

Дата публикации 04.03.2026

УДК 378.4

**Рец С.М., Григорьева Е.В. Обобщение опыта проведения практического занятия по теме «Геометрические характеристики плоских сечений» с применением профиля проката**

**Рец Степан Михайлович**

студент направления подготовки  
«Электроэнергетика и электротехника»  
Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет  
РФ, г. Владивосток, stepanrec218@mail.ru

**Григорьева Елена Владимировна**

*к.т.н., доцент кафедры «Холодильная техника  
и инженерные системы»  
Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет  
РФ, г. Владивосток, lena\_13042006@mail.ru*

**Generalization of the experience of conducting a practical lesson on the topic  
"Geometric characteristics of flat sections" using a rolled profile**

**Retz Stepan Mikhailovich**

student of the specialty «Electric Power engineering  
and electrical engineering»  
*Far Eastern State Technical Fisheries University  
Russian Federation, Vladivostok, stepanrec218@mail.ru*

**Grigorieva Elena Vladimirovna**

*Cand. Sci (Tech), Associate Professor of the Department  
of Refrigeration Engineering and Engineering Systems  
Far Eastern State Technical Fisheries University  
Russian Federation, Vladivostok, lena\_13042006@mail.ru*

**Аннотация.** Статья выполнена на тему – «Обобщение опыта проведения практического занятия по теме «Геометрические характеристики плоских сечений» с применением профиля проката». Одна из проблем современного технического образования является плохая усвояемость умений и знаний при изучении общепрофессиональных учебных дисциплин. Решением данной проблемы может быть создание методической разработки по изучению одной из тем из курса учебной дисциплины «Сопrotивление материалов». Целью данной темы является разработка методики проведения практического занятия по теме «Геометрические характеристики плоских сечений» с применением профиля проката. Актуальностью данной работы является практико-ориентированность данной темы при проведении расчетов осей, валов и балок реальных объектов машиностроения и сооружений.

**Ключевые слова:** растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб, плоское сечение, методическая разработка

**Abstract.** The article is based on the topic "Generalization of the experience of conducting a practical lesson on the topic "Geometric characteristics of flat sections" using a rolled profile." One of the problems of modern technical education is the poor assimilation of skills and knowledge in the study of general professional academic disciplines. The solution to this problem may be to create a methodological development for the study of one of the topics from the course of the discipline "Resistance of materials". The purpose of this topic is to develop a methodology for conducting a practical lesson on the topic "Geometric characteristics of flat sections" using a rolled profile. The relevance of this work is the practice-oriented nature of this topic when calculating axes, shafts and beams of real engineering facilities and structures.

**Key words:** stretching and compression, shear, torsion, bending, flat section, methodological development

## **Введение**

Лекционные занятия не позволяют в полной мере достичь понимания той или иной учебной дисциплин. Тем более инженерное мышление[1] развивается в результате выполнения, какой либо логической задачи самостоятельно. При изучении темы – «Геометрические характеристики плоских сечений»[2], рассматривался пройденный материал при освоении учебной дисциплины «Теоретическая механика»[3]-[6] по теме «Центр тяжести». Тема «Геометрические характеристики плоских сечений» представляет собой базовый компонент при изучении последующих видов нагружений, таких как «Кручение»[7] и «Изгиб». Другие же виды деформированного состояния, такие как растяжение и сжатие[8],[9] не имеют учебных связей с данной темой, так как рассматривают явления, происходящие в брусе под действием продольной силы.

Целью данной темы является разработка методики проведения практического занятия по теме «Геометрические характеристики плоских сечений» с применением профиля проката. Актуальностью данной работы является практико-ориентированность данной темы при проведении расчетов осей, валов и балок реальных объектов машиностроения и сооружений. Данная тема построена на наглядности[10] площадей различных элементов деталей машин, сооружений и конструкций.

## Решение первой расчётно-графической задачи

Многие конструктивные элементы часто изготавливают из стандартного проката — уголков, двутавров, швеллеров и др. Все размеры, а также значения моментов инерции площадей и некоторых других геометрических характеристик прокатных профилей приведены в таблицах нормального сортамента. По данному разделу необходимо совместно с преподавателем две задачи[12].

