

РАЗРАБОТКА САПР ДЛЯ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ

И.В. Харламов, В.В. Соколова, А.В. Барышников

В статье приведена последовательность и основные принципы создания среды САПР, предназначенной для определения и сравнения экономичности металлических конструкций.

Ключевые слова: антикоррозионная защита, долговечность, САПР, экономичность.

ВВЕДЕНИЕ

Современное проектирование стальных строительных конструкций должно отвечать необходимому уровню качества, что определяется соответствием конструкции эксплуатационному назначению, надежностью и экономичностью.

При этом важна не только экономичность конструкции на стадии проектирования, но и на стадии эксплуатации.

При разработке проекта и сравнении его с другими вариантами необходимо стремиться к минимизации затрат на изготовление, транспортировку и монтаж конструкции, на что чаще всего и обращается внимание. Однако, выбрав наиболее экономичную конструкцию, после ее возведения и эксплуатации в течении определенного времени может оказаться так, что она будет менее выгодна, чем те варианты, с которыми она сравнивалась. Это объясняется тем, что для различных конструкций затраты на их содержание отличаются, что обусловлено проведением ремонтных и восстановительных работ.

После 2—10 лет эксплуатации в агрессивной среде стоимость капитальных ремонтов строительных металлических конструкций начинает превышать капитальные вложения. Значителен и дополнительный расход металла (около 7 % объема эксплуатируемых металлоконструкций) на восстановление или замену вышедших из строя конструкций. [1]

Методы проектирования строительных металлоконструкций тесно взаимосвязаны с использованием принципов вариантного и оптимального выбора технико-экономических показателей конструктивной формы.

Учитывая широкое внедрение методов вариантного проектирования и оптимизации при решении задач компоновки конструкций и сооружений, выбора типа узлов и соединений, материалов и сечений металлопроката, следует отметить недостаточный уровень

технико-экономического обоснования средств и методов антикоррозионной защиты с учетом режима эксплуатации промышленных объектов. Необходимо создать такой метод расчета и прогнозирования, который позволил бы исправить эти недостатки при проектировании конструкции.

ПРОДЕЛАННАЯ РАБОТА

Для решения поставленной задачи предполагается создать универсальную САПР, предназначенную для анализа и расчета экономических расходов на изготовление и дальнейшую эксплуатацию конструкций.

В качестве рассматриваемых объектов могут быть все здания и сооружения гражданского, общественного и промышленного назначения, содержащие металлические конструкции, которые включают плоские и стержневые элементы, подвергающиеся коррозионному разрушению. Для этих конструкций необходимо предусмотреть необходимый уровень защиты, или принять конструкционные меры.

При создании САПР был разработан маршрут проектирования, представленный на рисунке 1.

Каждый этап маршрута проектирования представляет собой отдельную задачу, со своими алгоритмами, исходными данными и звеньями. При этом необходимо учесть последовательность и взаимосвязь этих этапов.

Первоочередной задачей является получение тех данных, на основе которых будет выполняться анализ.

На данном этапе разработки САПР был реализован ввод геометрических данных элементов рассматриваемой конструкции (рисунок 2) и расчет площади окрашиваемой поверхности. Исходными данными для ввода являются чертежи конструкций – уже распечатанные в бумажном виде или хранящиеся в

файлах в формате AutoCAD. Ввод данных для стержней и пластин осуществляется в таблицы в одном из двух режимов: ручном

(для распечатанных чертежей) и автоматизированным (для чертежей в формате AutoCAD).

