойства, которые характерны в данном напряжённом состоянии. Из всех способов механических испытаний наибольшее распространение имеют испытания на растяжение.

Цель работы – определение конструкционной прочности (предела прочности, предела пропорциональности, предела текучести и удельной работы деформации) металлов по результатам испытаний на растяжение.

2. Краткая теория

При растяжении образца на испытательных машинах фиксируются зависимости между приложенной нагрузкой F и абсолютным удлинением Δl образца, графическое представление которых называется *диаграммой растяжения*. Так как и нагрузка и абсолютное удлинение зависят от формы и размеров образцов, то количественное сравнение различных материалов в этих координатах невозможно.

Если нагрузку F отнести к исходному поперечному сечению образца S_0 , а удлинение Δl – к начальной расчётной длине l_0 , то получим диаграмму «напряжение σ – относительное удлинение ε », которая обычно называется *диаграммой деформаций* (см. рисунок 1). При этом нормальное напряжение есть $\sigma = F/S_0$ [Па], а относительное удлинение – $\varepsilon = \Delta l/l$.

Прямолинейные начальные участки диаграмм растяжения (рисунок 1, а, б, прямая 1) характеризуют область упругих деформаций, в которой при условии изотропии материалов справедлив закон Гука:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon, \quad (1)$$

где E – модуль Юнга, Па.

В пластичных материалах при напряжениях выше определённого значения происходит постепенный или резкий переход в область пластических деформаций. Дальнейшее повышение напряжения для металлических материалов приводит к упрочнению в результате пластической деформации, а для пластмасс – к ориентировке макромолекул, возникающей как следствие их вытягивания. Конечная точка диаграммы растяжения соответствует разрушению образца.

2.1 Комплекс свойств, получаемых при испытаниях образца на растяжение

При испытаниях на растяжение получают следующие характеристики материалов:

- предел пропорциональности $\sigma_{\text{пц}}$;
- предел текучести $\sigma_{\text{т}}$;
- условный предел текучести $\sigma_{0,2}$;
- предел прочности $\sigma_{\text{проч}}$;
- удельную работу деформации образца W_s .

На самом деле число характеристик материалов, получаемых при испытаниях на растяжение, значительно больше, однако в данной работе они не рассматриваются.

