

Педагогические аспекты обучения основам конструирования машин

05, май 2015

Ряховский О. А.^{1,*}

УДК: 621.81

¹Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

[*dm-rk-3@yandex.ru](mailto:dm-rk-3@yandex.ru)

Студент, приступающий к изучению дисциплины «Основы конструирования деталей и узлов машин» должен обладать достаточным объемом знаний по ранее изученным им дисциплинам, таким как «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Материаловедение», «Основы взаимозаменяемости», «Теория машин и механизмов», основы курса «Технология машиностроения», «Техническое черчение», «Техническая термодинамика», «Основы электротехники».

В рамках изучения основ конструирования будущие инженеры знакомятся не только с процессом создания отдельных деталей, узлов и сборочных единиц, но также осваивают различные причины отказов деталей передач, соединений и т.п., называемых критериями работоспособности. Перечислим некоторые из критериев работоспособности деталей и узлов машин: усталостная прочность при циклическом (переменным во времени) нагружении; прочность при статическом нагружении; сопротивление изнашиванию; долговечность узла машины в течение необходимого промежутка времени; способность работы при особых температурах; сопротивление появлению вредных вибраций и другие. Перечисленные факторы конструктор должен учитывать при проведении расчетов деталей и узлов машин.

Обучение студентов основам конструирования машин включает в себя различные виды работ. Прежде всего, это прослушивание в течение одного семестра курса лекций, состоящего из следующих разделов: соединение деталей в машинах; передача механической энергии с изменением скоростей и нагрузок; узлы и детали, обеспечивающие вращательное и поступательное движения деталей и узлов в машинах (например, валы, муфты, подшипники качения и скольжения, а также виды трения, изнашивания, смазывания и другое).

Одновременно с прослушиванием курса лекций студенты еженедельно выполняют лабораторные работы, во время которых они исследуют отдельные физические процессы в машинах, а также знакомятся с макетами передач, механизмов и конфигурацией отдельных деталей машин (например, зубчатые колёса, подшипники качения и скольжения, муфты, диски фрикционных муфт и т.п.). Выполненные лабораторные работы студенты оформляют в виде отчётов и защищают своему преподавателю.

В этом же семестре студенты должны выполнить два-три домашних задания. Для этого, каждый студент получает индивидуальное, отличное от других студентов группы, задание на бланке и выполняет его самостоятельно под руководством преподавателя.

На рис.1 представлен образец первого домашнего задания по расчёту соединений. В задании представлена расчётная схема конструкции винтового пресса с кратким описанием принципа действия, а также перечислены задачи, требующие решения студентом. В документе приведены восемь вариантов исходных данных.

Выполненные задания оформляются в виде пояснительной записки, включающей расчёты, список использованной литературы и выводы по сделанной работе.

Студент допускается к сдаче экзамена по курсу «Основы конструирования деталей и узлов машин» после успешной сдачи домашних заданий и выполнения всех лабораторных работ.

МГТУ им. Баумана	Кафедра РК-3	Задание на расчёт соединений
Студент	Группа	С 2 - 89

Настенный ручной винтовой пресс, разбивающий силу F , состоит из винта 1 и гайки 2, неподвижно закреплённой в корпусе пресса. Корпус выполнен сварным из накладок 3, угловой неравнополочной стали 4, втулок 5 и дриса 6. На торце винта размещена нажимная пятка 7. Винт выполнен из стали 45 улучшенной, гайка - из бронзы 010Ф1, детали корпуса и пятка - из стали Ст.3, сварка ручная электродами Э42А.

$D \approx 1,2d + 12\text{мм}; D_2 \approx 1,6D;$
 $h \approx 0,1H_r; d_T \approx 0,8d.$

- Определить:
 - размер «с» накладок корпуса из условия прочности по изгибу, приняв коэффициент запаса по отношению к пределу текучести $\beta_T = 2$;
 - диаметр d винта и высоту H_r гайки, назначив тип резьбы;
 - длину рукоятки $l_{рук}$;
- Проверить:
 - прочность клеевого соединения деталей 2 и 6;
 - прочность сварных швов N_1 , приняв катег. шва $K=3\text{мм}$;
- Выполнить расчёты для двух других способов фиксации гайки 2 в корпусе (один из них - соединение с натягом).
- Построить эпюры сил и моментов по длине винта.