По условию первой практической задачи необходимо определить момент инерции сечения, изображенного на рисунке 1, относительно его центральной оси  $x$ . Сечение составлено из вертикального листа (стенки)  $h = 400\text{мм}$ ,  $\delta = 10\text{мм}$  и четырех уголков  $75 \times 75 \times 8$ .

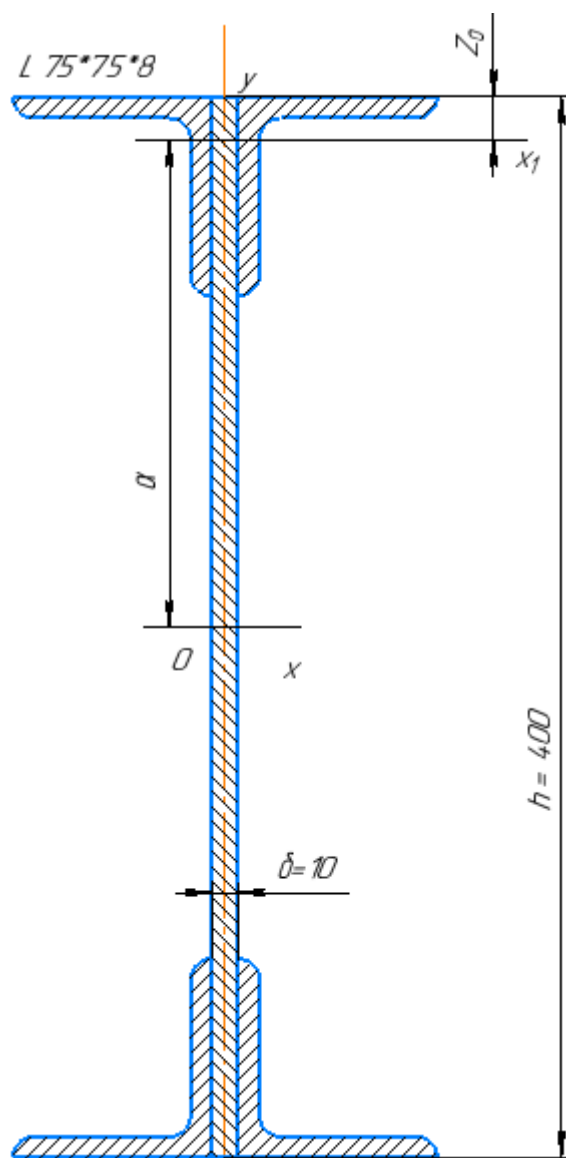


Рисунок 1 – Схема конструкции к первой задаче

Момент инерции сечения складывается из момента инерции стенки и моментов инерции четырех уголков:

$$J_x = J_{x \text{ ст}} + 4 \cdot J_{x \text{ уг}}, \quad (1)$$

Момент инерции вертикального листа (стенки):

$$J_{x \text{ ст}} = \frac{\delta \cdot h^3}{12} = \frac{10^{-2} \cdot (4 \cdot 10^{-1})^3}{12} = 5,33 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$$

Момент инерции уголка, пользуясь теоремой о моментах инерции относительно параллельных осей:

$$J_{x \text{ уг}} = J_{x1 \text{ уг}} + A_{\text{уг}} \cdot a^2, \quad (2)$$

Значение  $J_{x1 \text{ уг}}$  выбирается из таблиц сортамента, это момент инерции уголка относительно собственной центральной оси, параллельной одной из его полок. Для уголка 75x75x8 мм  $J_{x1 \text{ уг}} = 59,8 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$ . Значение  $a$  находим из выражения:

$$a = \frac{h}{2} - z_0, \quad (3)$$

где  $z_0 = 21,5 \text{ мм}$  — расстояние центра тяжести уголка от обушка.

$$a = \frac{4 \cdot 10^{-1}}{2} - 0,0215 = 0,1758 \text{ м}$$

Подставляя численные значения в формулу для момента инерции уголка и учитывая, что площадь сечения уголка  $A_{\text{уг}} = 11,5 \text{ см}^2$ , определяется значение момента инерции уголка:

$$J_{x \text{ уг}} = 59,8 \cdot 10^{-8} + 11,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1758 = 36,14 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$$

Значение момента инерции всего сечения:

$$J_x = 5,33 \cdot 10^{-5} + 4 \cdot 36,14 \cdot 10^{-6} = 198 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$$

## 2 Решение второй расчётно-графической задачи

По условию первой практической задачи, задана фигура (сечение), показанная на рисунке 2, симметрична относительно осей  $x$  и  $y$ , следовательно, эти оси будут главными центральными осями инерции. Необходимо вычислить моменты инерции сечения этой фигуры относительно главных центральных осей.

