

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
РОССИИ**



**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
Кафедра приборостроения

Допущены  
к проведению занятий в 2016-2017 уч. году  
Заведующий кафедрой  
профессор Потапов А.И.

«   » сентября 2016 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

Для выполнения курсовой работы (проекта) по учебной дисциплине

**«КОНСТРУИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ»**

**Специальность (направление подготовки) 12.03.01 «Приборостроение»**

**Специализация (профиль) *Приборы и методы контроля качества и  
диагностики***

**Разработал: профессор Носов В.В.**

*Обсуждены и одобрены на заседании кафедры  
Протокол № 1 от 29 августа 2016 г*

**Санкт-Петербург**

**2016**

Цель курсового проектирования - формирование у студентов навыков самостоятельного конструирования приборных устройств с использованием ЭВМ, приобретение опыта по соединению расчетов и конструктивного воплощения при решении поставленных в техническом задании технических и эксплуатационных требований. Проект имеет характер творческой самостоятельной деятельности и является обязательным элементом, завершающим изучение курса "Конструирование измерительных приборов".

Тематика заданий на курсовое проектирование должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Максимально охватывать изучаемый курс и смежные общетехнические дисциплины.
2. Быть возможно ближе привязанной к профилю специальности.
3. Предусматривать возможность применения ЭВМ для оптимизации конструктивных решений.

Рекомендуется следующая тематика заданий:

1. Экспериментальная лабораторная установка для растяжения образца и измерения растягивающего усилия
2. Привод стола контрольно-измерительного прибора

Графическая часть проекта выполняется в объеме 5 листов формата А1 и содержит следующие чертежи: общий вид, кинематическую или принципиальную схему, габаритный или габаритно-монтажный чертеж, сборочные чертежи и рабочие чертежи деталей. Чертежи деталей выполняться с постановкой предельных отклонений на размеры, форму и взаимное расположение поверхностей и их шероховатостей.

Расчетно-пояснительная записка к проекту содержит расчеты и обоснование основных параметров конструкции. Объем расчетно-пояснительной записки 30-40 страниц. Проекты выполняются с использованием ЭВМ и включают математическую модель задачи, алгоритмы, результаты расчетов, эпюры, графики и чертежи.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ПО СОЗДАНИЮ И ИЗМЕРЕНИЮ РАСТЯГИВАЮЩЕГО УСИЛИЯ НА ОБРАЗЦЕ.**

Тематика технического задания на курсовой проект предусматривает возможность освоения студентами на практике основ конструирования наибольшего числа общих элементов приборов-преобразователей, передаточных механизмов и средств отображения информации. Удовлетворению этих требований отвечает проектирование установки по созданию и измерению растягивающего усилия на образец.

## ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ.

Определить основные геометрические параметры деталей лабораторной установки (рис. 1), предназначенной для создания и измерения растягивающего усилия на образце 1, выполнить рабочие чертежи пружины, червячного колеса, чертежи общего вида установки и сборочный чертёж узла червячного колеса. Максимальное значение усилия, действующее на образец, выбирается по одному из вариантов, приводимых в табл. 9.1. Данные по параметрам резьбы винтовой передачи и упорных подшипников приведены на рис. П.20-П.22 и табл.11-13. Общие требования к оформлению курсового проекта указаны в [14]

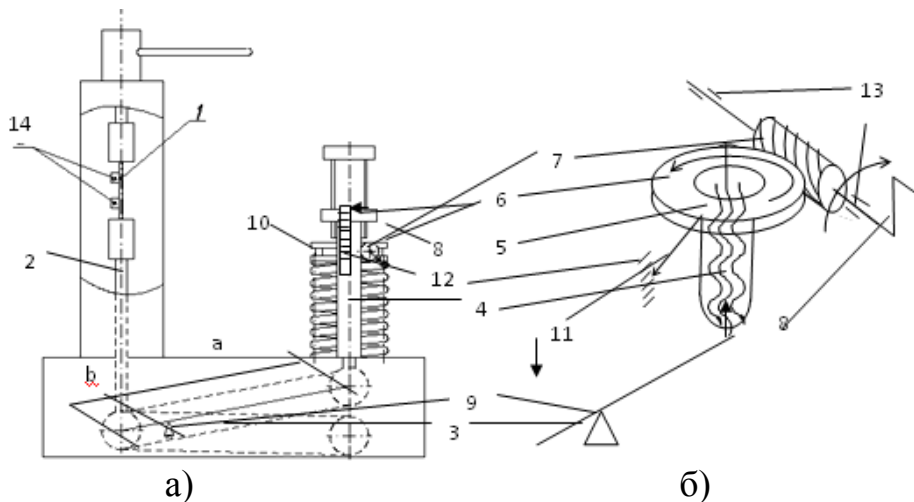


Рис. 1. Общий вид нагружающе-измерительного устройства (а) и кинематическая схема его передаточных механизмов (б)

1- образец, 2- тяга, 3- рычаг, 4-винт, 5-гайка, 6- червячное колесо, 7- червяк, 8- рукоятка, 9- опора, 10- пружина, 11-стрелка, 12- отсчётная шкала, 13- подшипники вала червяка, 14-преобразователи АЭ.

