

5 РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМНИКОВ

Целью практического занятия является получение практических навыков расчета элементов конструкции подъемного оборудования на прочность на примере широко распространенных 2-х и 4-х стоечных автомобильных подъемников.

5.1 Расчет поперечной балки платформы на прочность

Расчет поперечной балки платформы четырехстоечного подъемника сводится к подбору геометрических параметров балки, проверке балки на условие прочности при изгибе. При расчете поперечной балки, студент выбирает геометрические размеры и форму профиля балки, согласно своему заданию.

Для проверки балки на условие прочности при изгибе в первую очередь необходимо изобразить упрощенную схему балки с действующими на нее силами, найти реакции опор и построить эпюру изгибающего момента.

Расчетное напряжение при изгибе определяется по формуле:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W} \leq [\sigma_{изг}], \text{ МПа}, \quad (5.1)$$

где $M_{изг}$ - изгибающий момент балки, Нм;

W – момент сопротивления сечения поперечной балки, м³;

Расчетные формулы, по которым определяется момент сопротивления сечения, для различного профиля показаны в таблице 4.2

$[\sigma_{изг}]$ - допустимое напряжение изгиба, МПа;

Для стали 10 $[\sigma_{изг}] = 145$ МПа;

Для стали 15 $[\sigma_{изг}] = 150$ МПа;

Для стали 20 $[\sigma_{изг}] = 170$ МПа;

Для стали 30 $[\sigma_{изг}] = 200$ МПа;

Для стали 40 $[\sigma_{изг}] = 230$ МПа.

5.2 Расчет подхватов

Расчет малого и большого подхватов двухстоечного подъемника сводится к подбору геометрических параметров профиля подхвата, проверке профиля на условие прочности при изгибе. При расчете, геометрические размеры подхватов задаются студенту согласно варианту задания, после расчета сопротивления изгиба подхвата, студент самостоятельно подбирает марку стали по ГОСТ 1050-85, из которой будут предположительно изготовлены подхваты.

Для проверки подхватов на условие прочности при изгибе в первую очередь необходимо изобразить расчетную схему подхватов с действующими на них силами, найти значение изгибающего момента, момент сопротивления сечения и расчетное напряжение изгиба. Значение изгибающего момента находится как произведение силы на плечо действия момента. Момент сопротивления инерции находится по формулам, приведенным в таблице 4.2, в зависимости от профиля сечения подхвата. Условие прочности при изгибе находится по формуле (5.1). Значения допустимого напряжения при изгибе, для разных марок сталей приведены в разделе 5.1.

При проведении расчета подхватов (малого и большого) на изгиб, условно считаем, что при подъеме автомобиля на подхваты будет действовать одинаковая нагрузка, то есть без учета перевеса автомобиля.

5.3 Пример расчета поперечной балки четырехстоечного подъемника

Вычерчиваем расчетную схему балки, определяем силы, действующие на балку, а также задаем расстояния, на которых действуют силы от шарниров балки. Принимаем точки приложения сил по центру правой и левой платформы подъемника, при симметричном их расположении. Допускаем, что величина силы равна весу автомобиля, приходящегося на одно колесо. Расчетная схема балки показаны на рисунке 5.1 а), эпюр изгибающего момента на рисунке 5.1 б).

