

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-11-41-47

Блажнов А.А.

Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина

E-mail:blazhnov47@mail.ru

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БЛОЧНОЙ ТЕПЛИЦЫ ПОСТРОЕЧНОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЛЯ МАЛЫХ ФОРМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Аннотация. Выращивание овощей в культивационных сооружениях позволяет значительно увеличить выход продукции по сравнению с открытым грунтом. Обобщены информационные данные по предлагаемым производителями для фермерских хозяйств теплицам. Определены основные типы фермерских теплиц, проведено их сравнение по возможным тепловым потерям в холодный период года. Установлено, что при равной площади застройки площадь ограждающих конструкций блочных (многопролётных) теплиц меньше, чем у однопролётных рамного и арочного типа. Выведена формула минимального коэффициента ограждения для блочной теплицы, при котором обеспечивается минимум энергетических затрат в отопительный период. Предложена конструктивная схема стального каркаса блочной теплицы построечного изготовления из прокатных профилей, позволяющая значительно снизить стоимость строительства сооружения по сравнению со стоимостными показателями теплиц заводской поставки. Получены зависимости расхода стали для конструктивных элементов каркаса в функции нагрузки и его строительных параметров. На основании полученных зависимостей установлены рациональные значения пролёта и шага стоек блочной теплицы для указанных в строительных нормах проектирования теплиц снеговых нагрузок. Для рациональных значений планировочных параметров культивационного сооружения приведены удельные показатели расхода стали и стоимости на каркас теплицы.

Ключевые слова: блочная теплица, стальной каркас, рациональные параметры каркаса.

Введение. Одним из видов производственной деятельности в малых формах хозяйствования является выращивание сельскохозяйственных культур в культивационных сооружениях. Для фермеров рынком предлагается несколько типов теплиц круглогодичного использования: однопролётные арочные, рамные и многопролётные (блочные) со стальным каркасом и ограждающими конструкциями из листового стекла и соевых поликарбонатных панелей (рис. 1) [1–15]. На уровне изобретений разработаны более слож-

ные конструкции теплиц [16–18], но их практическое применение нецелесообразно. Поставка и монтаж заводских теплиц требует значительных единовременных затрат: до 8–15 тыс. руб/м² в зависимости от конструктивного решения и инженерного оснащения [6, 12, 13], что в перспективе отрицательно повлияет на окупаемость сооружения и рентабельность производства в фермерском хозяйстве. Значительно снизить затраты на теплицу возможно при её строительстве собственными силами, используя для сварки стального каркаса прокатные профили.

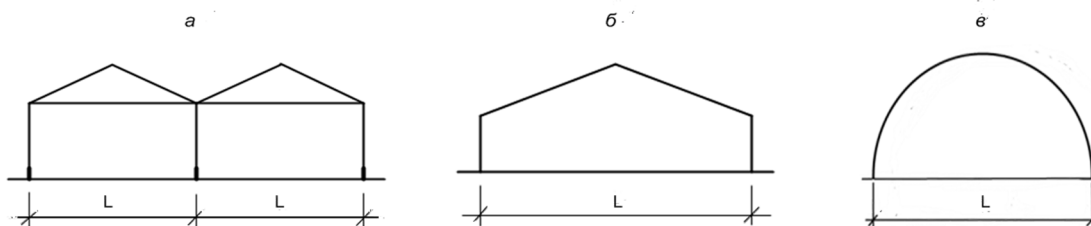


Рис. 1. Основные типы выпускаемых фермерских теплиц:

а – блочная (многопролётная); б – ангарная рамной конструктивной схемы; в – арочная

Из приведенных типов теплиц блочные по расходу стали (7–8 кг/м²), зависящего от конструктивного решения сооружения и снеговой нагрузки, занимают промежуточное положение между однопролётными арочными (5–7 кг/м²) и рамными (10–13 кг/м²). Однако многопролётные теплицы характеризуются меньшим коэффициентом ограждения (отношение площади ограждающих конструкций к площади застройки) по

сравнению с однопролётными (рис. 2), что обуславливает снижение затрат на ограждающие конструкции и отопление. Экономический эффект от двух последних факторов превышает затраты на металлоконструкции. Таким образом, блочные теплицы являются более экономичным типом сооружений по сравнению с однопролётными.

Методика. Обоснование рациональных строительных параметров блочной теплицы построечного изготовления. Методика исследования предусматривала аналитический вывод необходимых зависимостей.