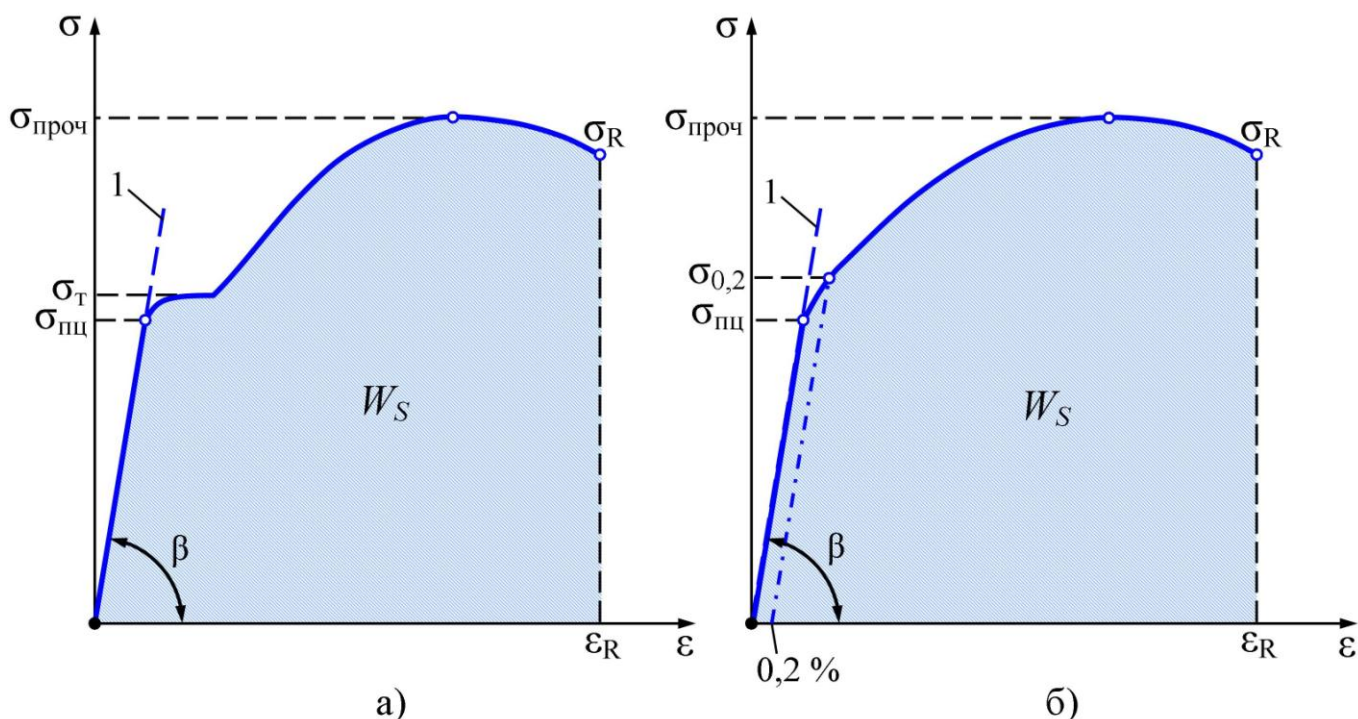


Рисунок 1 – Диаграммы деформаций и определяемые по ним характеристики:
а) диаграмма с чётко выраженной площадкой текучести; б) диаграмма без площадки текучести (1 – прямая Гука)

Предел пропорциональности. *Предел пропорциональности (упругости)* является максимальным напряжением, при котором после снятия нагрузки с образца остаточное изменение формы не возникает, т.е. изначальная форма образца восстанавливается. Точно определить это значение невозможно. Установлены стандартные способы его нахождения экспериментальным и графическим путями. При графическом определении необходимо установить значение напряжения, при котором $\text{tg}\beta$ уменьшается на 50 % своего максимального значения на линейном участке диаграммы. Для этой операции следует рассчитать

$$\text{tg}\beta_i = \frac{\Delta F_i}{\Delta(\Delta l_i)} = \frac{F_i - F_{i-1}}{\Delta l_i - \Delta l_{i-1}} \quad (2)$$

и проследить за его изменением.

Предел текучести. За пределом пропорциональности в материалах начинается пластическая деформация, поэтому кривые «напряжение–деформация» отклоняются от прямой. Соответствующее напряжение называют *пределом текучести*. Для некоторых материалов выше предела текучести деформация продолжает расти практически без увеличения напряжения, что на диаграмме выглядит практически как горизонтальный участок, называемый *площадкой текучести* (см. рисунок 1, а). Выше предела текучести в материале происходят необратимые изменения, вызванные перестройкой кристаллической решётки. При этом металл упрочняется, о чём свидетельствует дальнейшее возрастание напряжения при увеличении растягивающей силы.

Если во время испытания наблюдается падение нагрузки, то в этом случае различают верхний $\sigma_{\text{т.в.}}$ и нижний $\sigma_{\text{т.н.}}$ пределы текучести. Внезапное падение

нагрузки на площадке текучести объясняют особенностями кинетики движения и размножении дислокаций в поликристаллических материалах.