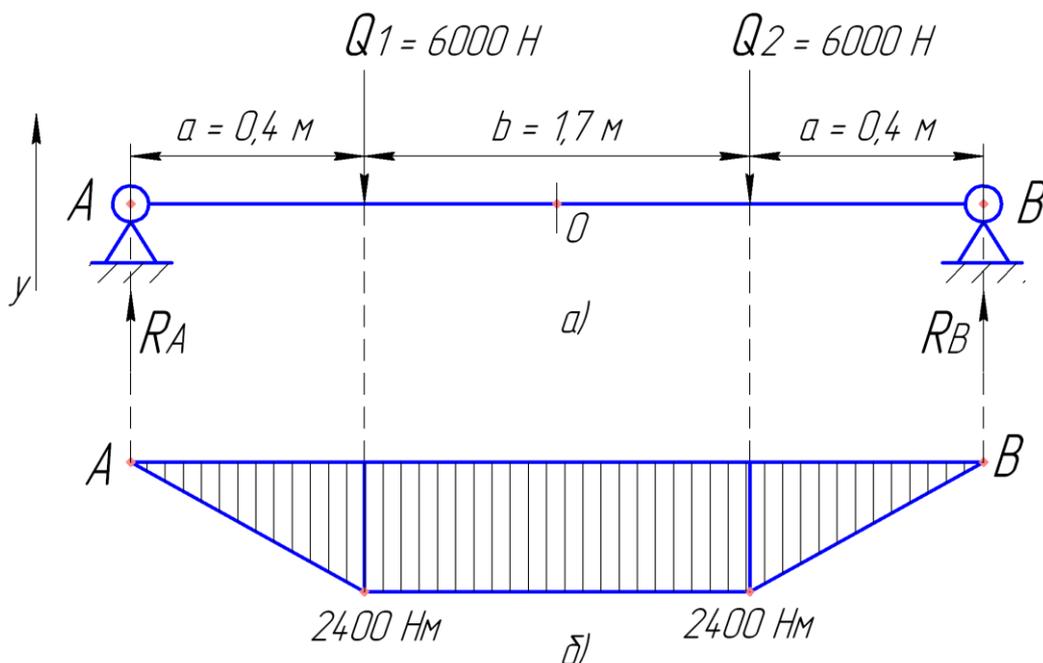


Рисунок 5.1 – Расчетная схема балки и эпюра изгибающего момента

Проекция сил на ось «у»:

$$\sum y = 0 \quad R_A + R_B - Q_1 - Q_2 = 0$$

Сумма моментов относительно точки «А»:

$$\sum M_A = 0 \quad -Q_1 \cdot 0.4 - Q_2 \cdot 2.1 + R_B \cdot 2.5 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_B = \frac{6000 \cdot 0.4 + 6000 \cdot 2.1}{2.5} = 6000, \text{Н.} \quad R_B = R_A$$

Сумма моментов относительно точки «0»

$$\sum M_O = 0 \quad R_A \cdot (0.4 + \frac{1.7}{2}) - Q_1 \cdot \frac{1.7}{2} = M_{изг} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_{изг} = 6000 \cdot 1,25 - 6000 \cdot 0,85 = 2400, \text{Нм.}$$

Далее, для расчета напряжения изгиба, необходимо рассчитать момент сопротивления сечения, который определяется в зависимости от формы профиля балки, исходя из таблицы 4.2.

Для данного случая была принята балка с прямоугольным сечением, следовательно, момент инерции будет равен:

$$W_y = \frac{H \cdot B^2}{6} = \frac{0.15 \cdot 0.08^2}{6} = 0.00016, \text{м}^3.$$

Найдем расчетное напряжение изгиба по формуле (5.1):

$$\sigma_{изг} = \frac{2400}{0.00016} = 15, \text{МПа} \leq [\sigma_{изг}] \quad [\sigma_{изг}] = 150 \text{МПа.}$$

5.4 Пример расчета подхватов

Расчетные схемы подхватов и их геометрические размеры показаны на рисунке 5.2. На рисунке 5.3 показаны геометрические размеры подхватов в опасных сечениях.

Расчет большого подхвата:

Сечение 1.

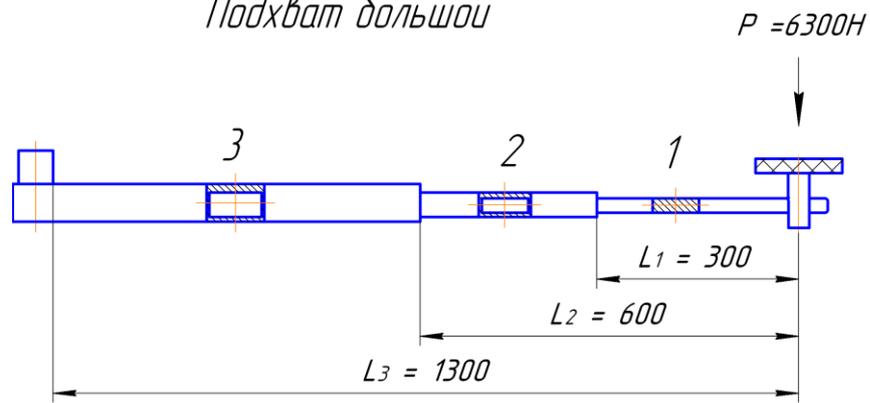
Изгибающий момент в сечении 1: $M = P \cdot L_1 = 6300 \cdot 0.3 = 1890, \text{Нм.}$