Вычисляем площадь планки  $E_{пл}=20 \cdot 4=80 \text{ см}^2=80 \cdot 10^{-4}$ .

Площадь сечения швеллера выбирается из таблиц по стандарту на прокатную сталь (ГОСТ 8240-56)

$$S_{шв}=30,6 \text{ см}^2=30,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2,$$

при этом  $Z_0=2,42 \text{ см}$ .

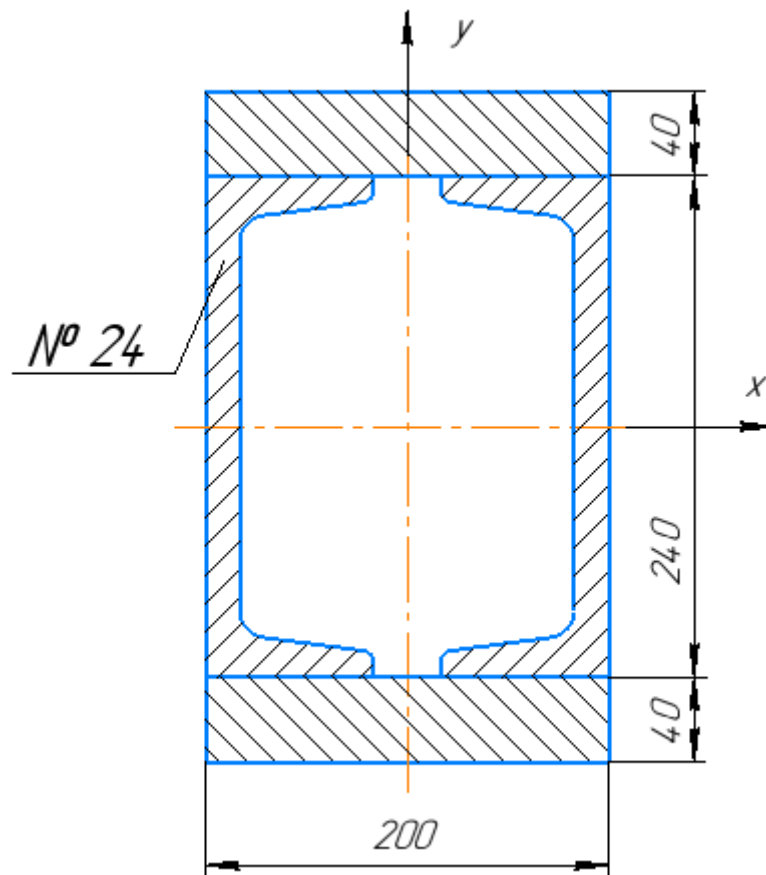


Рисунок 2 – Схема конструкции ко второй задаче

Вычисляем осевой момент инерции относительно оси  $x$ , определив предварительно расстояние от центральной оси всего сечения до центральных осей планки и швеллера:

$$a_1 = \frac{0,24}{2} + \frac{0,4}{2} = 0,14 \text{ м}$$

$$a_2 = \frac{0,2}{2} - z_0 = 0,10 - 0,0242 = 0,0758 \text{ м}.$$

$$I_x = 2I_{шв} + 20,2 \cdot 0,04312 + 0,2 \cdot 4 \cdot a_1^2 \quad (4)$$

$$I_x = 2 \cdot 2900 \cdot 10^{-8} + 2 \left( \frac{0,2 \cdot 0,04^3}{12} + 0,8 \cdot 0,14^2 \right) = 37,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4.$$

$$I_y = 2I_{y \text{ планки}} + 2I_{y \text{ шв}} + a^2 2F_{шв}, \quad (5)$$

$$I_y = 2 \frac{0,04 \cdot 0,2^3}{12} + 2(208 \cdot 10^{-8} + 0,0758^2 * 30,6 \cdot 10^{-8}) = 5,75 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4.$$

## Заключение

Учебный процесс по любой инженерной дисциплине должен состоять из двух основных компонентов: лекция и практическое занятие. Практическое занятие позволяет развить у студента или курсанта необходимое мышление для освоения специальных дисциплин. Также практическое занятие позволяет закрепить полученный материал, полученный в ходе изучения лекции.