Для материалов без чётко выраженного участка текучести определяют *условный предел текучести* $\sigma_{0,2}$, который соответствует остаточной деформации 0,2 % (см. рисунок 1, б)

Предел прочности. Когда способность материала к деформации исчерпана, наступает разрушение, которое может происходить в зависимости от характера материала или в области поднимающейся части диаграммы растяжения, или после превышения максимальной нагрузки $F_{\text{макс}}$. Самые высокие нагрузки, определённые в обоих случаях и отнесённые к начальному поперечному сечению S_0 , называют *пределом прочности* $\sigma_{\text{проч}}$, или *временным сопротивлением разрушению*. Предел прочности на диаграмме растяжения соответствует точке, в которой касательная параллельна оси абсцисс. Это условие позволяет графически найти величину предела прочности.

Удельная работа деформации образца до разрушения. Данная характеристика прочности может быть определена путём нахождения площади, ограниченной кривой «напряжение–деформация»:

$$W_S = \int_{\varepsilon=0}^{\varepsilon=\varepsilon_R} \sigma(\varepsilon) d\varepsilon. \quad (3)$$

Удельная работа деформации, наряду с характеристиками пластичности, используется в качестве показателя, определяющего в какой-то мере вероятность хрупкого разрушения, а также для оценки обрабатываемости материалов.

3. Практическая часть

3.1 Порядок выполнения работы.

- 3.1.1 Получить у преподавателя вариант задания в соответствии с пунктом 3.2.
- 3.1.2 Оформить *протокол испытаний* образца согласно примеру оформления отчёта, рассчитав при этом ΔF_i , $\Delta(\Delta l_i)$ и $\text{tg}\beta_i$.
- 3.1.3 Построить диаграмму растяжения анализируемого материала в координатах «нагрузка F – абсолютное удлинение Δl ». Путём замены координатных осей превратить диаграмму растяжения в диаграмму деформации: $\sigma = f(\varepsilon)$.
- 3.1.4 Определить предел пропорциональности $\sigma_{\text{пп}}$ по значению $\text{tg}\beta_i$. Значение $\sigma_{\text{пп}}$ округлить до 3-х значащих цифр.
- 3.1.5 Определить графически по диаграмме деформации в зависимости от её вида пределы текучести $\sigma_{\text{Т}}$, $\sigma_{\text{Т.Н.}}$, $\sigma_{\text{Т.В.}}$ или условный предел текучести $\sigma_{0,2}$. Значения пределов округлить до 3-х значащих цифр.
- 3.1.6 Определить предел прочности $\sigma_{\text{проч}}$ по диаграмме деформации, используя графический метод. Округлить значение предела до 3-х значащих цифр.
- 3.1.7 Рассчитать площадь под кривой на диаграмме деформации и определить величину удельной работы деформации W_S .

3.2 Варианты заданий.

Для всех вариантов заданий (таблицы 3.2.1–3.2.4) использовались стержни из сталей различных марок.