Примечания: 1. При расчёте сварных швов трением в резьбе пренебречь. 2. При расчёте соединения с натягом дриса 6 условно принять за втулку с наружным диаметром $D_2 \approx 1,6D$.

Вариант		1	2	3	4	5	6	7	8
F , кН		3	4	5	6	7	8	9	10
l_{max} , мм		240	280	320	360	400	450	480	530
l_1 , мм		450	500	550	600	650	700	750	800
s , мм		8	10	10	12	12	12	15	15

Рис.1. Образец задания на расчёт соединений

Если студент по уважительным причинам не выполнил одну или несколько лабораторных работ, то обучающая кафедра предоставляет возможность отработки пропущенных учебных занятий.

С учётом выполненной работы студенту выставляется итоговая оценка за семестр, после чего он допускается к выполнению курсового проекта.

В следующем семестре каждый студент выполняет индивидуальный курсовой проект, приобретая, при этом, практические навыки основ конструирования машин.

На рис.2 представлен образец технического задания на курсовой проект. В представленном задании приведены: краткое описание и схема ленточного транспортёра, технические требования, исходные данные и содержание проекта. Документ содержит восемь вариантов исходных данных.

МГТУ им.Баумана		Кафедра РК-3																																																											
Студент	Группа	Консультант	Дата																																																										
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ 417 на проект ОПМ ч. II																																																													
<p>Г. ЛЕНТОЧНЫЙ ТРАНСПОРТЕР – машина непрерывного транспорта для горизонтального перемещения различных грузов, устанавливаемая в отапливаемом помещении. Спроектировать его привод, состоящий из асинхронного электродвигателя (1), ременной передачи (2) с натяжным устройством (3) и кожухом (4), цилиндрического редуктора (5), а также приводной вал с барабаном (6) штампованной конструкции и муфтой (7). Ведомый шкив установить на разгрузочную втулку (8). Исполнение двигателя 1М 1081, степень защиты IP44.</p>		<p>2. СХЕМА ЛЕНТОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА</p>																																																											
<p>3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ</p> <p>3.1. Электропитание от сети переменного 3-х фазного тока с частотой 50 Гц и напряжением 380 В. 3.2. Типовой режим нагружения 3.3. Расчетный ресурс часов при надежности подшипников качения 90%, зубчатых передач 98%. 3.4. Изготовление – серийное штук в год. 3.5. Приводная станция смонтирована на сварной раме транспортера.</p>																																																													
<p>4. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Параметр для расчета</th> <th rowspan="2">Формула</th> <th colspan="8">вариант</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Окружная сила</td> <td>$F_t, \text{кН}$</td> <td>2,5</td> <td>2,24</td> <td>3,5</td> <td>2,8</td> <td>3,8</td> <td>3,5</td> <td>5,0</td> <td>4,8</td> </tr> <tr> <td>Скорость ленты</td> <td>$V, \text{м/с}$</td> <td>0,8</td> <td>0,85</td> <td>0,9</td> <td>0,95</td> <td>1,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Диаметр барабана</td> <td>$D, \text{мм}$</td> <td>280</td> <td></td> <td>315</td> <td></td> <td>355</td> <td></td> <td>400</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Длина барабана</td> <td>$B, \text{мм}$</td> <td>400</td> <td></td> <td>450</td> <td></td> <td>500</td> <td></td> <td>630</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Параметр для расчета	Формула	вариант								1	2	3	4	5	6	7	8	Окружная сила	$F_t, \text{кН}$	2,5	2,24	3,5	2,8	3,8	3,5	5,0	4,8	Скорость ленты	$V, \text{м/с}$	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0				Диаметр барабана	$D, \text{мм}$	280		315		355		400		Длина барабана	$B, \text{мм}$	400		450		500		630	
Параметр для расчета	Формула	вариант																																																											
		1	2	3	4	5	6	7	8																																																				
Окружная сила	$F_t, \text{кН}$	2,5	2,24	3,5	2,8	3,8	3,5	5,0	4,8																																																				
Скорость ленты	$V, \text{м/с}$	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0																																																							
Диаметр барабана	$D, \text{мм}$	280		315		355		400																																																					
Длина барабана	$B, \text{мм}$	400		450		500		630																																																					
<p>5. РАЗРАБОТАТЬ:</p> <p>5.1. Общий вид (на стадии эскизного проекта)..... 1л (А1) 5.2. } 5.3. } (на стадии технического проекта) 3л (А1) 5.4. } 5.5. Рабочие чертежи 3...5 деталей (назначает конс.)... 1л (А1) 5.6. Расчетно-пояснительная записка и спецификации~30л (А4)</p>																																																													
<p>6. ЛИТЕРАТУРА:</p> <p style="text-align: right;">Автор ТЗ – Кафедра РК3</p>																																																													

