

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В.И. Ленина»

Определение деформационных характеристик пластины на упругом основании

Выполнила:
студентка гр. 5 – 33 Мясникова Е.О.

Руководил:
к. т. н., доц. Ноздрин М. А.

Иваново 2015 г.

Цель дипломного проекта - определение теоретическими и экспериментальными методами влияния упругого основания на деформационные характеристики пластины.

Эксперимент №1

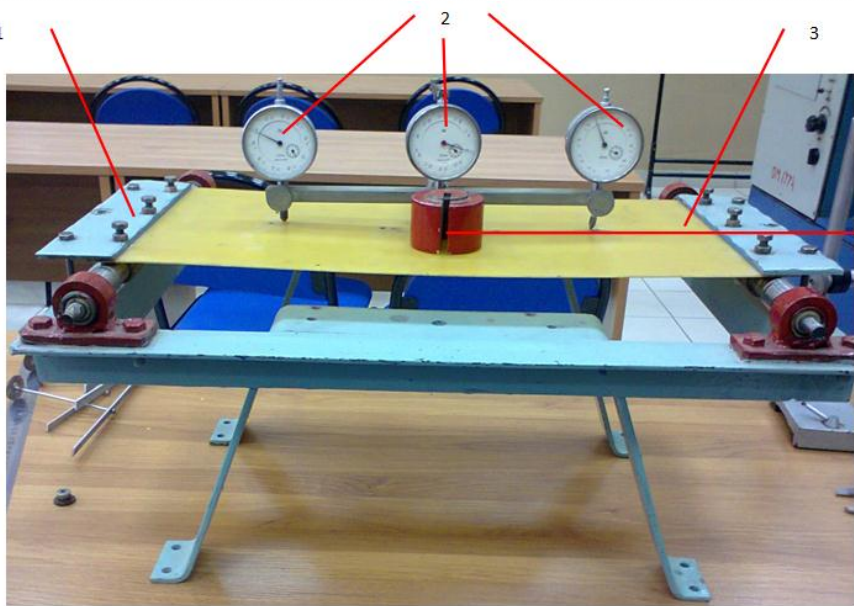


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – металлическая подставка; 2 – три индикатора перемещений; 3 – пластина; 4 – груз;

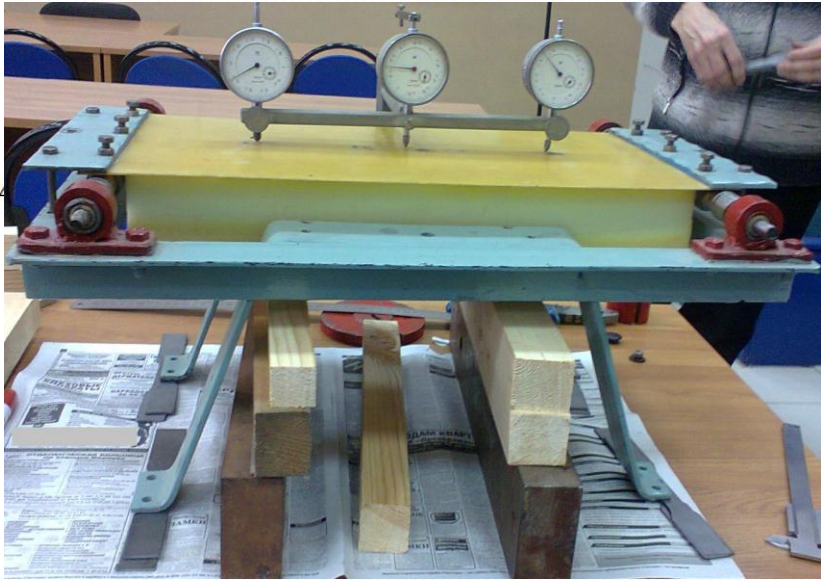


Рис. 2. Схема экспериментальной установки.