Таблица 3.2.1

Номер варианта											
1			2			3			4		
Начальные размеры образца											
Площадь поперечного сечения S_0 , мм ²											
20,30			21,24			20,83			20,43		
Длина l_0 , мм											
25			25			25			25		
№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм
1	92	0,04	1	76	0,08	1	64	0,04	1	63	0,04
2	142	0,08	2	114	0,12	2	89	0,08	2	102	0,08
3	201	0,12	3	153	0,16	3	127	0,12	3	127	0,12
4	264	0,16	4	293	0,28	4	178	0,16	4	153	0,16
5	325	0,20	5	344	0,32	5	229	0,20	5	186	0,20
6	391	0,24	6	382	0,36	6	280	0,24	6	229	0,24
7	460	0,28	7	472	0,44	7	331	0,28	7	255	0,28
8	525	0,32	8	510	0,48	8	395	0,32	8	331	0,36
9	602	0,36	9	548	0,52	9	510	0,40	9	357	0,40
10	663	0,40	10	586	0,56	10	650	0,48	10	383	0,44
11	739	0,44	11	669	0,68	11	714	0,52	11	416	0,48
12	803	0,48	12	714	0,76	12	854	0,60	12	446	0,52
13	867	0,52	13	739	0,80	13	994	0,68	13	472	0,56
14	931	0,56	14	803	0,92	14	1071	0,72	14	497	0,60
15	982	0,60	15	867	1,04	15	1147	0,76	15	548	0,68
16	1045	0,64	16	893	1,08	16	1211	0,80	16	574	0,72
17	1096	0,68	17	918	1,12	17	1249	0,84	17	599	0,76
18	1160	0,72	18	963	1,20	18	1288	0,88	18	637	0,84
19	1211	0,76	19	998	1,24	19	1300	0,92	19	678	0,92
20	1262	0,80	20	1017	1,28	20	1320	1,00	20	714	1,00
21	1313	0,84	21	1030	1,32	21	1332	1,04	21	752	1,08
22	1351	0,88	22	1075	1,40	22	1332	1,08	22	790	1,16
23	1390	0,92	23	1088	1,44	23	1371	1,16	23	822	1,24
24	1415	0,96	24	1100	1,48	24	1390	1,20	24	867	1,36
25	1441	1,00	25	1126	1,56	25	1436	1,28	25	918	1,48
26	1460	1,04	26	1151	1,64	26	1453	1,32	26	944	1,60
27	1473	1,08	27	1164	1,72	27	1479	1,36	27	969	1,68
28	1473	1,12	28	1209	1,84	28	1517	1,44	28	995	1,76
29	1479	1,16	29	1222	1,92	29	1555	1,52	29	1020	1,88
30	1479	1,20	30	1228	1,96	30	1594	1,60	30	1045	2,00
31	1479	1,24	31	1234	2,00	31	1619	1,64	31	1071	2,12
32	1479	1,28	32	1241	2,04	32	1632	1,68	32	1086	2,24
33	1479	1,32	33	1240	2,12	33	1630	1,76	33	1096	2,32
34	1476	1,36	34	1239	2,16	34	1626	1,84	34	1109	2,40
35	1470	1,40	35	1237	2,20	35	1625	1,88	35	1109	2,48
36	1465	1,44	36	1233	2,28	36	1619	1,96	36	1108	2,56
37	1460	1,48	37	1222	2,36	37	1612	2,00	37	1106	2,64
38	1452	1,52	38	1215	2,44	38	1600	2,08	38	1102	2,72
39	1442	1,56	39	1200	2,48	39	1582	2,12	39	1095	2,80
40	1433	1,60	40	1181	2,56	40	1573	2,16	40	1076	2,88