Рис.2. Образец технического задания на курсовой проект

В процессе получения навыков конструктора студенту приходится использовать необычный для него вид памяти. Это связано с запоминанием геометрических образов отдельных деталей и механизмов, таких как вид фрикционных дисков муфты сцепления, подшипники качения и скольжения, конструкции отдельных муфт и многое другое.

Новые машины изначально создаются в виде чертежей и пояснительных записок к ним. При этом очень важно, чтобы конструктор, создавая чертеж, «видел» деталь, механизм, машину в целом, исполненные в металле.

При выполнении студентами курсовых проектов под руководством консультантов происходит активное освоение ими основ конструирования. Создавая фрагмент машины, студент обучается и умению читать непростые чертежи, и строгому выполнению чертежей в соответствии со стандартами на оформление чертежно-конструкторской документации.

На рис.4, и рис.5 представлены проекции сборочного чертежа зубчатого соосного редуктора со сварным корпусом. Чертежи выполнены студентами.

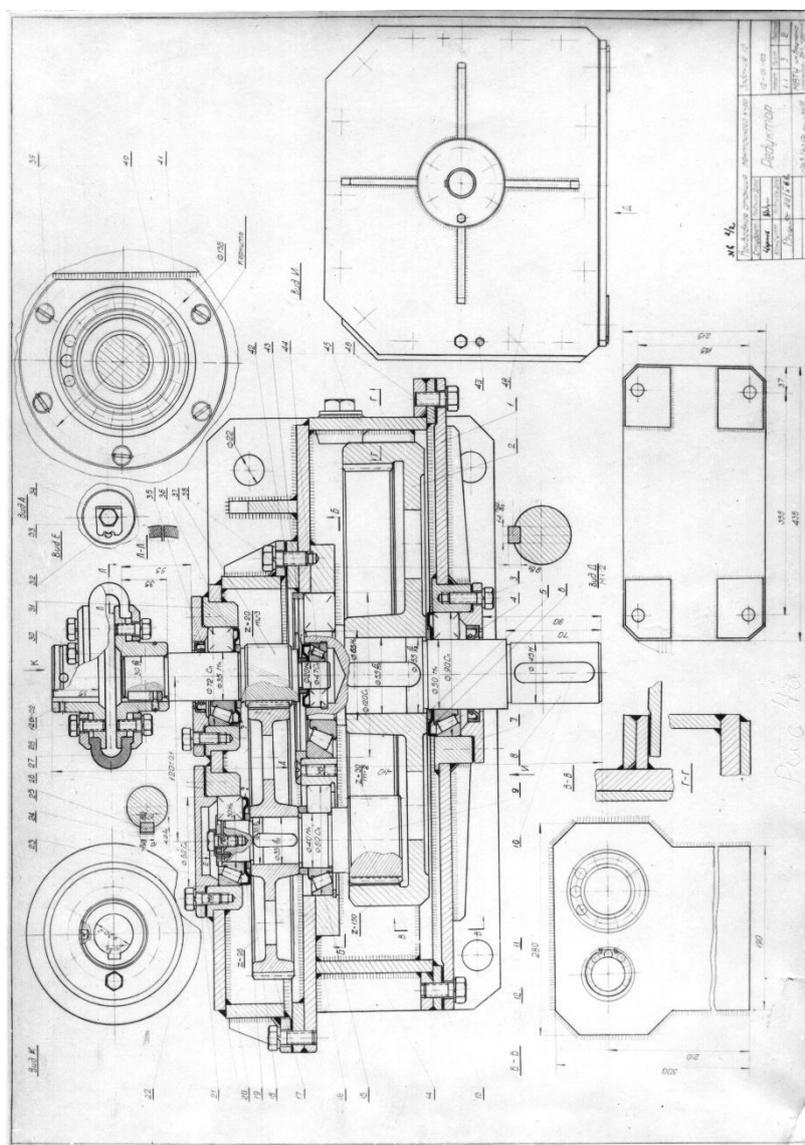


Рис. 4. Проекция сборочного чертежа зубчатого соосного редуктора со сварным корпусом (пример)

