

Работа 8 : ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ В ЛИШНИХ СВЯЗЯХ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМОЙ БАЛКИ.

Цель работы : опытное определение момента защемления однопролётной статически неопределимой балки и сравнение её с теоретическими результатами.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ : В этом случае , если условия закрепления таковы , что число реакций превышает число уравнений статического равновесия балки , задача изгиба становится статически неопределимой. Для определения так называемых « лишних » неизвестных необходимо рассмотреть равновесие балки и получить нужное число уравнений , дополнительных к уравнениям статике . Так например , балка , изображенная на рис. 2.8. является статически неопределимой ввиду того , что для определения трёх опорных реакций : реакции R_A и R_B и реакции момента заделки , мы можем записать лишь два уравнения равновесия . Например :

$$\sum m_0 m_A = 0; R_B * L - F_1 * a - F_2 * (a+b) + M_A = 0$$
$$\sum m_0 m_A = 0; R_A * L - M_A - F_1 * (b+a) - F_2 * c = 0$$

где $L = a + b + c$

Одну из этих реакций мы можем принять за « лишнюю » неизвестную, например реакцию R_B , тогда получим основную , статически определимую систему (рис.2.8б.) т.е. статически определимую балку, защемлённую концом А и нагруженную силами F_1, F_2 , а на свободном конце неизвестную пока силу реакции R_B . Таким образом, действие на балку опоры В заменяем силой R_B . Значение определяем из условия , чтобы прогиб точки В балки, защемлённой одним концом, под действием заданных сил и неизвестных сил был равен нулю , т.е. по методу сил. Дополнительное уравнение имеет вид :

$$\delta_{11} * x_1 + \Delta_{1F} = 0$$

где x_1 – неизвестная сила R_B ;

δ_{11} — перемещение точки В от действия единичной силы по направлению реакции R_B ;

Δ_{1F} — перемещение точки В от действия внешних сил F_1, F_2 по направлению реакции R_B .

Коэффициенты уравнения (2.27.) определим используя способ Верещагина , для чего строим единичную и грузовую эпюру изгибающих моментов (рис. 2.8. в,г,д.) .

Откуда :

$$\delta_{11} = \omega_1 * m_{c1} / EJ$$

$$\Delta_{1F} = \omega_F * M_{CF} + \omega_{F2} * M_{CF2} / EJ \quad (2.28.)$$

где $\omega_1, \omega_{F1}, \omega_{F2}$ — площади эпюр изгибающих моментов соответственно от нагрузок X^0_1, F_1, F_2 ;

M_{c1}, M_{CF}, M_{CF2} — ордината эпюр изгибающего момента от единичной нагрузки, соответствующие центрам тяжести эпюр изгибающих моментов от нагрузок.

Используя условие совместимости деформаций (2.27.) , определяем реакцию R_B , а затем из уравнений равновесия (2.26.) момент защемления M_A и реакцию R_A .

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ , ФОРМА И РАЗМЕРЫ ОБРАЗЦОВ.

Установка СМ —11 предназначена для проведения лабораторной работы по определению опытным путём величины момента защемления однопролётной статически неопределимой балки (рис. 2.9.) . Исследуемый образец 1— балка прямоугольного сечения , расположена горизонтально на двух шарнирных неподвижных опорах , состоящих из осей установленных на шариковых подшипниках. Опоры 2, размещены на стойках : левая 2 жёстко закреплена на основании , правая 3 может плавно перемещаться по прикрепленной к основанию установки направляющей планки . Наличие подвижной стойки позволяет изменять длину пролёта балки в пределах до 150 мм , даёт возможность получения консольной балки с одним свешивающимся концом . Подвижная стойка имеет может жёстко фиксироваться к направляющей планке 4 при помощи стопора 5 , величина её перемещения отсчитывается по оцифрованной шкале . Нагружается балка двумя гиревыми подвесами 6 с набором сменных грузов 7. Гиревые подвесы с грузами можно свободно в ручную перемещать вдоль балки , с помощью винта фиксировать в любой точке пролёта балки .

Неподвижная стойка имеет на левом выступающем конце оси устройство , позволяющее имитировать жёсткое защемление балки. Устройство состоит из противовеса 8 , горизонтально расположенного рычага 3 и гиревого подвеса 10, рычага , на который накладывается сменный груз по 4,96 Н.

На правом выступающем конце оси неподвижной стойки размещён стержень 11 для измерения углов поворота опорного сечения балки . Стержень своей нижней частью контактирует с индикатором 12 , регистрирующем углы поворота опорного сечения балки при её нагружении. Момент защемления определяется при помощи индикатора путём установки его стрелки на нуль до и после нагрузки , по определённому из опыта размера груза на постоянном плече и постоянному грузу на переменном плече .