Для принятой площади застройки блочной теплицы соответствующее минимальной площади ограждающих конструкций количество пролётов определяется выражением:

$$n = \frac{2}{L} \sqrt{\frac{hF_{II}}{4h + Ltg\alpha}}, \quad (1)$$

где L – принимаемый пролёт теплицы, м (в соответствии с СП 107.13330.2012 «Теплицы и парники» не должен превышать 9 м); h – высота продольного ограждения, м (для блочных теплиц минимально равная 2,1 м по СП 107.13330.2012);

α – угол наклона скатов кровли (не менее 25°); F_{II} – предусматриваемая площадь теплицы, м².

Задаваясь технологически приемлемым пролётом L , по формуле (1) определим n , а затем планировочные размеры блочной теплицы принятой площади, при которой коэффициент ограждения будет минимальным:

$$K_{огр}^{\min} = \frac{Ltg\alpha}{2A} + \frac{2h}{nL} + \frac{2h}{A} + \frac{1}{\cos\alpha}, \quad (2)$$

где A – вычисленная длина теплицы, м.

Так, для блочной теплицы площадью 500 м² при принятом пролёте $L = 4$ м, высоте $h = 2,1$ м, угле наклона кровли $\alpha = 30^\circ$ по формуле (1) оптимальное количество пролётов равно пяти, планировочные параметры теплицы 20×25 м, коэффициент ограждения по формуле (2) равен 1,58.

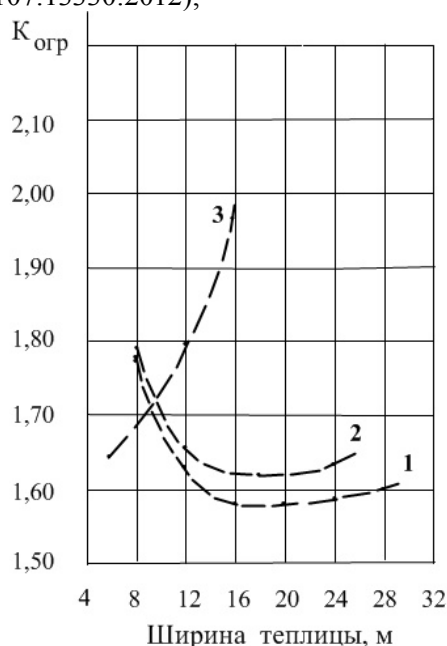


Рис. 2. Изменение коэффициента ограждения теплицы площадью 500 м²:

- 1 – блочная теплица ($h = 2,1$ м; $L = 4$ м; $\alpha = 30^\circ$); 2 – однопролётная рамная теплица ($h = 2,1$ м; $\alpha = 30^\circ$); 3 – однопролётная арочная теплица с круговым очертанием кровли

Предлагаемая конструктивная схема стального каркаса блочной теплицы построечного изготовления с узловыми соединениями на сварке приведена на рис. 3. К несущим элементам каркаса относятся стойки, лотки и шпросы. В ограждающих конструкциях блочных теплиц применяются листовое стекло и сотовые поликарбонатные панели. Кровлю теплицы целесообразно предусматривать из листового стекла для обеспечения стаивания осадков во время снегопада и предотвращения образования снеговых мешков в ендовах крыши. В блочных теплицах для снижения теплопотерь в уровне затяжки в горизонтальной плоскости, как правило, предусматривается трансформируемый штормный экран.

Стеклянное ограждение является конструктивным элементом сооружения, толщина стекла зависит от снеговой нагрузки и расстояния

между шпросами. Опираение стекла на конструкции покрытия теплиц может быть различным: на две и более стороны. Наиболее невыгодным с точки зрения работы стекла под нагрузкой является вариант, когда оно опирается двумя сторонами.

Напряжения в этом случае определяются по формуле

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{3q_1 C^2}{4bh^2} \leq R_{II}, \quad (3)$$

где q_1 – расчётная равномерно распределённая нагрузка на 1 м² наклонной поверхности остекления; C – пролёт стекла (расстояние между шпросами); b , h – соответственно ширина и толщина стекла; R_{II} – расчётное сопротивление стекла на изгиб по СП107.13330.2012.