Таблица 1. Результаты эксперимента.

Нагрузка $P = 4.9 \text{ Н}$		Пластина	Пластина + постель
Прогибы $w_{\text{шш}}$, мм (обе опоры – шарнирные)	w1	0.9	0.15
	w2	1.8	0.39
	w3	0.93	0.17
Прогибы $w_{\text{жш}}$, мм (одна опора жесткая, другая шарнирная)	w1	0.42	0.12
	w2	0.88	0.37
	w3	0.39	0.15
Прогибы $w_{\text{жж}}$, мм (обе опоры – жесткие)	w1	0.72	0.15
	w2	1.64	0.37
	w3	0.91	0.15

Эксперимент № 3:

$$k = \frac{q}{w}$$

где q – распределённая нагрузка;
 w – перемещения (осадка).

Таблица 2. Результаты эксперимента

№ участка	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прогиб z, мм	2	1.8	1.5	1.7	2	1.8	2.3	1.6	1.1

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1.2	1.1	1.1	1.5	1.7	2	1.9	2	1.8	2	1.8	1.9

Рассчитаем коэффициент постели упругого основания в каждом участке:

$$K_1 = \frac{P}{z \cdot S}$$

где P [Н] – сила; z [мм] – прогиб; S [мм²] – площадь основания.