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ:

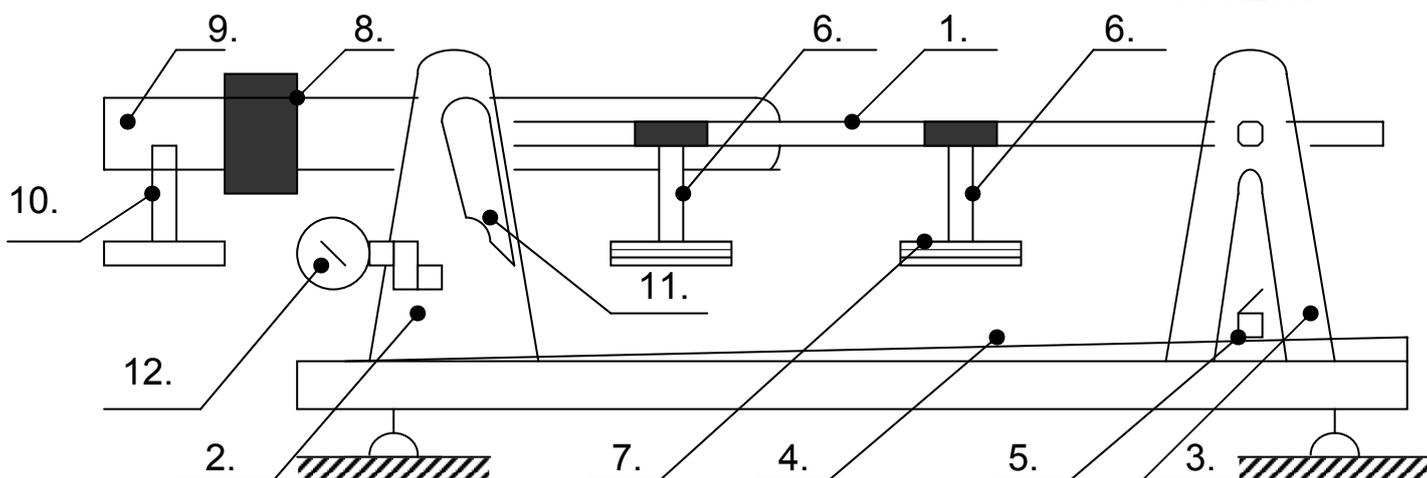
Нагрузка на каждый из двух подвесов , Н	29,43
Испытуемый образец :	
поперечное сечения , мм	3 x 4
длина пролёта , мм	650-800
длина консоли , мм	200
материал	сталь Ст.3
Вес спей груза , Н	9,6
Способ определения углов поворота	с помощью индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ .

1. Перед испытанием надо ознакомиться устройством установки и методом работы на ней .
2. Измерить размеры поперечного сечения испытуемого образца и вычислить осевой момент инерции сечения . Эти данные и материал образца занести в журнал лабораторных работ .
3. Подготовить установку к выполнению испытанию в соответствии со схемой нагружения, указанной преподавателем. При этом спец груз устанавливается на горизонтальном рычаге так , чтобы его риска совпала с делением 7 рычага 9.
4. Нагрузить балку предварительными нагрузками и снять по индикатору начало отсчёта.
5. Проводить нагружения равными ступенями ΔF_1 и ΔF_2 , записывая при этом показания индикатора . В каждом этапе нагружения перемещением спец груза по горизонтальному рычагу , а также расстановкой переменного груза на постоянном плеча стрелка индикатора приводится к начальному отсчёту .
6. Величина, определяемая по положению спец груза и переменному грузу на постоянном плече , является величиной момента защемления в каждой стадии нагружения . Определяя в каждой стадии нагружения приращение момента ΔM , нагрузку довести до наибольшего значения (29,43 Н)
7. Записать результаты наблюдений по форме приведённой в таблице 2.6.
8. Определить среднее приращение нагрузок $\Delta F_{i\text{ ср}}$ и моменты $\Delta M_{\text{ ср}}$
9. Определить опытную величину момента защемления , равную значению среднего арифметического приращения момента .

$$M_{\text{ опыт}} = \Delta M_{\text{ ср}}$$

10. Для теоретического расчёта построить грузовые и единичные эпюры изгибающих моментов , принимая за внешнюю нагрузку $\Delta F_{1\text{ ср}}$, $\Delta F_{2\text{ ср}}$
11. Определить коэффициенты канонического уравнения (2.27) и решая его , вычислить значения реакции R_B (рис. 2,8)



Нагрузка Н.		Отсчёты по индикатору , мм		Моменты , Н*м	
ΔF_1	ΔF_2	$n_1=0.01$	$n_2=0.01$	ΔM	ΔM

12. Далее по уравнению (2.26) определить момент защемления и реакцию R_A .
13. Вычислить процент расхождения между соответствующими теоретическими и опытными величинами.

СОСТАВЛЕНИЕ ОТЧЁТА: Отчёт о проделанной работе должен содержать :

1. Эскиз расчётной схемы с указанием линейных размеров и величин внешних нагрузок .
2. Записи наблюдения опыта.
3. Вычисление момента в каждой стадии нагружения.
4. Определение опытного значения момента защемления и реакции.
5. Теоретическое определение момента защемления и реакций.
6. Вычисление погрешности испытания .
7. Выводы о проделанной работе .

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие системы называются статически неопределимыми ?
2. Что такое основная система и порядок её выбора ?
3. Укажите разницу в понятиях « заданная система » , « основная система » и « эквивалентная система » ?
4. Как определяется степень статической неопределимости системы?
5. В чём сущность « Метода сил » ?
6. Что означает величину δ_{11} и ΔF_1 ?
7. Что выражает каждое уравнения из канонических уравнений ?
8. Укажите порядок выполнения работы ?