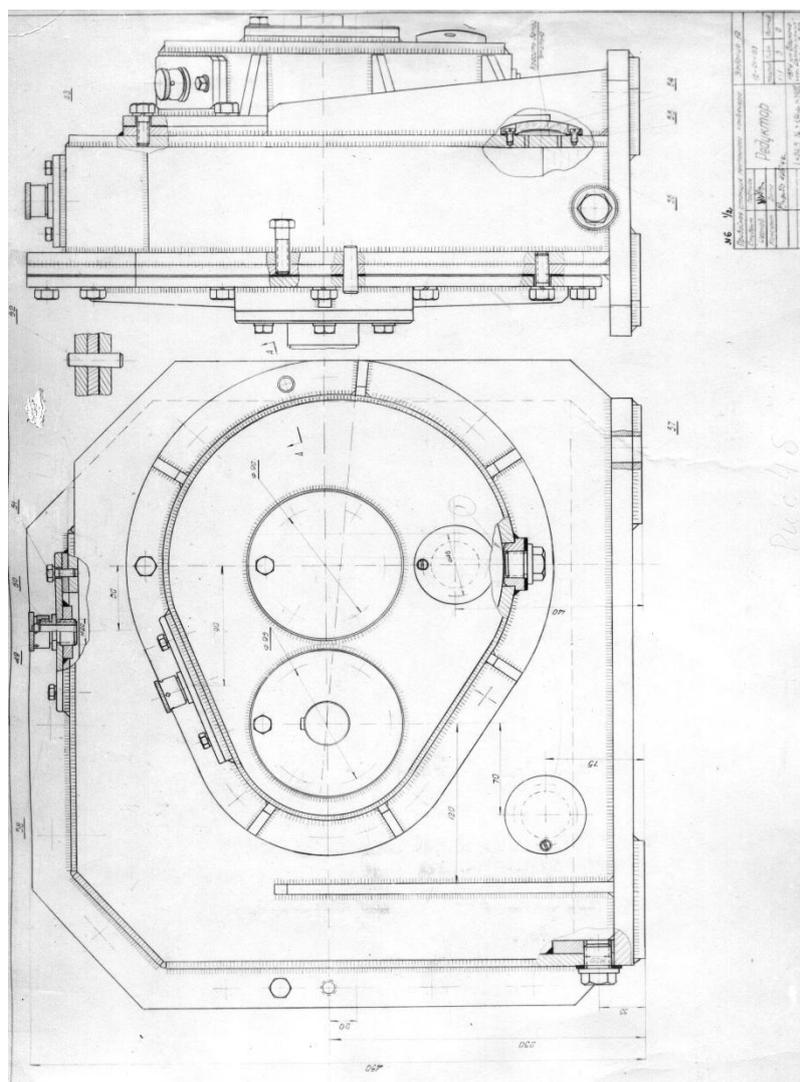


Рис. 5. Проекция сборочного чертежа зубчатого соосного редуктора со сварным корпусом (пример)

В процессе выполнения проекта студент получает дополнительные знания о правильной постановке размеров на чертежах, таких как, посадки на сопряженных деталях, допуски на размеры, например, на межосевые расстояния в зависимости от степени точности зубчатой передачи, на присоединительные размеры и т.п. При этом студент должен учитывать, что с повышением точности изготовления деталей усложняется процесс изготовления и существенно повышается стоимость.

Студенту необходимо знать о машиностроительных материалах, видах термообработки сталей и зависимости основных свойств материала детали (контактная прочность, сопротивление изнашиванию и др.) от твердости материала.

