Фетисова М.А.

Анализ строительных решений теплиц для фермерских хозяйств

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина
(Россия, Орел)

doi:10.18411/spc-22-11-2017-10

ids: 000001:spc-22-11-2017-10

Аннотация

Обобщены и проанализированы конструктивные решения фермерских зимних теплиц, предлагаемых отечественными производителями. Обоснованы конструктивная схема блочной теплицы и строительные параметры её стального каркаса. Изготовление теплицы возможно в построечных условиях, что значительно снижает стоимость строительства по сравнению с заводской поставкой.

Ключевые слова: Зимняя теплица, конструктивная схема, ограждающие конструкции, параметры стального каркаса.

Одним из видов фермерской деятельности является круглогодичное производство сельскохозяйственной продукции в теплицах, наиболее целесообразное в южных регионах страны. Выпускаются теплицы круглогодичного использования нескольких видов: многопролётные (блочные) и однопролётные (ангарные) с плоскими ограждающими конструкциями и арочные кругового или параболического очертания (рисунок 1).

Рисунок 1 - Виды теплиц: а – блочная; б, в – ангарные (б – с прямолинейными скатами, в – арочная)

Светопрзрачные ограждения теплиц предусматриваются из одинарного стекла, с двойным остеклением, из стеклопакетов и сотовых поликарбонатных листов [2-4]. Известно, что производство овощной продукции в холодный период года требует значительных энергозатрат, влияющих на рентабельность производства. Для определения наиболее энергоэкономичного решения ограждающих конструкций теплиц рассматривались характеристики применяемых в них материалов и изделий (таблица 1).

Таблица 1

Характеристики светопрозрачных материалов и изделий для ограждения теплиц

Характеристика материала, изделия	Одинарное стекло 4мм	Двойное остекление	Однокамерный Стеклопакет	Сотовый поликарбонат толщиной	
				10 мм	16мм
Масса, кг/м ²	10	20	20	1,7	2,7
Светопропускание, %	90	80	80	80	76
Сопротивление теплопередаче, м ² °C/Вт	0,005	0,34	0,34	0,29	0,42
Примерная стоимость, руб/м ²	340	680	1040	290	630
Горючесть	Не горючее	Не горючее	Не горючий	Слабогорючий	
Долговечность, год	Неопределённая	Неопределённая	Неопределённая	10 – 20	10-20
Сопротивление ударным воздействиям	Слабое	Слабое	Слабое	Хорошее	
Размеры, м				2,1x6 ; 2,1x12	

На основании приведенных табличных данных светопрозрачное ограждение экономически целесообразно выполнять из сотовых поликарбонатных листов.

Затраты на отопление теплиц также значительно зависят от принятых размеров сооружения, определяющих площадь ограждающих конструкций. За характеристику эффективности планировочного решения культивационного сооружения можно принять такой показатель, как коэффициент ограждения, выражающий отношение площади наружных ограждающих поверхностей к площади застройки. Изменение коэффициента ограждения косвенно характеризует изменение теплопотерь сооружением при эксплуатации и затраты на отопление, а также позволяет установить рациональные планировочные размеры сооружения. Так, для ангарной теплицы (рисунок 1б) площадью 500 м² (площадь, которую реально в состоянии обрабатывать члены фермерского хозяйства) коэффициент ограждения равен

$$k = \frac{2h}{L} + \frac{1}{\cos \alpha} + \frac{hL}{250} + \frac{L^2}{1000} \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

где L – пролёт теплицы; h – высота бокового ограждения, равная 1,5 м; α – угол наклона кровли, равный 30°.

На рисунке 2 показано изменение коэффициента ограждения для вышеприведенных видов теплиц площадью 500 м².

Рисунок 2 - Изменение коэффициента ограждения теплиц площадью 500 м²: 1 – блочная теплица; 2 – ангарная теплица с плоскими ограждающими конструкциями; 3 – теплица с арочной формой покрытия

На основании приведенных графических данных можно сделать следующие выводы:

из рассмотренных видов культивационных сооружений наименьшее значение коэффициента ограждения соответствует блочным теплицам, что косвенно характеризует более низкий уровень энергетических и единовременных затрат на ограждающие конструкции; наиболее энергоёмкими являются отдельностоящие теплицы с арочной формой покрытия;

для принятой площади культивационного сооружения 500 м² оптимальная ширина ангарной теплицы с плоскими ограждающими конструкциями равна 12 м, блочной – 20 м.

Установлено, что заводская поставка несущих конструкций теплиц требует значительных затрат, в пределах 2 - 5 тысяч руб./м², что может обусловить нерентабельность производства. Технически возможным и экономически целесообразным является изготовление каркаса теплиц в построечных условиях из прокатных стальных профилей с узловыми соединениями на сварке, позволяющее примерно в три раза сократить затраты на строительство и не требующее специального

оборудования. В связи с этим предлагается конструктивная схема наиболее энергоэкономичной блочной фермерской теплицы (рисунок 3), для которой определены рациональные значения шага и пролёта в функции нагрузки на покрытие, соответствующие минимуму расхода стали на каркас сооружения[5,6,7,8].