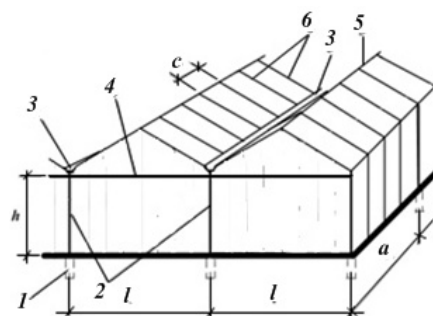


Рис. 3. Предлагаемая конструктивная схема каркаса блочной теплицы построечного изготовления: 1 – фундаментный столбик; 2 – стойка; 3 – лоток для удаления осадков; 4 – затяжка; 5 – коньковый прогон; 6 – шпросы из сдвоенных уголков для опирания стекла

Полагая в формуле (3) $b = 1$ м, $R_H = 10$ МПа (100 кгс/см^2) и приравняв напряжения расчётному сопротивлению, после преобразований получим выражение для толщины стекла:

$$h = 0,274C\sqrt{q_1} \text{ (мм)}, \quad (4)$$

где C – в метрах, q_1 – в Па.

Решив равенство (4) относительно C , получим:

$$C = \frac{h}{0,274\sqrt{q_1}}. \quad (5)$$

Связь между нагрузками на 1 м^2 наклонной (q_1) и горизонтальной (q) поверхности может быть выражена формулой:

$$q_1 = q \cos^2 \alpha,$$

где α – угол наклона кровли теплицы.

При наиболее распространённом угле наклона кровли $\alpha = 30^\circ$ формула (5) примет следующий вид:

$$C = \frac{h}{0,237\sqrt{q}} \text{ (м)}. \quad (6)$$

В соответствии с требованиями СП107.13330.2012 «Теплицы и парники» для теплиц следует применять стекло (ГОСТ 111) унифицированных размеров толщиной не более 4

мм. Стекло должно укладываться на прокладки или мастику и крепиться к шпросам клеммерами или профильными элементами.

В качестве стальных шпросов возможно применение сдвоенных прокатных по ГОСТ 8509-93 или гнутых уголков по ГОСТ 8510-86. Определяющим для подбора сечения шпросов является второе предельное состояние, их прогиб не должен превышать $1/150$ пролёта (рис. 4). Установим закономерность изменения расхода стали на шпросы из прокатных уголков. Математической обработкой данных сортамента методом наименьших квадратов установлена эмпирическая зависимость расхода стали на шпросы от момента инерции (рассматривались уголки с полкой $20 \dots 50$ мм).

$$G_{шп} = 0,209I + 1,81 \text{ (кг/м)} \quad (7)$$

(статистические характеристики связи: $r = 0,91$; $m_r = 0,045$; $r/m_r = 20$).

Прогиб стержня при продольно-поперечном изгибе определяется по формуле [19]:

$$f = \frac{f_{п}}{P} \cdot \left(1 - \frac{P}{P_3} \right), \quad (8)$$

где $f_{п}$ – прогиб стержня от поперечной нагрузки; P – продольная сила; P_3 – Эйлера сила.

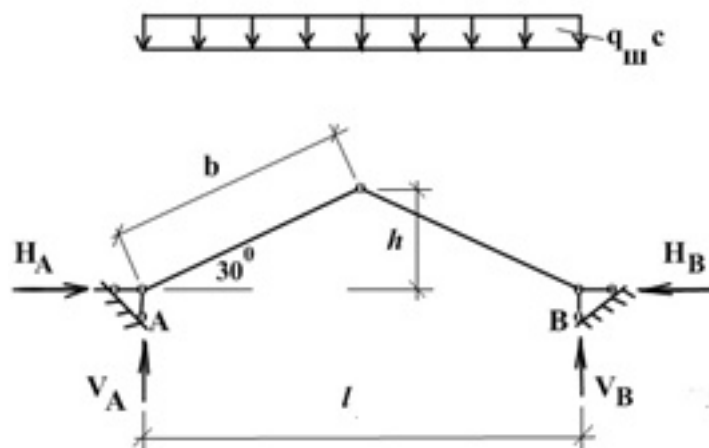


Рис. 4. Принятая расчётная схема шпросов: $q_{ш}$ – снеговая нагрузка на горизонтальную проекцию кровли; l – расстояние между точками опирания шпросов, принятое равным пролёту теплицы; c – расстояние между шпросами

Прогиб шпроса от поперечной нагрузки

$$f_{II} = \frac{5}{384} \frac{q_{III}^H c b^4 \cos^2 \alpha}{EI}, \quad (9)$$

где q_{III}^H – нормативная нагрузка на шпросы; c – расстояние между шпросами; b – длина шпроса, равная $l/(2\cos\alpha)$; EI – жёсткость сечения шпроса; α – угол наклона шпросов, принятый равным 30° .