Момент сопротивления сечения 1: $W_y = \frac{H \cdot B^2}{6} = \frac{0.08 \cdot 0.025^2}{6} = 0.00003, \text{м}^3.$

Расчетное напряжение изгиба в сечении 1: $\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W} = \frac{1890}{0.00003} = 63, \text{МПа.}$

Для сечения 1 удовлетворяет сталь марки 10 по ГОСТ 1050-88 $[\sigma_{изг}] = 145 \text{МПа} \leq \sigma_{изг} = 63, \text{МПа.}$

Подхват большой



Подхват малый

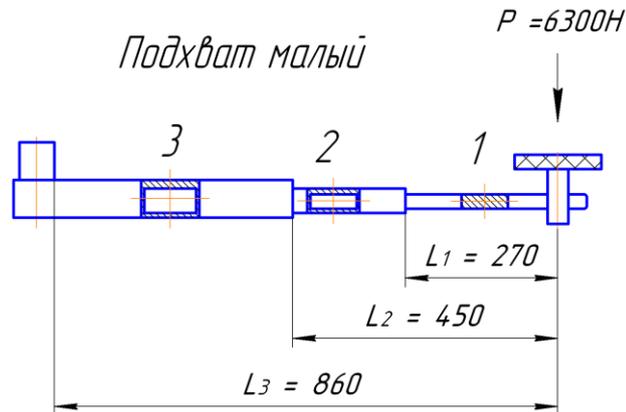


Рисунок 5.2 – Расчетные схемы подхватов и их геометрические размеры

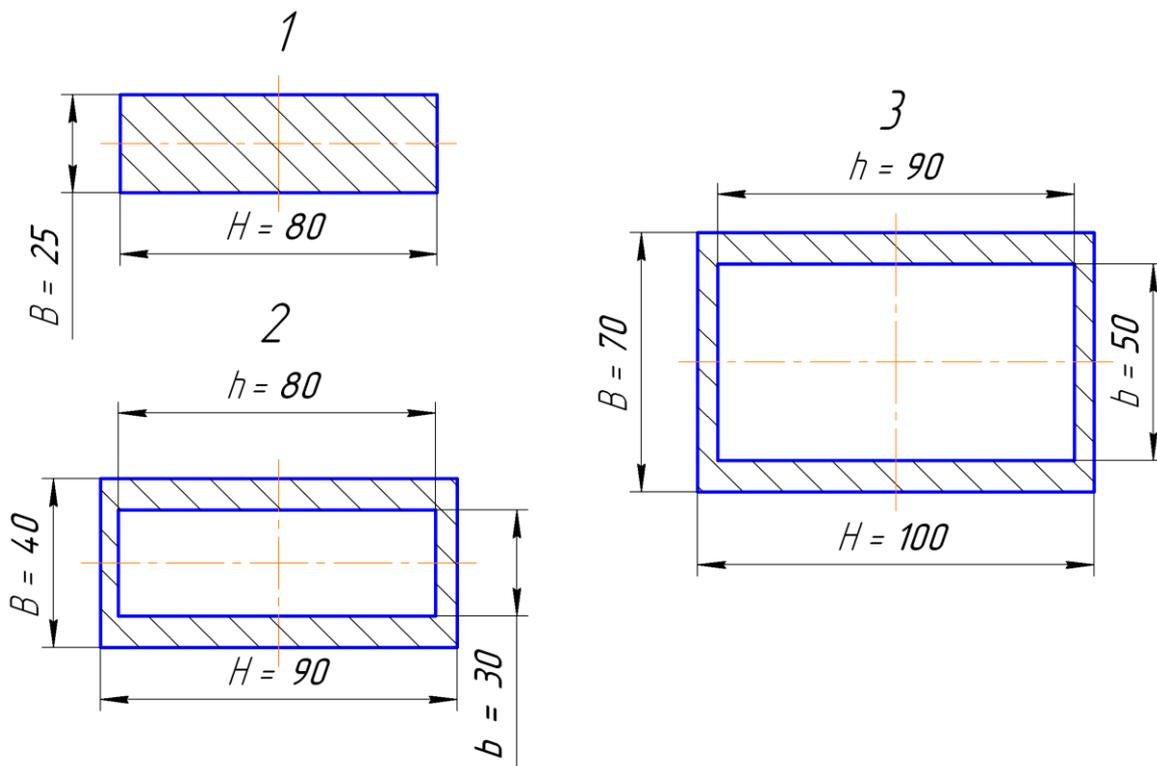


Рисунок 5.3 – Геометрические размеры подхватов в опасных сечениях

Сечение 2.