В процессе работы студент приобретает также навыки по правильному выбору масштаба изображения. Как правило, основные проекции сборочных чертежей нужно выполнить в масштабе 1:1 для возможности оценки размеров основных деталей. При этом другие проекции сборочного чертежа, на которых, в основном, показываются лишь формы

крышек, число и характер расположения крепежных винтов, следует выполнять в масштабе уменьшения.

К концу выполнения проекта студент должен четко представлять характер работы спроектированного им механизма, порядок монтажа и демонтажа механизма, основные контрольно-измерительные операции, такие как выверка концов валов соединяемых агрегатов и др.

На рис.6 представлена современная схема выверки соосности с применением лазерной и вычислительной техники.

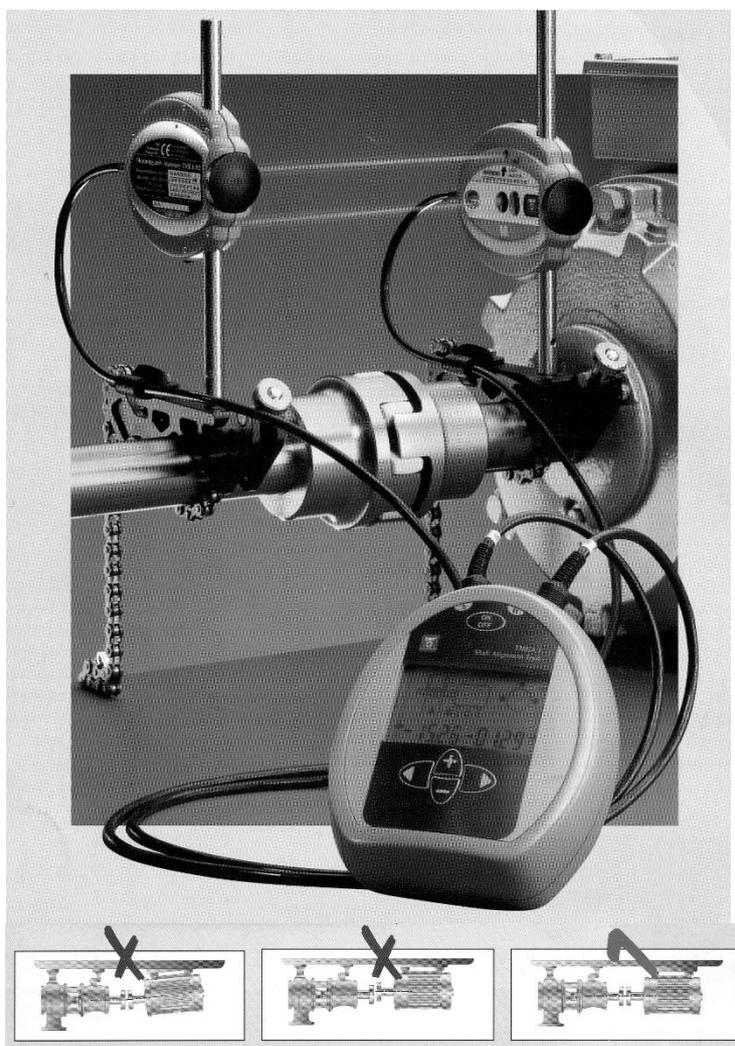


Рис. 6. Система выверки соосности

Большую сложность при расчётах представляет точное определение величин действующих нагрузок и характер их действия на детали и узлы машин.

В общем случае нагрузка на элементы конструкции складывается из полезной нагрузки, определяемой рабочим процессом машины, и дополнительными нагрузками, вызванными вибрациями от неточности изготовления, сборки и регулировки узлов машин.

Студенту при выполнении проекта необходимо разрешить проблему смазывания, вида смазочных материалов, рационального их применения и защиты трущихся поверхностей от загрязнения.

Список литературы

1. Андриенко Л.А., Байков Б.А., Захаров М.Н., Поляков С.А., Ряховский О.А., Тибанов В.П., Фомин М.В. Детали машин: Учебник для вузов / Под ред. О.А. Ряховского. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана. 2014. 465 с.
2. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. 12-е издание, стереотип. М.: Изд. центр «Академия». 2009. 496 с.
3. Решетов Д.Н. Детали машин. М.: Машиностроение. 1989. 496 с.