$$K_c = \frac{\sum K}{21} = 0.074 \text{ Н/см}^3.$$

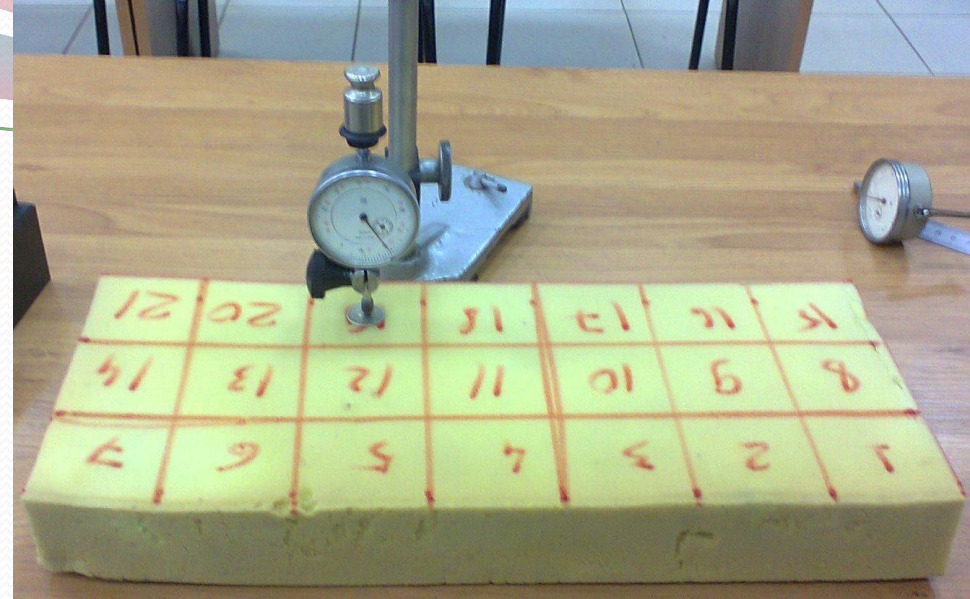


Рис. 3. Упругое основание

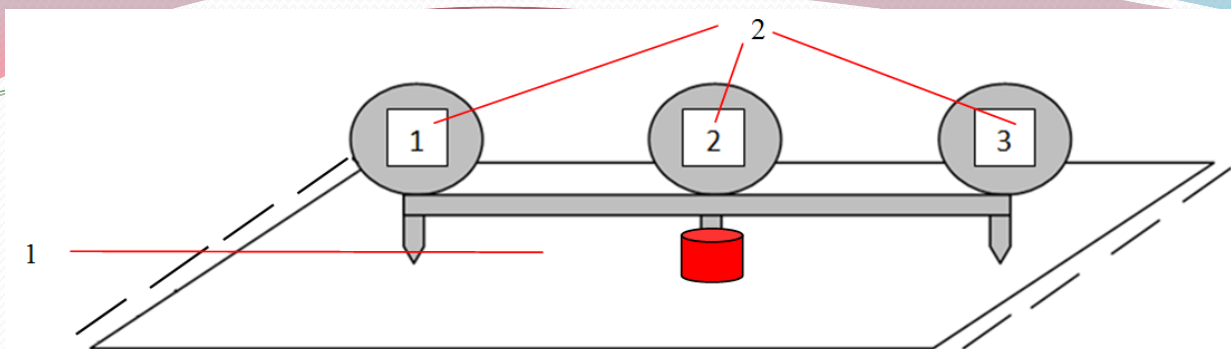


Рис. 1. Схематическое изображение пластины с шарнирным закреплением без упругого основания : 1 – пластина; 2 – стрелочные индикаторы

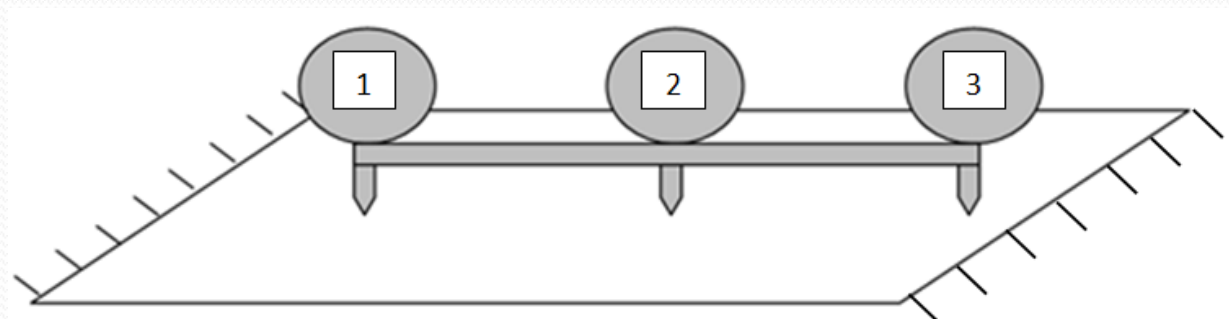


Рис. 2. Схематическое изображение пластины с жестким закреплением без упругого основания.

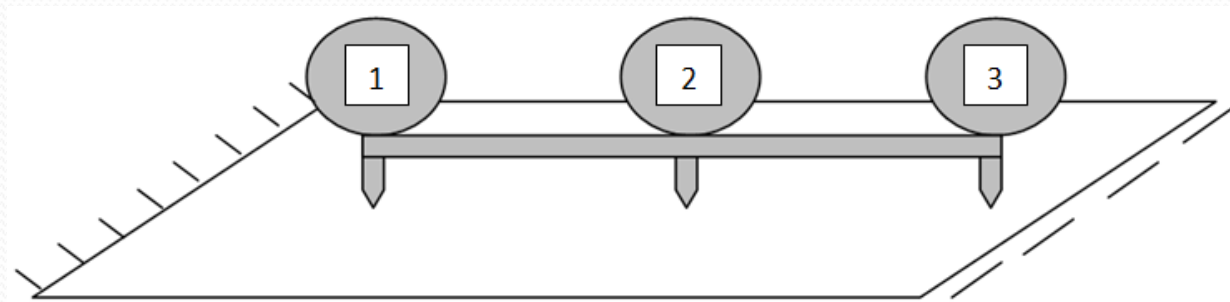


Рис. 3. Схематическое изображение пластины с жестко - шарнирным закреплением без упругого основания

Расчет пластины без упругого основания с числовыми коэффициентами по методу сеток