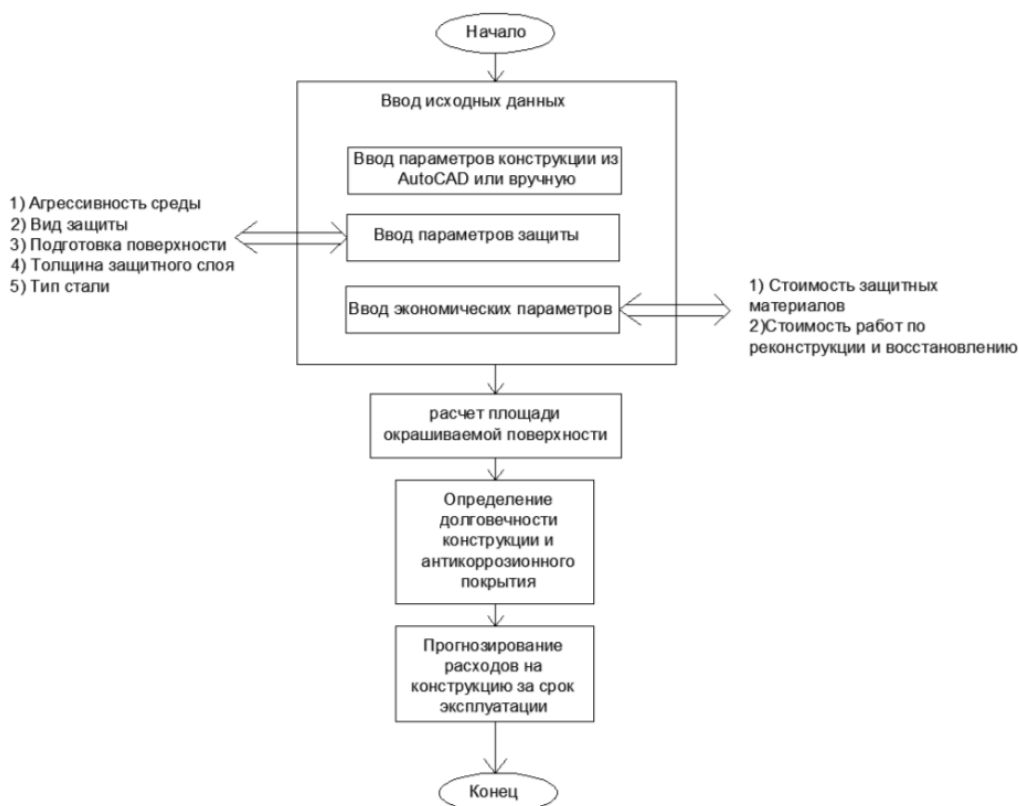


Рисунок 1 – Укрупненный маршрут проектирования

Преимущество, конечно, надо отдать режиму ввода данных из среды AutoCAD. Для реализации этого режима были разработаны программные средства, обеспечивающие получение необходимых данных с чертежей в системе AutoCAD, что позволяет автоматически определить длины и площади элементов средствами AutoCAD и передавать их в разрабатываемую систему.

В системе также имеется возможность создания произвольного составного профиля, для которого по разработанным алгоритмам определяются площади поверхностей, необходимых для выполнения анализа: доступные, труднодоступные и недоступные для повторного окрашивания.

Выбор профилей элементов осуществляется из созданных в системе баз данных. Хранящиеся в базе данных характеристики профилей используются для расчета параметров элементов конструкции.

Выполняемые программой расчеты можно привести в виде примера с последующей проверкой этих расчетов вручную. В качестве примера рассмотрим часть фермы (рисунок 3).

Ввод исходных данных осуществляется с чертежа AutoCAD. Вводятся все стержни (рисунок 4) и все пластины (рисунок 5). Предварительно настраиваются масштабы, принятые на чертежах, после чего определяются длины стержней и площади пластин.

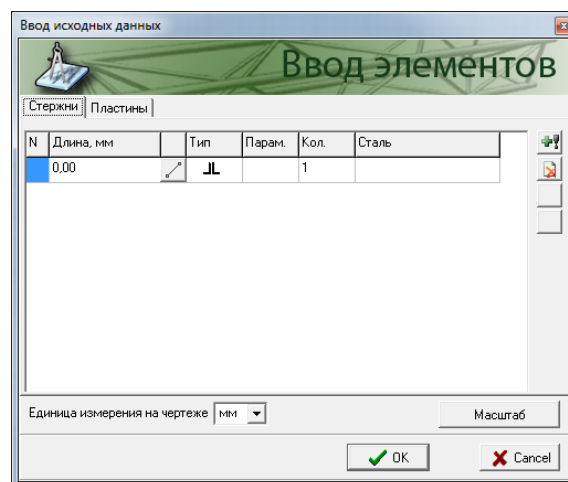


Рисунок 2 – Окно ввода элементов

РАЗРАБОТКА САПР ДЛЯ РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ

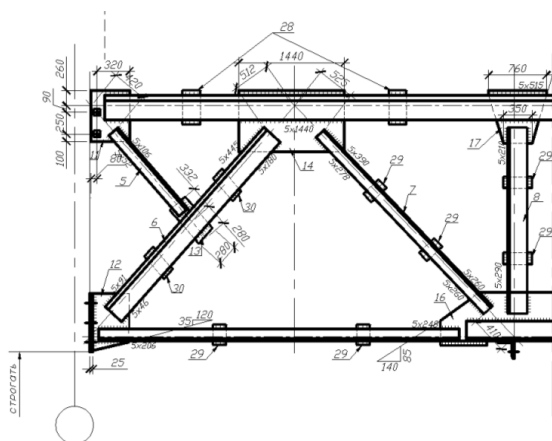


Рисунок 3 – Пример чертежа фермы

Ввод стержней (рисунок 4):

N	Длина, мм		Тип	Парам.	Кол.	Сталь
6	2999,65		ЛЛ	L140x10	1	C245 (Cr3nc5)
5	1337,34		ЛЛ	L75x6	1	C245 (Cr3nc5)
3	4923,96		ЛЛ	L75x6	1	C245 (Cr3nc5)
1	6121,42		ЛЛ	L160x10	1	C245 (Cr3nc5)
8	2096,42		ЛЛ	L125x8	1	C245 (Cr3nc5)
7	3078,03		ЛЛ	L75x6	1	C245 (Cr3nc5)

Рисунок 4 – Данные, введенные с чертежа, для определения площадей поверхностей стержней

Ввод пластин (рисунок 5):

N	Площадь1стор.мм^2	Втор	Площадь2стор.мм^2	Толщина	Кол.	Сталь
11	186038,28	✓	186038,28	14,00	1	C245 (Cr3nc5)
14	403309,26	✓	403309,26	14,00	1	C245 (Cr3nc5)
17	69934,10	✓	69934,10	14,00	1	C245 (Cr3nc5)
12	176532,67	✓	176532,67	14,00	1	C245 (Cr3nc5)
16	412814,87	✓	412814,87	14,00	1	C245 (Cr3nc5)

Рисунок 5 – Данные, введенные с чертежа, для определения площадей поверхностей пластин

После расчета в программе были получены результаты, представленные в таблице 1.