Табл. 1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сила, кН	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Сила, кН	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Сила, кН	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490

## ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЁТНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Основной задачей конструирования приборов является разработка технической документации, необходимой для изготовления и эксплуатации создаваемой конструкции. Получив техническое задание в виде

формулировки основного назначения изделия и кратких технических требований к нему, разрабатывают техническое предложение, в котором обосновывают предлагаемый вариант реализации задания. Затем разрабатывают эскизный проект, включающий в себя эскизную компоновку проектируемого изделия, обеспечивающую его наименьшие габариты, удобство сборки, регулировки, замены деталей или сборочных единиц при ремонте.

Экспериментальная установка представляет собой устройство, предназначенное для получения наиболее полной информации об исследуемом явлении или процессе на основе адекватного их воспроизведения в условиях максимально удобного за ними наблюдения и возможности оперативного управления. В основе работы приборов и экспериментальных установок лежит процесс измерения. Этот процесс характеризуется, с одной стороны, восприятием измеряемой физической величины, а с другой – присвоением ей определенного числового значения.

Определение основных геометрических параметров деталей заданной лабораторной установки производится посредством их расчёта на основе обработки данных описывающих работу установки и её узлов математических моделей. Построение математических моделей, в свою очередь, опирается на результаты физического и функционального моделирования.

Заданная установка выполняет две функции - силовую и измерительную. Общая силовая схема работы установки и принципа измерения растягивающего усилия (функциональная модель установки) показана на рис.2. Установка состоит из различных частей (узлов и деталей), функции которых подчинены функции всей установки.

Силовую функцию выполняют (начиная от образца):

- тяга,
- рычажный механизм,
- винтовая и червячная передачи,
- соединение гайки и червячного колеса по посадке с натягом,
- рукоятка,
- опоры с подшипниками качения,
- корпус узла червячной передачи,
- пружина;
- рама установки.