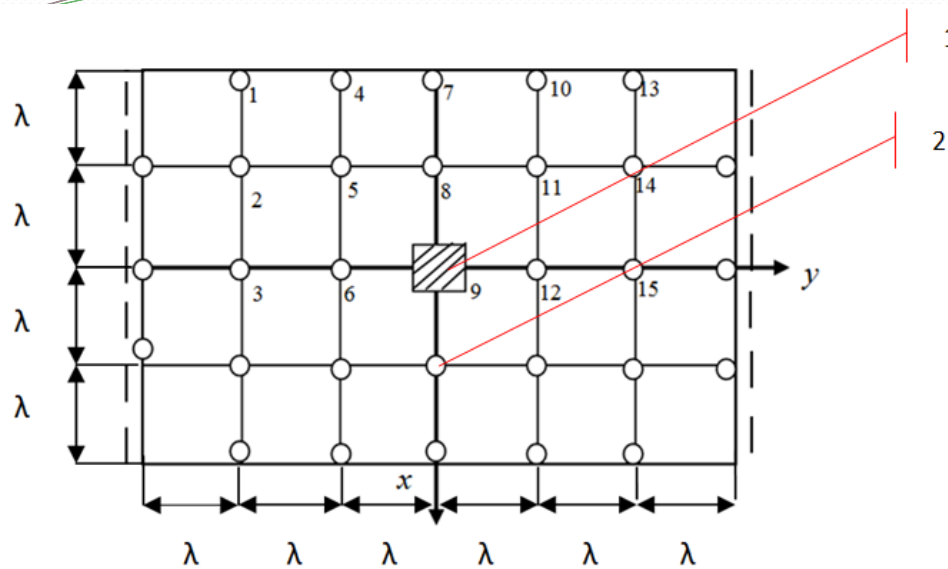


Рис. 2. Расчетная модель прямоугольной пластины с шарнирным закреплением:
1 – груз, 2 – узлы сетки.

$$\lambda = 55 \text{ мм (5.5 см);}$$

$$D = \frac{E \delta^3}{12(1-\nu^2)} = \frac{3.3 \cdot 10^4 \cdot 0.16^3}{12(1-0.15^2)} = 11.523 \text{ кг*см}^2;$$

Точка 2

$$w = 0.09596 \frac{5 \cdot 5.5^2}{D} = 0.126 \text{ см (1.3 мм)}$$

Точка 8

$$w = 0.1873 \frac{5 \cdot 5.5^2}{D} = 0.25 \text{ см (2.5 мм)}$$

Точка 14

$$w = 0.09596 \frac{5 \cdot 5.5^2}{D} = 0.12 \text{ см (1.3 мм)}$$

Величины прогибов определяются по формуле:

$$w = \frac{P \lambda^2}{D}$$

где, λ – размер в плане квадрата сетки, нанесенной на пластину, см;

P – величина сосредоточенной силы, кг;

D – цилиндрическая жесткость пластины кг*см²;