Данная тема применяется на практики в таких отраслях как машиностроение и строительство зданий и сооружений. Без изучения данной темы невозможно изучение таких разделов учебной дисциплины «Соппротивление материалов» как кручение и изгиб.

## Список литературы

1. Крюков, А. А. Инженерное мышление как интегральный структурный компонент учебно-познавательной деятельности курсантов / А. А. Крюков // Социально-гуманитарные технологии. – 2024. – № 4(32). – С. 104-110.
2. Рец, С. М. Обобщение опыта проведения лекционного занятия по теме «Геометрические характеристики плоских сечений» / С. М. Рец, Е. В. Григорьева // Мир педагогики и психологии. – 2025. – № 11(112). – С. 346-352.
3. Борисов, К. А. Особенности преподавания темы «Введение в статику» в процессе обучения учебной дисциплины «Теоретическая механика» / К. А. Борисов, А. А. Крюков // Наука XXI века: технологии, управление, безопасность : Материалы III Национальной научной конференции, Курган, 13 мая 2024 года. – Курган: Курганский государственный университет, 2024. – С. 141-147.
4. Егоров, К. А. Обобщение опыта проведения занятий на тему «Плоская система сил» / К. А. Егоров, А. А. Крюков // Профессиональная ориентация. – 2024. – № 4-1. – С. 3-8.
5. Мизин, Д. А. Особенности преподавания темы «Связи и их реакции» в процессе обучения учебной дисциплины «Теоретическая механика» / Д. А. Мизин, А. А. Крюков // Наука XXI века: технологии, управление, безопасность : Материалы III Национальной научной конференции, Курган, 13 мая 2024 года. – Курган: Курганский государственный университет, 2024. – С. 174-180.

6. Егоров, К. А. Обобщение опыта проведения занятий на тему «Динамика материальной точки» / К. А. Егоров, А. А. Крюков // Мир педагогики и психологии. – 2024. – № 10(99). – С. 245-250.

7. Баклашов, Т. А. Проблема освоения тем "Сдвиг" и "Кручение" у курсантов мореходных специальностей / Т. А. Баклашов, А. А. Крюков // Актуальные проблемы развития судоходства и транспорта: Материалы III Национальной научно-технической конференции с международным участием, Владивосток, 20–21 ноября 2024 года. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2024. – С. 73-79.

8. Баклашов, Т. А. Обобщение опыта проведения занятий по темам «Растяжение и сжатие» / Т. А. Баклашов, А. А. Крюков // Мир педагогики и психологии. – 2024. – № 10(99). – С. 224-229.

9. Баклашов, Т. А. Обобщение опыта проведения занятий на тему «Основные понятия и определения сопротивления материалов» / Т. А. Баклашов, А. А. Крюков // Психология человека и общества. – 2024. – № 9(73). – С. 41-45.

10. Крюков, А. А. Обобщение опыта преподавания учебной дисциплины «Техническая механика» в вузе / А. А. Крюков // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы Национальной научно-технической конференции, Владивосток, 17–18 мая 2023 года. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2023. – С. 208-212.

11. Крюков, А. А. Наглядность на занятиях по учебной дисциплине "Техническая механика" / А. А. Крюков, Д. Ю. Проскура // Актуальные проблемы развития судоходства и транспорта: Материалы Национальной научно-технической конференции с международным участием, Владивосток, 15–16 ноября 2023 года. – Владивосток: Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2023. – С. 94-98.

#### Список источников

12. Мовнин М.С. Основы технической механики. Санкт-Петербург: Политехника, 2013. – 286с.