Площади всех поверхностей были рассчитаны в системе AutoCAD и автоматически помещены в таблицу.

После расчета в программе были получены результаты, представленные в таблице 2.

В итоге вся площадь пластин и стержней составила: $21,03 \text{ м}^2$.

Разработанные программные средства были оттестированы. Для оценки результатов, полученных в системе, были выполнены расчеты стержней и пластин в системе MathCAD и Excel. Сравнительная оценка результатов показала их полное совпадение.

Таблица 1 – Результаты расчета в программе площадей поверхностей стержней

Общая площадь	18533179,79 мм ² (18,53 м ²)
Площадь для покраски	13809418,89 мм ²
Площадь, затрудненная для покраски	4723760,90 мм ²
Площадь недоступная для покраски	0,00 мм ²
Площади для стали:	
Ст3пс5	18533179,79 мм ²

Таблица 2 – Результаты расчета в программе площадей поверхностей пластин

Общая площадь	2497258,36 мм ² (2,50 м ²)
Площадь для покраски	2497258,36 мм ²
Площадь, затрудненная для покраски	0,00 мм ²
Площадь без покраски	0,00 мм ²
Площади для:	
Ст3пс5	2497258,36 мм ²

ДАЛЬНЕЙШИЕ ЗАДАЧИ

Для расчета коррозионной долговечности необходимо в дальнейшем, прежде всего, разработать алгоритмы, предусматривающие различные способы и варианты антикоррозионной защиты.

В результате должна быть получена оценка долговечности антикоррозионной защиты в случае обновления этой защиты, как через определенное время, так и без ее повторного нанесения.

На последнем этапе нужно определить технико-экономические параметры конструкции. На основе этих данных можно будет сравнить рассматриваемое конструктивное решение с другими возможными вариантами, другим способом защиты и параметрами. Результаты планируется выводить как в табличном, так в графическом виде с возможностью загрузки технико-экономических параметров различных вариантов, для сравнения их на одном графике. Это позволит наглядно определить наиболее экономичную конструкцию по истечению задаваемого промежутка времени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На данном этапе реализована часть среды САПР, обеспечивающая задание необходимых параметрических данных любой металлической конструкции и расчет площади окрашиваемой поверхности. В дальнейшем планируется реализация определения долговечности конструкции и антикоррозионного покрытия и прогнозирование расходов на конструкцию за срок эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кикин А.И. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Стройиздат, 1984.- 3012с., ил.
2. Горохов Е.В. Долговечность стальных конструкций в условиях реконструкции, – М.: Стройиздат, 1994. – 488 с.
3. СНиП 2.03.11-85 “Защита строительных конструкций от коррозии”, - М. 1985.

УДК 728.2.011.26;666.972.167

МАЛОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С ПОДВЕШЕННЫМ ПЕРЕКРЫТИЕМ

И.В. Харламов, Г.В. Черкашин

Описывается проект малоэтажного жилого дома с подвешенным перекрытием, его основные преимущества.

Ключевые слова: каркас, канат, сталь, материалоемкость, стойка, экономичность, пенобетон.

В настоящее время в России наметилась тенденция к увеличению доли жилищного малоэтажного строительства. По данным 2010 года около 60% жилья возводится в малоэтажном исполнении. Но эта цифра далека от мировых показателей. Например, в США этот показатель составляет 80%, а в Канаде – 90%.

Естественно встает вопрос поиска различных конструктивных вариантов для малоэтажного строительства. И очень популярными становятся быстровозводимые здания, основой которых является прочный металлический каркас и легкие ограждающие конструкции.

Достоинствами таких решений является снижение транспортных расходов и расходов на применение дорогостоящих подъемных механизмов.

В большинстве из имеющихся на сегодняшний день вариантов зданий со стальным каркасом (рисунок 1) существует проблема низкого коэффициента использования несущей способности металла в силу того, что конструктивные элементы имеют схему сжатых или изгибаемых элементов.



Рисунок 1 – Классический каркас здания

Еще в начале прошлого века великим русским инженером В.Г. Шуховым было доказано, что при проектировании металлических каркасов следует предусматривать как можно больше конструктивных элементов, работающих на растяжение, поскольку несущая способность растянутых элементов определяется их прочностью, а не устойчивостью [1].

В представленном ниже решении малоэтажного жилого дома (рисунок 2) использовано лишь четыре сжатых несущих элемента (рисунок 3).