

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЁТОВ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СЕЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ФЕРМЫ НА ОСНОВЕ ВАРИАНТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Петрашкевич Роман, Березовский Владислав (УО МГПУ
им. И. П. Шамякина, Беларусь)**

Научный руководитель – А. Л. Голозубов, канд. техн. наук, доцент

Одним из основных этапов курсового проектирования по дисциплине «Металлические конструкции» является определение сечений элементов фермы. Определение сечений элементов фермы проводится на основе повторяющихся расчётов для растянутых и сжатых элементов, с учётом действующих (ранее определённых) усилий по известным формулам. Автоматизация расчётов по определению сечений элементов фермы с использованием табличного процессора Excel упрощает расчёты, позволяет избежать случайных и систематических ошибок при выполнении повторяющихся вычислений, а также даёт возможность оптимизации на основе вариантного проектирования.

Дальнейший этап оптимизации связан с выбором минимальной массы конструкции без снижения ее несущей способности. Это возможно сделать по анализу погонной массы сортамента и/или его стоимости. Первоначально необходимо составить алгоритм автоматизированного расчёта сечений элементов фермы. Создание рабочего листа Excel с заданием и расчетными формулами, связанными ячейками. Подбор сечений стержней. Лист документа EXCEL состоит из следующих взаимосвязанных электронных таблиц: расчет элементов фермы (главная таблица), расчет сечения элементов фермы, подбор сечения фермы с последующими проверками (проверка на гибкость и проверка условий на предельную нагрузку), сортамент. Расчет сечений элементов. Для подбора сечений элементов фермы создаем электронную таблицу, в которой записываем формулу для расчёта площади сечения элемента, связанную с другими таблицами, в которые входят расчётные данные (рисунок 1).

Несмотря на то, что в задании дан тип сечения элементов фермы, мы предлагаем произвести оценку эффективности выбранного сечения. Для этого, после получения расчётных данных о площади сечения верхнего пояса мы составляем таблицу с характеристиками наиболее распространённых в строительстве профилей. Критерий выбора – наименьшая погонная масса профиля.

Проведенный анализ вариантов использования различных типов профилей показал, что практически все профили имеют незначительные отличия в погонной массе и, следовательно, выбор должен осуществляться на основании других критериев, например, трудоёмкости изготовления фермы, цены сортамента.

B30													
f _x =Лист1!И16/(М17*Е26)													
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Элементы фермы	Обозначение стержня	Расчетное усилие, кН	Сечение двутавра, мм		Площадь сечения, см2	Радиус инерции, см		Гибкость λ		Предельн.	Коэффициент	
2				h	b		ix	iy	Расчетн.			φ	γ _c
3									λ _x	λ _y			
4	Раскосы	а-б	485,08	251	180	54,37	10,7	4,23	40,65	102,84	120	0,414	0,8
5		б-в	364,19	193	150	38,95	8,26	3,61	51,82	118,56	400	0,316	0,95
6		г-д	253,22	226	155	46,08	9,62	3,67	51,82	118,53	120	0,317	0,8
7		е-д	141,48	193	150	38,95	8,26	3,61	45,22	120,50	400	0,306	0,95
8		ж-з	71,69	251	180	54,37	10,7	4,23	52,66	104,49	120	0,402	0,8
9	Стойки	IIa	76,27	193	150	38,95	8,26	3,61	36,32	83,10	120	0,563	0,8
10		в-г	76,27	193	150	38,95	8,26	3,61	37,53	85,87	120	0,541	0,8
11		е-ж	76,27	193	150	38,95	8,26	3,61	38,74	88,64	120	0,518	0,8
12	В.П.	IIIa	0,00	193	150	38,95	8,26	3,61	36,32	83,10	-	-	-
13		IVb	595,67	193	150	38,95	8,26	3,61	36,32	83,10	120	0,563	0,95
14		Vг	595,67	193	150	38,95	8,26	3,61	36,32	83,10	120	0,563	0,95
15		VIe	867,95	193	150	46,08	9,62	3,67	31,19	81,74	120	0,574	0,95
16		VIIж	867,95	193	150	46,08	9,62	3,67	31,19	81,74	120	0,574	0,95
17	Н.П.	Iб	340,16	193	150	38,95	8,06	3,61	74,44	166,20	400	0,168	0,95
18		Id	769,95	193	150	38,95	8,06	3,61	74,44	166,20	400	0,168	0,95
19		Iз	891,98	193	150	38,95	8,06	3,61	74,44	166,20	400	0,168	0,95
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26	Сталь	345	R _y =	355	Подбор сечения								
27	Расчет верхнего пояса				Проверяем гибкость						Подбор сечения		
28	Ad=	36,36	см2		p	ix	iy	λ _x	λ _y	проверка	38,95		
29	Расчет нижнего пояса				38,95	8,26	3,61	36,32	83,10	+	38,95		
30	Ad=	28,03	см2		38,95	8,26	3,61	72,64	166,20	+	38,95		
31	Расчет стоек												
32	IIa	Ad=	3,79	см2		38,95	8,26	3,61	36,32	83,10	+	38,95	

Рисунок 1 – Таблица Microsoft Excel к расчёту элементов фермы

Трудозатраты на производство фермы из уголков будут значительно выше, чем для других вариантов, т. к. данная конструкция предполагает фасоночное решение узлов и наличие большого количества сварных швов малой длины, а также использование специальных приспособлений. Анализ выбора профиля показал, что для ферм пролётом до 30 метров, не испытывающих высоких эксплуатационных нагрузок, наиболее перспективным направлением может служить использование гнуто-сварных профилей (ГСП), обладающих целым рядом достоинств: малым погонным весом, высокой жёсткостью, рациональным распределением материала, простотой решения узлов.

Список использованных источников

1. Зуев, С. А. САПР на базе AutoCAD – как это делается / С. А. Зуев, Н. Н. Полещук. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – С. 1168.
2. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР : курс лекций / В. Н. Малюх. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
3. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/584959>. – Дата доступа: 30.03.2020.
4. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/584959>. – Дата доступа: 30.03.2020.