Таблица 3.2.2

Номер варианта											
5			6			7			8		
Начальные размеры образца											
Площадь поперечного сечения S_0 , мм ²											
18,47			18,86			19,24			20,43		
Длина l_0 , мм											
25			25			25			25		
№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм
1	102	0,01	1	178	0,18	1	76	0,04	1	6,0	0,08
2	153	0,05	2	229	0,22	2	127	0,08	2	25,5	0,12
3	204	0,09	3	280	0,26	3	178	0,12	3	50,0	0,16
4	255	0,13	4	331	0,30	4	229	0,16	4	76,5	0,20
5	318	0,17	5	382	0,34	5	280	0,20	5	102	0,24
6	369	0,21	6	510	0,42	6	408	0,28	6	178	0,32
7	432	0,25	7	637	0,50	7	523	0,36	7	229	0,36
8	496	0,29	8	714	0,54	8	599	0,40	8	268	0,40
9	561	0,33	9	790	0,58	9	663	0,44	9	306	0,44
10	624	0,37	10	930	0,66	10	739	0,48	10	344	0,48
11	675	0,41	11	1007	0,70	11	816	0,52	11	382	0,52
12	733	0,45	12	1083	0,74	12	892	0,56	12	421	0,56
13	841	0,53	13	1160	0,78	13	956	0,60	13	459	0,60
14	969	0,61	14	1198	0,82	14	1020	0,64	14	497	0,64
15	1071	0,69	15	1236	0,86	15	1096	0,68	15	523	0,68
16	1147	0,77	16	1262	0,90	16	1172	0,72	16	580	0,76
17	1198	0,81	17	1274	0,94	17	1262	0,84	17	631	0,84
18	1275	0,89	18	1281	0,98	18	1300	0,88	18	708	0,96
19	1326	0,97	19	1288	1,02	19	1390	0,96	19	752	1,04
20	1364	1,05	20	1285	1,06	20	1431	1,00	20	765	1,08
21	1377	1,09	21	1300	1,10	21	1456	1,08	21	803	1,16
22	1383	1,13	22	1326	1,14	22	1482	1,16	22	854	1,24
23	1390	1,17	23	1358	1,18	23	1494	1,20	23	873	1,28
24	1399	1,21	24	1415	1,30	24	1504	1,24	24	919	1,40
25	1402	1,25	25	1504	1,46	25	1504	1,28	25	920	1,44
26	1402	1,33	26	1543	1,54	26	1504	1,36	26	922	1,48
27	1402	1,41	27	1581	1,62	27	1504	1,44	27	923	1,52
28	1402	1,45	28	1619	1,70	28	1498	1,52	28	923	1,56
29	1392	1,49	29	1683	1,86	29	1492	1,56	29	928	1,64
30	1389	1,53	30	1708	1,94	30	1492	1,60	30	932	1,72
31	1389	1,57	31	1734	2,02	31	1485	1,68	31	1084	1,88
32	1388	1,61	32	1762	2,10	32	1479	1,76	32	1147	2,20
33	1384	1,65	33	1785	2,18	33	1471	1,84	33	1204	2,48
34	1380	1,69	34	1810	2,26	34	1466	1,88	34	1224	2,68
35	1377	1,73	35	1823	2,34	35	1453	1,92	35	1249	2,88
36	1371	1,77	36	1844	2,42	36	1415	2,20	36	1262	3,08
37	1364	1,81	37	1881	2,58	37	1352	2,36	37	1288	3,48
38	1351	1,89	38	1875	3,02	38	1340	2,44	38	1278	3,88
39	1345	1,97	39	1871	3,10	39	1327	2,48	39	1226	4,48
40	1341	2,01	40	1868	3,14	40	1314	2,56	40	1203	5,08