Изгибающий момент в сечении 2: $M = P \cdot L_2 = 6300 \cdot 0.6 = 3780, \text{Нм}$.

Момент сопротивления сечения 2:

$$W_y = \frac{H \cdot B^3 - h \cdot b^3}{6 \cdot b} = \frac{0.09 \cdot 0.04^3 - 0.08 \cdot 0.03^3}{6 \cdot 0.03} = 0.00002, \text{м}^3.$$

Расчетное напряжение изгиба в сечении 2: $\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W} = \frac{3780}{0.00002} = 189, \text{МПа}$.

Для сечения 2 удовлетворяет сталь марки 30 по ГОСТ 1050-88 $[\sigma_{изг}] = 200 \text{ МПа} \leq \sigma_{изг} = 189, \text{МПа}$.

Сечение 3.

Изгибающий момент в сечении 3: $M = P \cdot L_2 = 6300 \cdot 1.3 = 8190, \text{Нм}$.

Момент сопротивления сечения 3:

$$W_y = \frac{H \cdot B^3 - h \cdot b^3}{6 \cdot b} = \frac{0.1 \cdot 0.07^3 - 0.09 \cdot 0.05^3}{6 \cdot 0.05} = 0.0000768, \text{м}^3.$$

Расчетное напряжение изгиба в сечении 3: $\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W} = \frac{8190}{0.0000768} = 107, \text{МПа}$.

Для сечения 3 удовлетворяет сталь марки 10 по ГОСТ 1050-88 $[\sigma_{изг}] = 145 \text{ МПа} \leq \sigma_{изг} = 107, \text{МПа}$.

5.5 Варианты заданий

Таблица 5.1 - Задания для расчета поперечной балки

№ варианта	$Q_1 = Q_2, \text{Н}$	a, м	b, м	Форма профиля
0	7250	0.40	1.70	Полый прямоугольник
1	8500	0.50	1.70	
2	9750	0.50	1.75	
3	11000	0,52	1,80	Прямоугольник
4	12250	0,60	1,85	
5	13500	0,64	1,90	
6	14750	0,7	2,0	Полый прямоугольник
7	7250	0,45	1,80	
8	8500	0,40	1,72	
9	9750	0,52	1,80	Прямоугольник

При расчете поперечной балки ширина и высота профиля балки принимается студентом исходя из реальных аналогов.

Таблица 5.2 - Задания для расчета подхватов двухстоечного подъемника

№	Величина исходного параметра						
	P, Н	Подхват большой, мм			Подхват малый, мм		
		L ₁	L ₂	L ₃	L ₁	L ₂	L ₃
0	3750	300	600	1300	270	450	860
1	5000	310	610	1320	280	460	880
2	6250	320	620	1340	290	470	900
3	7500	300	600	1300	270	450	860
4	8750	330	630	1360	300	480	920
5	10000	330	630	1360	300	480	920
6	11250	320	620	1340	290	470	900
7	5000	340	640	1380	310	490	940
8	6250	300	600	1300	270	450	860
9	7500	310	610	1320	280	460	880

При проведении расчета подхватов, геометрические размеры сечения подхватов в опасных сечениях принимаются студентом самостоятельно.

5.6 Порядок выполнения работы

- Выбрать вариант для выполнения работы из перечня, приведенного в пункте 5.5.
- Изучить методику расчета элементов подъемника на примере, приведенном в данном методическом указании.
- Рассчитать все необходимые параметры в соответствии с примером.
- Составить отчет о проделанной работе в соответствии с приведенным в методическом указании примером и представить его к защите.

5.7 Содержание отчета

- Ф.И.О. студента, группа, дата выполнения.
- Название и цель работы.
- Исходные данные для расчета.
- Расчеты по образцу, показанному в примере.
- Выводы.