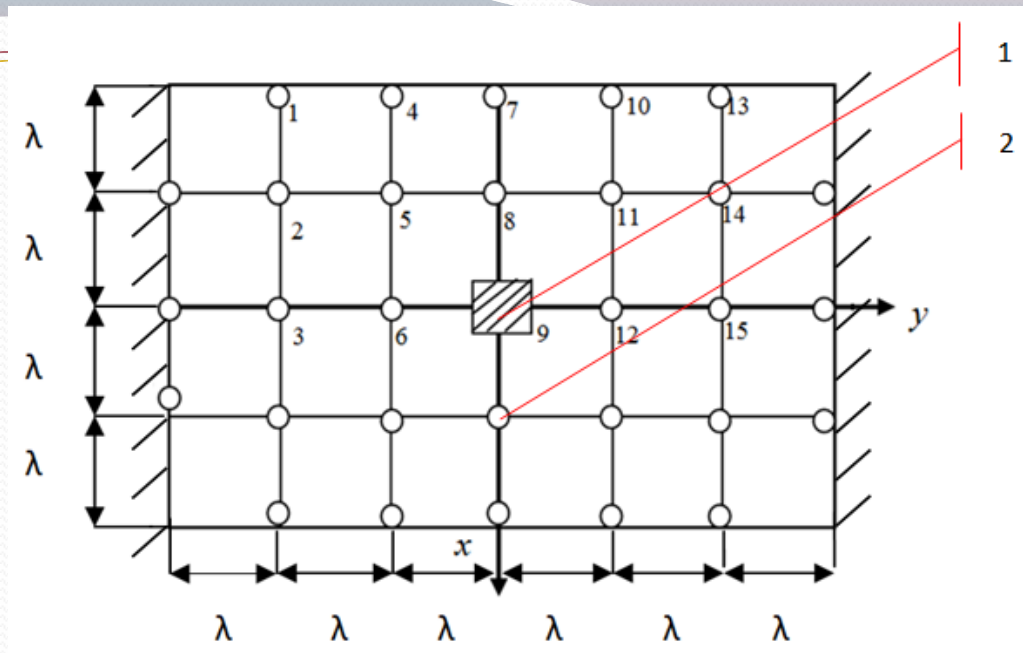


Рис. 2. Расчетная модель прямоугольной пластины жестким закреплением:
1 – груз, 2 – узлы сетки.

Точка 2 $w = 0.0382 * \frac{0.5 * 5.5^2}{11.523} = 0.05 \text{ см (0.5мм)}$

Точка 8 $w = 0.1507 \frac{0.5 * 5.5^2}{11.523} = 0.198 \text{ с (1,9мм)}$

Точка 14 $w = 0.0382 \frac{0.5 * 5.5^2}{11.523} = 0.05 \text{ см (0.5мм)}$

Результаты расчета пластины без упругого основания в программном комплексе ANSYS

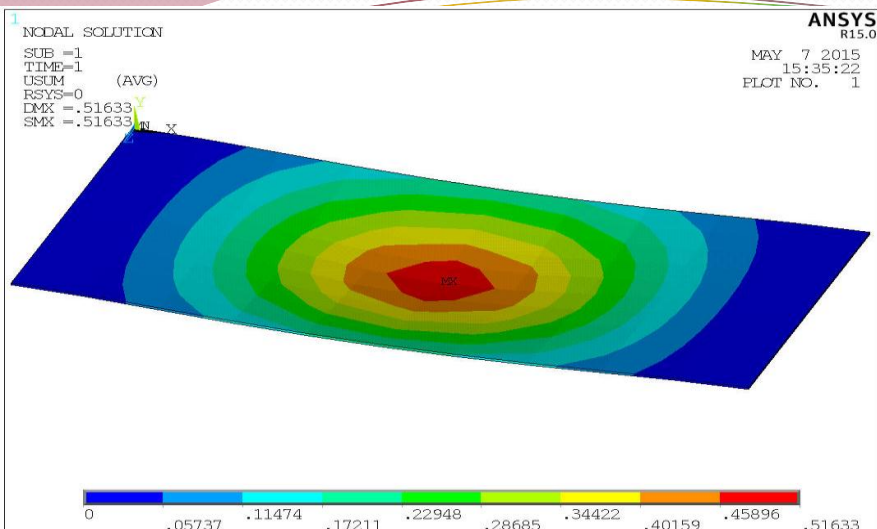


Рис. 1. Результат расчета прогиба пластины с шарнирным закреплением, без упругого основания в программном комплексе ANSYS

