

УДК 624.014

Яблоков А.С. к.т.н., зав. лаборатории кафедры ПМ и ПТМ, ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

Черепкова Е.А., к.т.н., преподаватель, ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

Зозуля Е.Я. студент группы ОЭТ-411, ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

Смольнов А. Ю. студент группы ДЭТ-411, ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, д.5.

РАСЧЕТ КОНСОЛИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ СУДОВОЙ СТАНЦИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Ключевые слова: рама, стержни, нагрузка, перемещение, напряжение, болтовое соединение, пластина.

Приведен расчет консоли для проведения испытаний судовой станции очистки сточных вод в программе APM.WinMachine.

Для испытания очистной станции на устойчивость при крене и дифференте судна была поставлена задача разработки стенда (рамы). Согласно Российскому Речному Регистру допустимый угол крена равен 22,5 градуса, а дифферента 5 градусов.

Расчет сил действующих на балку.

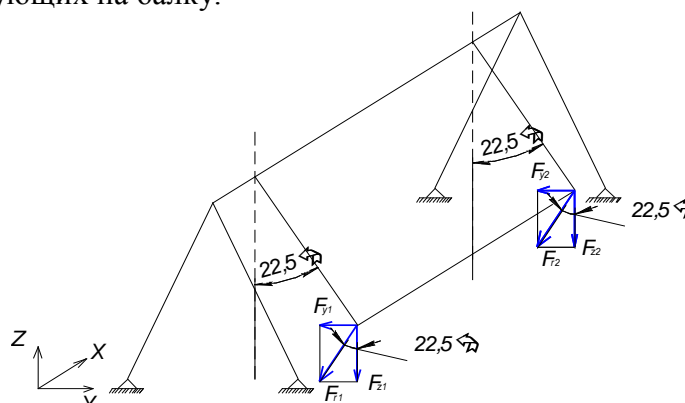
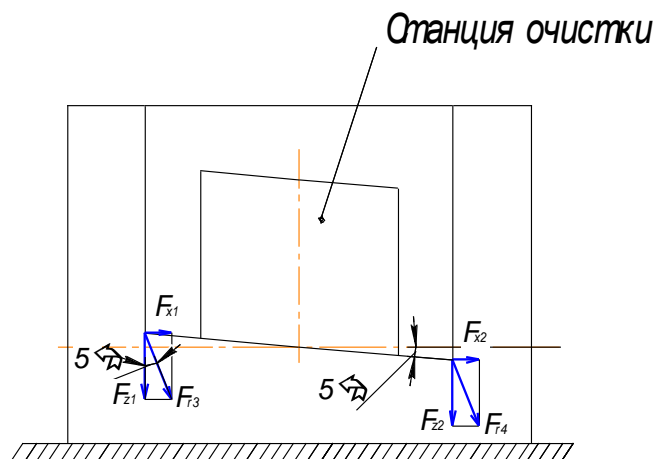


Рисунок 1 - Схема сил возникающих от крена.



Расчет усилий:

$$F_i = k_3 mg$$

k_3 – коэффициент запаса, $k_3=2,6$.

m – масса станции очистки, $m=1000$ кг.

g – ускорение свободного падения.

$$F_z = k_3 \cos 22,5 * mg = 2,6 * \cos 22,5 * 1000 * 9,8 = 9950 \text{ Н.}$$

$$F_y = k_3 \sin 22,5 * mg = 2,6 * \sin 22,5 * 1000 * 9,8 = 24022 \text{ Н.}$$

$$F_x = k_3 \sin 5 * mg = 2,6 * \sin 5 * 1000 * 9,8 = 2266 \text{ Н.}$$

$$F_{z1} = F_{z2} = F_z / 2$$

$$F_{y1} = F_{y2} = F_y / 2$$

$$F_{x1} = F_{x2} = F_x / 2$$

$$F_{z1} = F_{z2} = \frac{9950}{2} = 4975 \text{ Н.}$$

$$F_{y1} = F_{y2} = \frac{24022}{2} = 12011 \text{ Н.}$$

$$F_{x1} = F_{x2} = \frac{2266}{2} = 1133 \text{ Н.}$$

Расчет рамы и подбор оптимального сечения стержней (профиля металлоконструкции) осуществляем в программе APM.WinMachine.

Вид рамы изображен на рис.3.