Таблица 3.2.3

Номер варианта											
9			10			11			12		
Начальные размеры образца											
Площадь поперечного сечения S_0 , мм ²											
18,47			20,43			18,86			20,03		
Длина l_0 , мм											
25			25			25			25		
№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм
1	102	0,01	1	63	0,04	1	89	0,08	1	38	0,04
2	153	0,05	2	102	0,08	2	127	0,12	2	76	0,08
3	204	0,09	3	127	0,12	3	166	0,16	3	111	0,12
4	255	0,13	4	153	0,16	4	204	0,20	4	166	0,20
5	318	0,17	5	186	0,20	5	242	0,24	5	210	0,24
6	369	0,21	6	229	0,24	6	280	0,28	6	332	0,32
7	432	0,25	7	255	0,28	7	319	0,32	7	395	0,36
8	496	0,29	8	331	0,36	8	357	0,36	8	458	0,40
9	561	0,33	9	357	0,40	9	370	0,40	9	573	0,48
10	624	0,37	10	383	0,44	10	421	0,44	10	636	0,52
11	675	0,41	11	416	0,48	11	446	0,48	11	712	0,56
12	733	0,45	12	446	0,52	12	478	0,52	12	789	0,60
13	841	0,53	13	472	0,56	13	523	0,56	13	865	0,64
14	969	0,61	14	497	0,60	14	548	0,60	14	942	0,68
15	1071	0,69	15	548	0,68	15	580	0,64	15	1005	0,72
16	1147	0,77	16	574	0,72	16	612	0,68	16	1071	0,76
17	1198	0,81	17	599	0,76	17	631	0,72	17	1135	0,80
18	1275	0,89	18	637	0,84	18	663	0,76	18	1173	0,84
19	1326	0,97	19	678	0,92	19	682	0,80	19	1192	0,88
20	1364	1,05	20	714	1,00	20	701	0,84	20	1206	0,92
21	1377	1,09	21	752	1,08	21	727	0,88	21	1219	0,96
22	1383	1,13	22	790	1,16	22	749	0,92	22	1229	1,00
23	1390	1,17	23	822	1,24	23	762	0,96	23	1249	1,04
24	1399	1,21	24	867	1,36	24	787	1,00	24	1275	1,08
25	1402	1,25	25	918	1,48	25	813	1,04	25	1300	1,12
26	1402	1,33	26	944	1,60	26	828	1,08	26	1339	1,20
27	1402	1,41	27	969	1,68	27	854	1,12	27	1402	1,32
28	1402	1,45	28	995	1,76	28	881	1,20	28	1491	1,48
29	1392	1,49	29	1020	1,88	29	918	1,28	29	1530	1,56
30	1389	1,53	30	1045	2,00	30	969	1,40	30	1581	1,68
31	1389	1,57	31	1071	2,12	31	994	1,48	31	1606	1,76
32	1388	1,61	32	1086	2,24	32	1020	1,56	32	1657	1,88
33	1384	1,65	33	1096	2,32	33	1045	1,64	33	1683	1,96
34	1380	1,69	34	1109	2,40	34	1071	1,76	34	1708	2,04
35	1377	1,73	35	1122	2,48	35	1071	1,84	35	1734	2,12
36	1371	1,77	36	1128	2,56	36	1071	1,96	36	1734	2,24
37	1364	1,81	37	1128	2,7	37	1071	2,08	37	1730	2,34
38	1351	1,89	38	1121	2,9	38	1068	2,24	38	1725	2,44
39	1345	1,97	39	1109	3,1	39	1062	2,32	39	1718	2,52
40	1341	2,01	40	1105	3,3	40	1052	2,40	40	1706	2,60