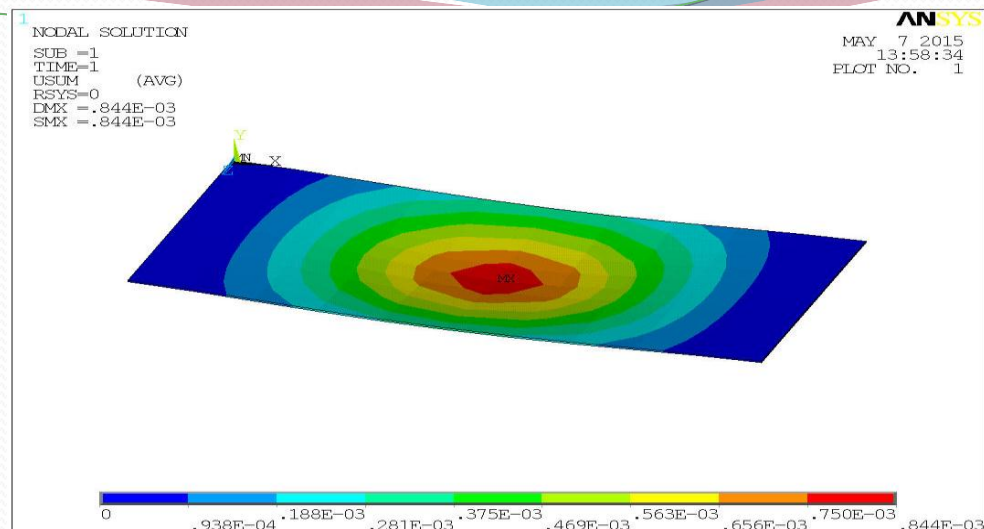


Рис. 2. Результат расчета прогиба пластины с жестким закреплением, без упругого основания в программном комплексе ANSYS.

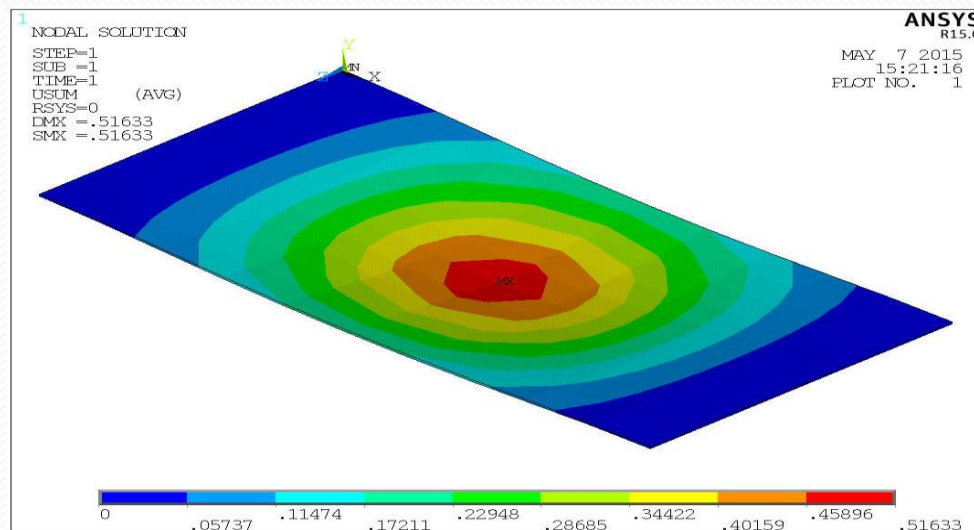
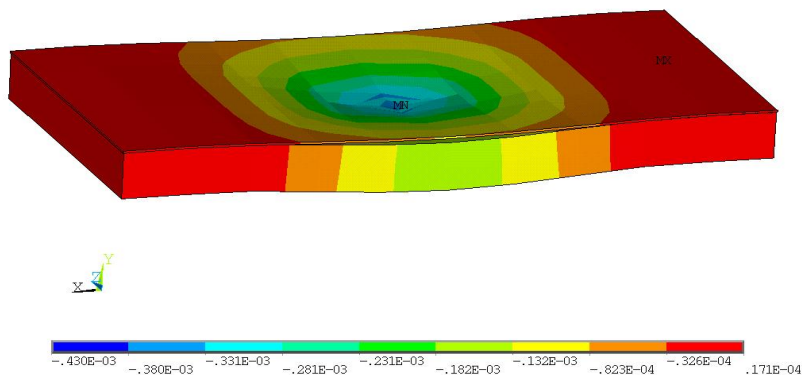