Суммарный прогиб шпросов после преобразований:

$$f = \frac{5\pi^2 q_{III}^H c l^4 \sin \alpha}{384(16\pi^2 EI \sin \alpha \cos^2 \alpha - q_{III}^H c l^3)}. \quad (10)$$

Суммарный прогиб шпросов не должен превышать нормируемой величины:

$$f \leq \frac{1}{150} b \leq \frac{l}{300 \cos \alpha}. \quad (11)$$

Приравняв правые части формул (10) и (11), после вычислений получим:

$$I = \frac{q_{III}^H c l}{703} \quad (\text{см}^4), \quad (12)$$

где q_{III}^H – в кгс/м²; c, l – в метрах.

Подставив в эмпирическую зависимость (7) значение момента инерции (12), получим теоретический расход стали на шпросы:

$$G_{III} = \frac{q_{III}^H c l^3}{3364} + 1,81 \quad (\text{кг/м}) \quad (13)$$

Или, умножив на $1/(c \cos \alpha)$ на 1м² площади теплицы,

$$G_{III}^T = \frac{q_{III}^H l^3}{2913} + \frac{2,09}{c} \quad (\text{кг/м}^2) \quad (14)$$

Лотки в блочных теплицах необходимы для удаления из ендов дождевых осадков и тающего на покрытии снега (рис. 3). В качестве лотков из сортамента металлических профилей целесообразно использовать гнутые швеллеры по ГОСТ 8278-83. Эмпирическая зависимость расхода стали на 1 пог. м лотка в функции момента инерции (рассматривались швеллеры шириной 140...180 мм):

$$G_{II} = 0,117I + 1,57 \quad (\text{кг/м}) \quad (15)$$

$$G_T = \frac{q_{III}^H l^3}{2913} + \frac{2,09}{c} + \frac{q_{II}^H a^3}{689} + \frac{1,57}{l} + \frac{9,45}{a} - \frac{1,19l}{a} \quad (\text{кг/м}^2) \quad (20)$$

Для определения строительных параметров теплицы, соответствующих минимуму расхода стали на каркас, продифференцируем (20) по каждому переменному:

$$\frac{dG_T}{dc} = -\frac{2,09}{c^2} = 0 \quad (21)$$

$$\frac{dG_T}{dl} = 0,001q_{III}^H l^2 - \frac{1,57}{l^2} - \frac{1,19}{a} = 0 \quad (22)$$

$$(r = 0,89; m_r = 0,06; r/m_r = 15)$$

Момент инерции сечения лотков равен:

$$I = \frac{q_{II}^H l a^3}{80,64}, \quad (\text{см}^4) \quad (16)$$

где q_{II}^H – нормативная нагрузка на лоток, кг/м²; l – пролёт теплицы, м; a – шаг рам каркаса, м; R_{II} – расчётное сопротивление стали на изгиб.

Подставив выражение для момента инерции (16) в зависимость (15), получим расход стали на лотки из условия расчёта их по деформативности:

$$G_{II} = \frac{q_{II}^H l a^3}{689} + 1,57 \quad (\text{кг/м}) \quad (17)$$

или

$$G_{II}^T = \frac{q_{II}^H a^3}{689} + \frac{1,57}{l} \quad (\text{кг/м}^2) \quad (18)$$

В предлагаемой стоечно – балочной конструктивной схеме (рис. 3) на стойки каркаса опираются лотки для удаления осадков с кровли теплицы. На стойки каркаса блочных теплиц действуют вертикальные и горизонтальные нагрузки, величины которых незначительны. По конструктивным соображениям для стоек теплиц лучше всего подходят двутавровые профили. Расчёты показывают, что в пределах изменения пролёта теплиц от 3 до 6 м и шага стоек от 2 до 4 м при всех возможных сочетаниях нагрузок на шатёр культивационных сооружений в качестве стоек может быть применён прокатный двутавр №10. Получена следующая эмпирическая зависимость расхода стали на стойки каркаса в функции пролёта и шага стоек при изменении планировочных параметров в пределах их вышеуказанных значений:

$$G_{CT} = \frac{9,45}{a} - \frac{1,19l}{a} \quad (\text{кг/м}^2) \quad (19)$$

где a – шаг стоек блочных теплиц, м; l – пролёт теплицы, м.