Рисунок 3 – Стоечно-балочная конструктивная схема блочной теплицы: 1- фундамент, 4 – стойка, 5 – лоток из гнутых швеллеров, 6 - затяжка, 7 – коньковый прогон, 8 – шпрсы из спаренных прокатных уголков

Для определения оптимальных строительных параметров предложенной конструктивной схемы из условия минимума расхода стали устанавливались закономерности изменения расхода металла на основные конструктивные элементы теплицы (стойки, лотки, шпрсы) в зависимости от влияющих на них факторов. Выведенные зависимости суммарного расхода стали на 1 м² теплицы имеют следующий вид:

а) все конструктивные элементы, кроме лотков, выполнены из прокатных профилей.

$$G_{\text{сум}} = \frac{q_{\text{ш}}^H l^3}{3140} + \frac{2,09}{c} + \frac{q_{\text{л}}^H a^3}{689} + \frac{1,57}{l} + \frac{9,45}{a} - \frac{1,19l}{a} \text{ кг/м}^2 \quad (2)$$

б) Все конструктивные элементы выполнены из гнутых профилей.

$$G_{\text{сум}} = \frac{q_{\text{ш}}^H l^3}{2890,8} + \frac{1,253}{c} + \frac{q_{\text{л}}^H a^3}{689} + \frac{1,57}{l} + \frac{5,41}{a} - \frac{0,60l}{a} \text{ кг/м}^2, \quad (3)$$

где $q_{\text{ш}}^H$ - нормативная равномерно распределённая нагрузка на шпрсы; $q_{\text{л}}^H$ - нормативная нагрузка на лотки; l – пролёт теплицы; a - шаг рам каркаса; c – пролёт стекла (расстояние между шпрсами).

Таблица 2

Оптимальные значения шага стоек и пролёта блочных теплиц, м

Нормативная нагрузка на лотки, $q_{\text{л}}^H$, кгс/м ²	Наименование строительных параметров теплиц	Оптимальные величины строительных параметров из условия минимума расхода стали	
		прокатные профили	гнутые профили
20	ПППролёт	4,6	3,6
	Шаг	2,62	2,5
30	ПППролёт	3,97	3,15
	Шаг	2,45	2,27
40	ПППролёт	3,57	2,90
	Шаг	2,35	2,14
50	ПППролёт	3,30	2,72
	Шаг	2,25	2,04
60	ПППролёт	3,10	2,58
	Шаг	2,16	1,96
70	ПППролёт	2,91	2,46
	Шаг	2,09	1,90

По результатам дифференцирования функций (2) и (3) и совместного решения систем полученных уравнений частных производных (по пролёту l и шагу стоек a) установлены оптимальные значения сетки опор (таблица 2) и определено, что расстояние между шпросами из условия минимума расхода материалов на каркас теплицы следует назначать максимально допустимым по конструктивным соображениям. В соответствии с требованиями норм для теплиц следует применять стекло (ГОСТ 111) унифицированных размеров, толщину стекла следует назначать по расчёту, но не более 4 мм. При расстоянии между шпросами до 500 мм следует применять листовое стекло толщиной 3 мм, при расстоянии 750 мм – 4 мм.

Установленные оптимальные значения пролёта и шага блочных теплиц позволяют минимизировать расход стали на культивационное сооружение стоечно-балочной конструктивной схемы.

Следует отметить, что при размещении фермерских теплиц на участке не требуется соблюдения санитарных норм. Примерное расположение производственных сооружений на участке застройки приведено в работе[1].

1. Блажнов А.А., Фетисова М.А. Производственные сооружения для фермерских хозяйств / А.А.Блажнов, М.А. Фетисова.– Орёл: Картуш, 2017. – 132 с.
2. Блажнов А.А., Генералов А.В. Нормативно-техническая база для проектирования зданий в монголитном безригельном каркасе/ В сборнике:Вестник строительства и архитектуры.Сборник научных трудов. Орел, 2017. С. 136-140.
3. Блажнов А.А., Генералов А.В. Отечественный и зарубежный опыт использования системы безригельного каркаса, проблемы и перспективы./ В сборнике:Вестник строительства и архитектуры. Сборник научных трудов. Орел, 2017. С. 30-38.
4. Блажнов А.А. О применении сотового поликарбоната в ограждающих конструкциях зимних теплиц/ В сборнике:Вестник строительства и архитектуры. Сборник научных трудов. Орел, 2017. С. 96-107.
5. Фетисова М.А. Развитие и применение метода интерполяции по коэффициенту формы к решению задач поперечного изгиба пластинок с комбинированными граничными условиями//автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Орловский государственный технический университет. Орел, 2010.
6. Фетисова М.А. Применение метода интерполяции по коэффициенту формы для определения максимального прогиба пластинок/ В сборнике:Вестник строительства и архитектурыСборник научных трудов. Орел, 2010. С. 17-21.
7. Фетисова М.А. Аналитическиеи численные соотношения максимального прогиба прямоугольных пластинок/ В сборнике:Задачи архитектурно-строительного комплекса в повышении качества жизни и устойчивого развития сельских территорий. Материалы V Международной научно-практической конференции. 2009. С. 319-325.
8. Коробко А.В., Фетисова М.А. Определение поперечного изгиба методом интерполяции по коэффициенту формы при аффинном преобразовании четырех угольных пластинок с комбинированными граничными условиями/ В сборнике:Основные проблемы архитектуры и строительства в XXI веке. Материалы IV международной научно-практической конференции. 2008. С. 257-260.