Рис. 3. Результат расчета прогиба пластины с жестко - шарнирным закреплением, без упругого основания в программном комплексе ANSYS

Результаты расчета пластины на упругом основании в программном комплексе ANSYS

NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =1
TIME=1
UY (AVG)
RSYS=0
DMX =.430E-03
SMN =-.430E-03
SMX =.171E-04

ANSYS
R15.0
PLOT NO. 1



NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =1
TIME=1
UY (AVG)
RSYS=0
DMX =.428E-03
SMN =-.428E-03
SMX =.140E-04

ANSYS
R15.0
PLOT NO. 1

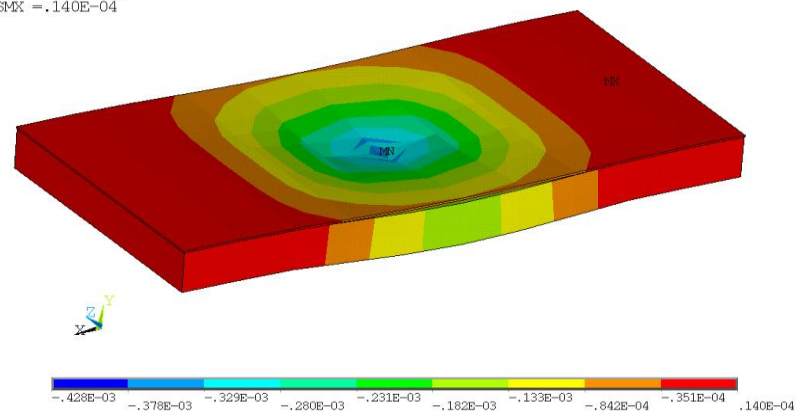


Рис. 5. Продольное перемещение пластины на упругом основании с шарнирным закреплением .

Рис. 6. Продольное перемещение пластины на упругом основании с жестко - шарнирным закреплением .

NODAL SOLUTION
STEP=1
SUB =1
TIME=1
UY (AVG)
RSYS=0
DMX =.429E-03
SMN =-.429E-03
SMX =.171E-04

ANSYS
R15.0
PLOT NO. 1

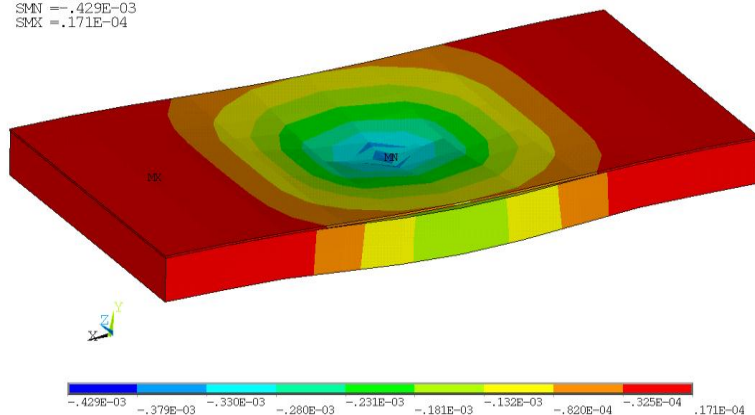


Рис. 7. Продольное перемещение пластины на упругом основании с жестким закреплением.

Результаты прогибов пластины без упругого основания

Таблица 3. Результаты прогибов пластины без упругого основания.