Таблица 3.2.4

Номер варианта											
13			14			15			16		
Начальные размеры образца											
Площадь поперечного сечения S_0 , мм ²											
18,86			19,24			19,64			20,83		
Длина l_0 , мм											
25			25			25			25		
№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм	№	F , кгс	Δl , мм
1	89	0,08	1	102	0,02	1	89	0,10	1	64	0,04
2	127	0,12	2	127	0,04	2	127	0,14	2	89	0,08
3	166	0,16	3	178	0,08	3	172	0,18	3	127	0,12
4	204	0,20	4	229	0,12	4	217	0,22	4	178	0,16
5	242	0,24	5	280	0,16	5	268	0,26	5	229	0,20
6	280	0,28	6	344	0,20	6	319	0,30	6	280	0,24
7	319	0,32	7	407	0,24	7	369	0,34	7	331	0,28
8	357	0,36	8	458	0,28	8	421	0,38	8	395	0,32
9	370	0,40	9	521	0,32	9	484	0,42	9	510	0,40
10	421	0,44	10	584	0,36	10	561	0,46	10	650	0,48
11	446	0,48	11	635	0,40	11	612	0,50	11	714	0,52
12	478	0,52	12	699	0,44	12	675	0,54	12	854	0,60
13	523	0,56	13	761	0,48	13	752	0,58	13	994	0,68
14	548	0,60	14	824	0,52	14	816	0,62	14	1071	0,72
15	580	0,64	15	888	0,56	15	892	0,66	15	1147	0,76
16	612	0,68	16	926	0,60	16	969	0,68	16	1211	0,80
17	631	0,72	17	964	0,64	17	1020	0,74	17	1249	0,84
18	663	0,76	18	1020	0,68	18	1071	0,78	18	1288	0,88
19	682	0,80	19	1071	0,72	19	1122	0,82	19	1300	0,92
20	701	0,84	20	1122	0,76	20	1160	0,86	20	1320	1,00
21	727	0,88	21	1147	0,80	21	1186	0,9	21	1332	1,04
22	749	0,92	22	1183	0,84	22	1198	0,98	22	1332	1,08
23	762	0,96	23	1211	0,88	23	1224	1,02	23	1371	1,16
24	787	1,00	24	1237	0,92	24	1237	1,06	24	1390	1,20
25	813	1,04	25	1250	0,96	25	1224	1,10	25	1436	1,28
26	828	1,08	26	1275	1,02	26	1250	1,12	26	1453	1,32
27	854	1,12	27	1281	1,08	27	1268	1,14	27	1479	1,36
28	881	1,20	28	1283	1,12	28	1288	1,18	28	1517	1,44
29	918	1,28	29	1283	1,16	29	1326	1,26	29	1555	1,52
30	969	1,40	30	1283	1,20	30	1377	1,34	30	1594	1,60
31	994	1,48	31	1281	1,24	31	1415	1,42	31	1619	1,64
32	1020	1,56	32	1280	1,28	32	1453	1,50	32	1632	1,68
33	1045	1,64	33	1277	1,32	33	1453	1,58	33	1630	1,76
34	1071	1,76	34	1275	1,36	34	1453	1,66	34	1626	1,84
35	1096	1,84	35	1274	1,40	35	1452	1,74	35	1625	1,88
36	1122	1,96	36	1270	1,44	36	1452	1,82	36	1619	1,96
37	1147	2,08	37	1269	1,48	37	1450	1,90	37	1612	2,00
38	1142	2,24	38	1262	1,52	38	1447	1,98	38	1600	2,08
39	1138	2,42	39	1255	1,56	39	1442	2,06	39	1582	2,12
40	1120	2,62	40	1250	1,60	40	1438	2,10	40	1573	2,16

Требования к оформлению отчёта

Результаты выполнения студентом лабораторной работы представляются преподавателю в виде письменного отчёта, выполненного на листе формата А4 или близкого к нему формата. В отчёте обязательно указываются фамилия и инициалы студента, выполнившего работу, дата выполнения работы, номер лабораторной работы, её название, цель, а также указываются те исходные данные, которые были предоставлены преподавателем для выполнения работы. Далее заполняется протокол испытаний образца (см. ниже пример оформления отчёта), делаются необходимые расчёты. В отчёте обязательно отображаются диаграммы, построенные вручную, или с помощью компьютера и распечатанные на принтере. Далее отражается конечный результат, полученный в ходе выполнения работы. Отчёт о лабораторной работе обязательно завершается выводом, который делается на основании полученных студентом результатов.

Отчёт сдаётся преподавателю для проверки, и может быть не принят и отправлен на доработку в случае наличия ошибок, неполноты представленных промежуточных вычислений и т.п. После принятия отчёта преподавателем студент обязан пройти процедуру защиты выполненной им лабораторной работы, для того, чтобы она считалась зачтённой. По итогам проверки отчёта и защиты работы преподавателем выставляется оценка по работе, которая будет учитываться при вычислении итоговой оценки по данному спецкурсу.

Пример оформления отчёта

___. ___. 2016

(Ф.И.О.)

Лабораторная работа № ____

(название работы)

Цель: _____

Вариант № ____

Протокол испытаний

Исходные данные: $S_0 = \dots$
 $l_0 = \dots$

Номер испытания	F , кгс	Δl , мм	ΔF_i , кгс	$\Delta(\Delta l_i)$, мм	$\operatorname{tg} \beta_i$
1					
2					
...

Диаграмма растяжения



Диаграмма деформаций



Результат

$\sigma_{\text{пц}} = \dots$
 $\sigma_{\text{т}} = \dots$
 $\sigma_{0,2} = \dots$
 $\sigma_{\text{проч}} = \dots$
 $W_S = \dots$

Вывод