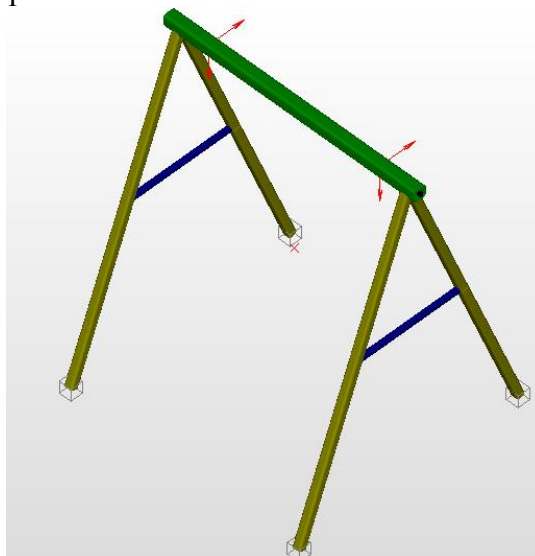


Рисунок 3 – Рама.

Нагрузки на стержни

Таблица 1 - Радиальные силы

N	Расстояние от левого конца балки, мм	Модуль, Н	Угол, град
0	250.00	4975.00	180.00
1	250.00	12011.00	-90.00
2	1750.00	4975.00	180.00
3	1750.00	12011.00	-90.00

Таблица 2 - Осевые силы

N	Расстояние от левого конца балки, мм	Значение, Н
0	250.00	1133.00
1	1750.00	1133.00

Материалы: Сталь - изотропный материал.

Изотропный материал:

- Модуль Юнга: 200000 [Н/мм²].

- Коэф. Пуассона: 0.30

- Плотность: $7.8e^{-006}$ [кг/мм³].

- Коэф. температурного расширения: $1.2e^{-005}$ [°С].

Таблица 3 - Расход

Название	Количество	Длина [мм]	Погонная масса [кг/мм]	Масса изделия [кг]	Общая масса [кг]	Площадь окраски [мм ²]
Сталь						
Кв. труба 80x7 ГОСТ 30245-2003	4	10711.94	0.01	156.72	156.72	3105987.728
Кв. труба 100x8 ГОСТ 30245-2003	1	2200.00	0.02	46.75	46.75	804460.154
Кв. труба 40x4 ГОСТ 30245-2003	2	1864.09	0.00	7.78	7.78	272651.816
Всего для материала					211.25	4183099.698

Общая масса конструкции 211.25 кг.

Суммарные реакции:

Абсолютные значения:

- Реакции 26957.898166 [Н].

- Моменты 23454123.355588 [Н*мм].

- Максимальное перемещение 3.97 мм.

- Максимальное напряжение 47.2 Н/мм².

Карта результатов перемещения изображена на рис.4.

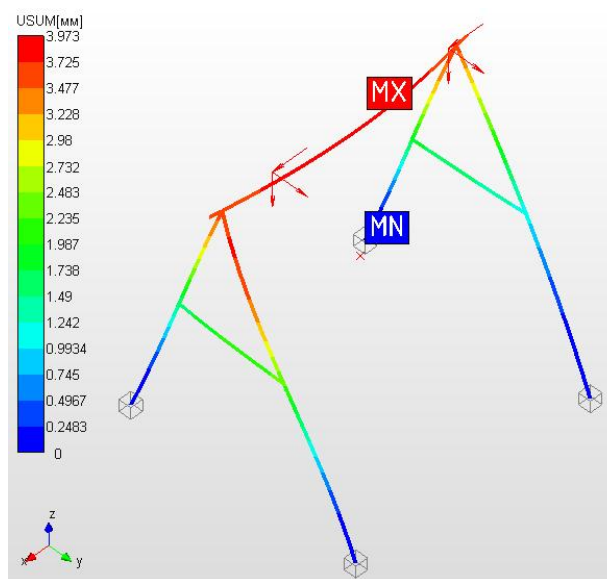


Рисунок 4 – Перемещение.

Карта результатов напряжения изображена на рис.5.

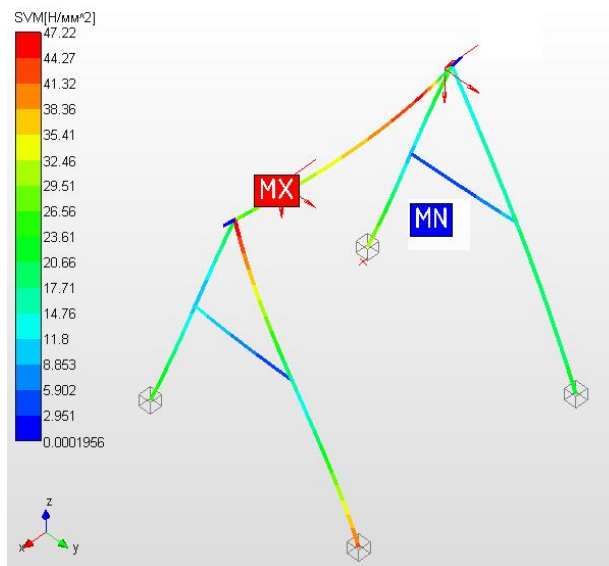


Рисунок 5 – Напряжения.