Удельный расход стали на несущие элементы каркаса теплицы равен сумме зависимостей (14), (18) и (19):

$$\frac{dG_T}{da} = 0,0044q_{II}^H a^2 - \frac{9,45}{a^2} + \frac{1,19l}{a^2} = 0 \quad (23)$$

Функция (21) убывающая, величина C стремится к бесконечности. Следовательно, с увеличением расстояния между шпросами расход стали на них будет уменьшаться, и их шаг необходимо принимать максимально возможным для данных значений снеговой нагрузки и толщины стекла.

Рациональные значения пролёта теплицы и шага стоек определялись графическим решением уравнений (22) и (23). Установленные значения

параметров, соответствующие минимуму расхода стали на каркас теплицы, приведены в табл. 1 применительно к снеговым нагрузкам, установленным в СП «Теплицы и парники».

Таблица .

Рациональные значения шага стоек и пролёта блочной теплицы с каркасом из прокатных профилей

Нормативная нагрузка на лотки, $q_{л}^H$, Па	Наименование строительных параметров теплицы	Рациональные значения строительных параметров, м
200	Пролёт	4,60
	Шаг	2,60
300	Пролёт	4,00
	Шаг	2,45
400	Пролёт	3,60
	Шаг	2,35
500	Пролёт	3,30
	Шаг	2,25

Для приведенных в табл. 1 значений пролёта и шага стоек теоретический расход стали на каркас сооружения составляет около 8 кг/м². Фактически этот расход будет несколько большим, например, из-за отсутствия расчётных профилей. При сложившихся рыночных ценах на стальные профили 50–60 тыс. руб/т удельная стоимость каркаса примерно равна 600 руб/м², что существенно ниже стоимости металлоконструкций заводской поставки.

Заключение. Выведены зависимости, позволяющие рационально запроектировать блочную теплицу построечного изготовления. Для приведенных в нормах проектирования теплиц снеговых нагрузок обоснованы значения пролёта и шага стоек каркаса теплицы, соответствующие минимуму расхода стали.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блажнов А.А. О применении сотового поликарбоната в ограждающих конструкциях зимних теплиц // Вестник строительства и архитектуры №6. Орловский ГАУ. Орёл: ООО ПФ Картуш. 2017. С. 96–106.

2. Саттарова Р. Сотовый поликарбонат-теплогосберегающее покрытие для фермерских теплиц // ГАВРИШ. М.: Научно-исследовательский институт овощеводства защищённого грунта. 2017. №2. С.48-49.

3. Мухачёв А.Д. Применение поликарбонатов в качестве энергоэффективной светопрозрачной конструкции // Образование, наука, производство: материалы VII Междунар. молодежного форума. БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород: Изд-во БГТУ. 2015. С. 1326–1329.

4. Нуралин Б.Н., Некрасов В.Г., Мурзагалиев А.Ж., Шевченко С.А., Константинов М.М. Зимние теплицы для континентального климата //

Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. №3(65). С. 81–84.

5. Новикова Ю.К., Голованова Л.А. Обзор современных светопрозрачных материалов // Новые идеи нового века - 2015: материалы XV Международ. науч. конф. ФАДТОГУ. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет. 2015. Т.3. С. 260–265.

6. Блажнов А.А., Фетисова М.А. Производственные сооружения для фермерских хозяйств. Орёл: ООО ПФ «Картуш». 2017. 132 с.

7. Юдаев И.В. Изучение светопропускающих свойств сотового поликарбоната-покровного материала круглогодичных теплиц // Научный журнал Кубанского ГАУ. 2016. №120(06). С. 239–252.

8. Свойства поликарбоната и его широкое применение в современном мире [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://promresursy.com/materialy/polimery/polikarbonat/svoistva.html>. pdf (дата обращения: 12.10.2020).

9. Преимущества поликарбонатных теплиц [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://samostroika.ru/materialy/preimushhestva-polikarbonatnyh-teplic.html>. pdf (дата обращения: 10.10.2020).

10. Теплицы Фермер от производителя [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: msk.teplicity.ru. pdf (дата обращения: 04.10.2020).

11. Теплицы из поликарбоната: преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://dekoriko.ru/teplica/iz-polikarbonata-preimushchestva-i-nedostatki>. pdf (дата обращения: 04.10.2020).

12. Теплицы для фермерских хозяйств ООО «Агрисовгаз» [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://agrisovgaz.ru/?b=grinteh&products=8.pdf> (дата обращения: 04.10.2020).