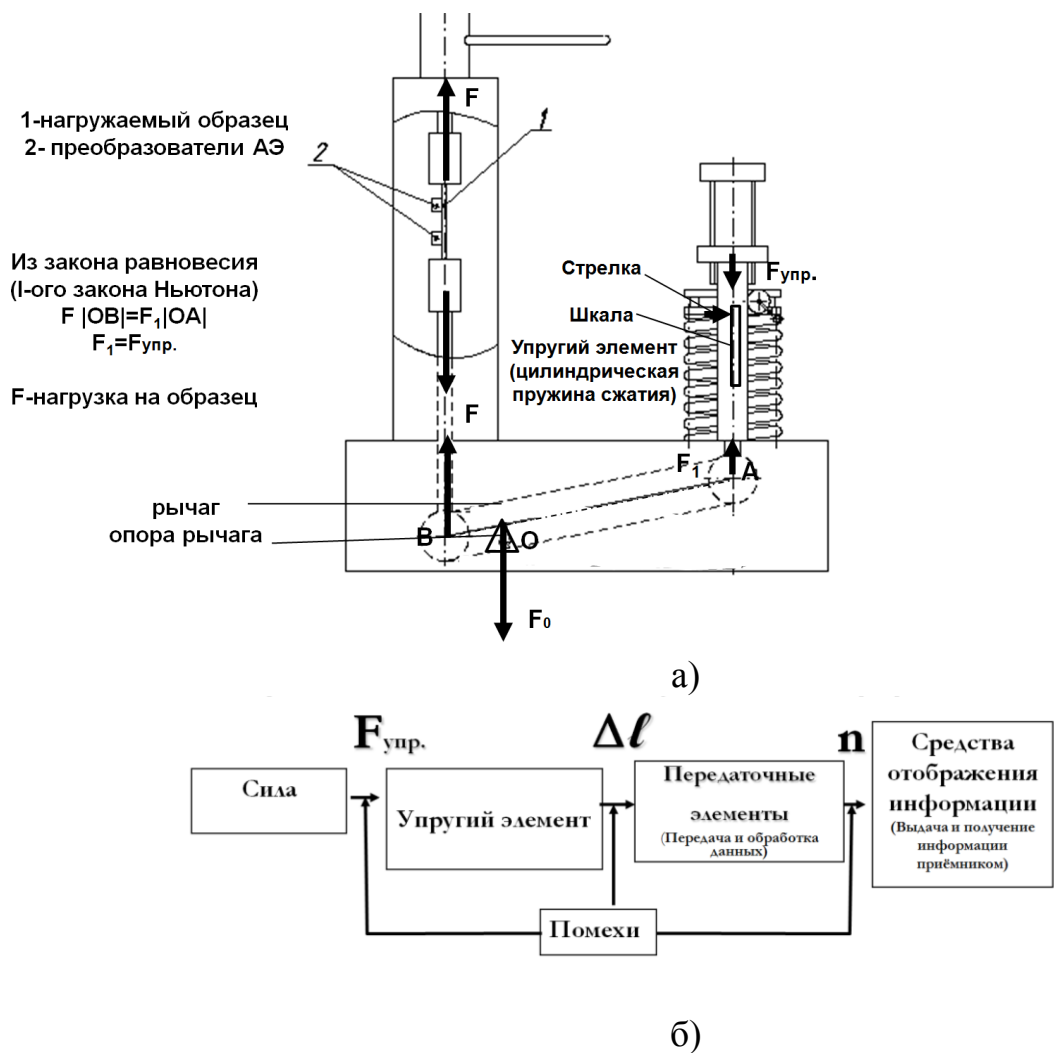


Рис. 2. Силовая схема лабораторной установки (а) и схема проведения измерений действующего на упругий элемент усилия (б)

Измеряемая сила  $F$  преобразуется с помощью рычажного и винтового механизмов в усилие на упругий элемент  $F_{\text{упр}}$  а далее в деформацию  $\Delta l$  с помощью упругого элемента на основе закона Гука, однозначно определяющего связь между силой и деформацией. Деформация пружины преобразуется в количество  $n$  делений с помощью стрелки и шкалы отсчётного устройства. Опишем функциональные модели элементов установки.

1) Рычаг служит для создания усилия на тяге, соединяющей захваты установки и шарнир короткого плеча рычажного механизма посредством увеличения усилия, действующего на шарнир длинного плеча рычага со стороны винта (рис.). Представляется жёсткой балкой прямоугольного поперечного сечения.

2) Винтовая передача состоит из винта и гайки, предназначена для преобразования подведённого к гайке момента в усилие на винте посредством взаимодействия деталей по винтовой поверхности. Это усилие поднимает винт вертикально вверх, винт принимает переданную ему энергию механического движения от гайки.

3) Винт, кроме создания осевого усилия, предназначен для его передачи шарниру рычага. Представляется в виде сложной детали цилиндрической формы с винтовой поверхностью.

4) Гайка, обслуживающая функцию винтовой передачи, воспринимает действующий по внешней цилиндрической поверхности гайки момент сил трения и реакцию опоры, передаваемую через упорный подшипник и корпус узла червячной передачи на чувствительный элемент установки (пружину сжатия). Гайка представляется втулкой с внутренней резьбой на сквозном отверстии и наружной цилиндрической поверхностью.

5) Червячная передача преобразует (увеличивает) момент, создаваемый рукояткой на червяке, в момент на червячном колесе. Состоит из червяка и червячного колеса, взаимодействующих по поверхностям зубьев червячного колеса и винтовой линии червяка.

6) Червячное колесо передаёт созданный на нём момент его соединению с гайкой.

7) Узел вала червяка. Вал червяка предназначен для передачи крутящего момента от рукоятки к червяку. Все остальные составляющие силового воздействия на вал червяка со стороны червячного колеса уравниваются реакциями опор вала, функцию которых выполняют радиально-упорные подшипники качения вала червяка.

8) Соединение гайки с колесом осуществляется посредством посадки с натягом.

9) Чувствительный упругий элемент в виде цилиндрической пружины выполняет функцию первичного и вторичного преобразователей (чувствительного элемента и усилителя), преобразующих действующее на него сжимающее усилие (первичная измеряемая величина) в достаточно большую и пригодную в дальнейшем для непосредственного сравнения с единицей длины деформацию.

10) Отсчётное устройство - совокупность деталей, предназначенных для зрительного определения измеряемой величины посредством наблюдения за положением указателя относительно системы штрихов и цифр, расположенных на шкале. Основными деталями отсчётных устройств являются шкалы и указатели.

11) Шкала - совокупность отметок (штрихов, цифр, букв), расположенных по прямой линии или по дуге окружности и изображающих ряд последовательных чисел, соответствующих значениям измеряемой величины. Деталь, на которую нанесена шкала, называется циферблатом.

12) Указатель - стрелка, которая занимает определённое положение относительно шкалы и тем самым отмечает численное значение измеряемой величины.

13) Рукоятка предназначена для преобразования усилия рук исследователя в крутящий момент, действующий на винт,

преодолевающий моменты сил сопротивления вращению.  
Представляется рычагом цилиндрической формы.

Исходя из сформулированных определений переходим к физической и математической моделям деталей, формулируя критерии их работоспособности и выражая их через определённые количественные соотношения. Определение неизвестных (как правило геометрических) параметров этих моделей составляют суть расчёта деталей установки. Рассмотрим конкретные примеры.