Рассчитываем болтовое соединение, с помощью которого скрепляется вся конструкция, где возникает максимальная нагрузка на балку рис.6.

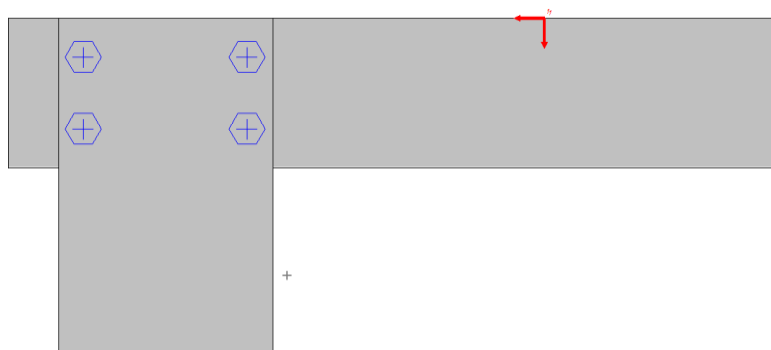


Рисунок 6 – Соединение конструкции рамы в самом нагруженном участке. Расчёт выполненный в APM.WinMachine.

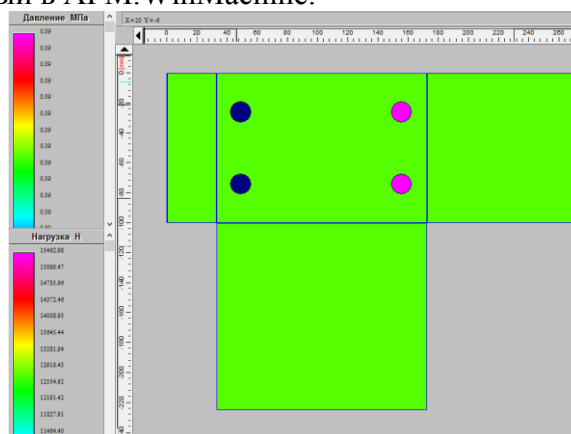


Рисунок 7 – Схема болтового соединения в программе APM.WinMachine.

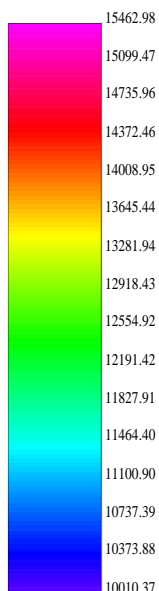


Рисунок 8 - Диапазон цветов нагрузок болтов [Н].

Таблица 4 - Суммарные результаты

Площадь поверхности стыка	122144.191	кв.мм
Момент инерции стыка относительно центральных осей		
- относительно горизонтальной оси	298758384.34 3	мм ⁴
- относительно вертикальной оси	12330137641. 945	мм ⁴
Угол наклона главных центральных осей	3.379	град
Макс. сдвигающая нагрузка на болт	15319.239	Н
Диаметр стержня болта	13.966	мм
Минимальная толщина пластины	4.875	мм

Таблица 5 - Постоянные параметры

Предел текучести материала деталей крепления	250.000	МПа
Количество поверхностей среза/трения	1	

Таблица 6 - Касательные силы

N	Координаты [мм]			Проекции [Н]	
	x	y	z	на x	на y
0	350.00	0.00	0.00	0.00	- 12011.00
1	350.00	0.00	0.00	-1133.00	0.00

В ходе расчетов был рассмотрен лишь один участок соединения балки с помощью 4-х болтов, в то время как их 8, поэтому полученные данные делим на половину и исходим от них. На основании полученных результатов выбираем толщину пластин 4 мм, диаметры болтов равные 10 мм для всех соединений.

Calculation console for testing of ship wastewater treatment

Yablokov, A. S., Ph. D., head. the laboratory of the Department of PM and PTM, FSFEI HE "VSUWT".

Cherepkova E. A., Ph. D., senior lecturer, FSFEI HE "VSUWT".

Zozulya E. Y. student group of the MA-411, FSFEI HE "VSUWT".

Smallnov, A. Yu., student of group DEATH-411, FSFEI HE "VSUWT".

603950, Nizhny Novgorod, Nesterova street, 5.

Keywords: frame, bars, load, displacement, voltage, bolted connection, the plate.

See the console for testing of ship wastewater treatment in the program APM.WinMachine.