	Эксперимент		Численное решение		ANSYS	
Прогибы $w_{шш}$, мм (обе опоры – шарнирные)	w1	0.9	w1	1.3	w1	0.12
	w2	1.8	w2	2.5	w2	0.5
	w3	0.93	w3	1.3	w3	0.12
Прогибы $w_{жш}$, мм (одна опора жесткая, другая шарнирная)	w1	0.42	w1	0.5	w1	0.2
	w2	0.88	w2	1.9	w2	0.84
	w3	0.39	w3	0.5	w3	0.2
Прогибы $w_{жж}$, мм (обе опоры – жесткие)	w1	0.72	w1	–	w1	0.12
	w2	1.64	w2	–	w2	0.52
	w3	0.91	w3	–	w3	0.12

Таблица 4. Результаты прогибов пластины на упругом основании.

	Эксперимент		ANSYS	
Прогибы $w_{шш}$, мм (обе опоры – шарнирные)	w1	0.15	w1	0.13
	w2	0.39	w2	0.43
	w3	0.17	w3	0.13
Прогибы $w_{жш}$, мм (одна опора жесткая, другая шарнирная)	w1	0.12	w1	0.132
	w2	0.37	w2	0.429
	w3	0.15	w3	0.132
Прогибы $w_{жж}$, мм (обе опоры – жесткие)	w1	0.15	w1	0.133
	w2	0.37	w2	0.428
	w3	0.15	w3	0.133

В разделе «Безопасность и экологичность проекта» для обеспечения оптимальных условий работы в лаборатории кафедры ТиПМ рассмотрены потенциальные опасности и меры по их предотвращению при эксплуатации.

В данной работе преимущественно присутствуют **вредные производственные факторы**.

- не достаточная освещенность;
- шум и вибрация;
- температура, относительная влажность и скорость движения воздуха;

Опасными производственными факторами можно считать:

- наличие концентрации пыли и газа;
 - наличие и интенсивность вредных излучений (радиационные, тепловые);
- возможность возникновения пожароопасной ситуации.

Экологическая часть проекта.

Для того, чтобы улучшить экологическую ситуацию, необходимо, экономить электроэнергию, не оставлять включенное оборудование в сети, не работая на нем, выключать искусственное освещение, когда присутствует хорошая естественная освещенность

Расчет себестоимости лабораторной установки

В экономической части дипломного проекта проведен расчет себестоимости лабораторной установки, используемой в данной работе. На основании этого расчета можно рассмотреть варианты упрощения и удешевления проекта.

Таблица 5. Материальные затраты на комплектующие

Наименование	Количество, шт.	Цена, руб.	Общая сумма
Основные материалы:			
1. Пластина – стеклотекстолит	1	11.2585 руб.	4587.0585 руб.
2. Груз – сталь	1	316 руб.	
3. Упругое основание – паралон	1	10.8 руб.	
4. Металлическая подставка	1	638 руб.	
5. Стрелочный индикатор	3	353 руб.	

Таблица 9. Калькуляция себестоимости изделия

Статьи затрат		Сумма затрат, руб.
1	Основные материалы	4 587.0585
2	Основная заработная плата производственных рабочих	46 000
3	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	4 600
4	Отчисление на страховые взносы	15 180
5	Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования	32 200
6	Накладные расходы	138 000
Полная себестоимость изделия		240 567.0585
Оптовая цена изделия		277 263. 73

Выводы:

1. Был разработан экспериментальный стенд, который позволяет проводить учебно – исследовательские работы по исследованию деформационного состояния при изгибе пластины без упругого основания и при его наличии с различными граничными условиями, при изучении дисциплины – механика сплошной среды.
2. Используя численные методы механики, получены расчетные значения деформированного состояния пластины при изгибе с различными граничными условиями.
3. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили работоспособность стенда и достаточно близкое соответствие результатов расчета и эксперимента.
4. Преимуществами стенда является его компактность и возможность настольного индивидуального использования, наглядность и удобства в эксплуатации, в том числе по соблюдению раздела техники безопасности.