13. Теплицы промышленные АТЛАНТ | За-вод Атлант. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://steel-roof.ru/promishlennye-teplici.pdf> (дата обращения: 04.10.2020).

14. Теплиці з полікарбонату в Україні [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://prom.ua/Teplitsy-iz-polikarbonata.html.pdf> (дата обращения: 01.10.2020).

15. Цяпліцы беларускай вытворчасці [Электронный ресурс]. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://pan.by/dacha-i-sad/teplitsy-parniki-i-ukryvnoy-material/teplitsy-belarus.pdf> (дата обращения: 05.10.2020).

16. Пат. RU2 651807 C1, Российская Федерация, МПК А01G9/14(2006.01). Теплица, покрытая стеклом (варианты) / Н.Ф.Трошкин; Трошкин Н.Ф. №2016143506; заявл. 07.11.2016; опубл. 24.04.2018, Бюл. № 12.

17. Пат. RU 2 676725 C2, Российская Федерация, МПК А01G9/14(2006.01). Теплица, покрытая стеклом / Н.Ф.Трошкин; Трошкин Н.Ф. №2017115423; заявл. 03.05.2017; опубл. 10.01.2019, Бюл. №1.

18. Пат. RU2 601 392C2, Российская Федерация, МПК А01G9/24(2006.01). Теплица зимняя блочная или ангарная ресурсосберегающая / Н.А.Терентьев; Терентьев Н.А. №2015111495/13; заявл. 30.03.2015; опубл. 10.11.2016, Бюл. № 31.

19. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана.1999, 535 с.

Информация об авторах

Блажнов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры Агропромышленного и гражданского строительства. E-mail: blazhnov47@mail.ru. Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Россия, 302019, г. Орёл, ул. Генерала Родина, д.69.

Поступила 16.10.2020 г.

© Блажнов А.А., 2020

Blazhnov A.A.

Oryol State Agrarian University named after .N.V. Parakhin

E-mail: blazhnov47@mail.ru

RATIONAL PARAMETERS OF A MULTI-SPAN GREENHOUSE OF BUILDING PRODUCTION FOR SMALL FORMS OF MANAGEMENT

Abstract. Growing vegetables in cultivation facilities can significantly increase the yield of products compared to open ground. Information data on greenhouses offered by producers for farms is summarized. The main types of farm greenhouses are identified, and they are compared for possible heat losses during the cold period of the year. It is established that with an equal building area, the area of enclosing structures of multi-span greenhouses is less than that of single-span frame and arch type. The formula for the minimum coefficient of fencing for a multi-span greenhouse, which provides a minimum of energy costs during the heating period, is derived. The structural scheme of the steel frame of a multi-span greenhouse of construction production from rolled profiles is proposed. It allows to significantly reduce the cost of construction of the structure in comparison with the cost indicators of greenhouses of factory delivery. The dependences of steel consumption for structural elements of the frame as a function of load and its construction parameters are obtained. Based on the obtained dependencies, the rational values of the span and step of the block greenhouse racks for snow loads specified in the building design standards of greenhouses are established. For rational values of planning parameters of the cultivation structure, specific indicators of steel consumption and cost per greenhouse frame are given.

Keywords: multi-span greenhouse, steel frame, rational parameters of the frame

REFERENCES

1. Blazhnov A.A. On the application of cellular polycarbonate walling winter greenhouses [О применении сотового поликарбоната в оградных сооружениях]

konstrukciyah zimnih teplic]. Bulletin of construction and architecture. No. 6. Orel state agrarian university. Orel: PFKartush Ltd. 2017. Pp. 96–106. (rus)

2. Sattarova R. Polycarbonate – heat-saving coating for farm greenhouses [Sotovyj polikarbonat

– teplosberegayushchee pokrytie dlya fermerskih teplic]. GAVRISH. Moscow. Research Institute of vegetable growing of the protected ground. 2017. No. 2. Pp. 48–49. (rus)

3. Muhachyov A.D. Use of polycarbonates as energy-efficient glass design [Primenenie polikarbonatov v kachestve ehnergoehffektivnoj svetoprozrachnoj konstrukcii]. Proceedings VII international youth forum «Education, science, production». Belgorod state technological University named after V.G. Shukhov. 2015. Pp. 1326–1329. (rus)

4. Nuralin B.N., Nekrasov V.G., Murzagaliev A.Zh., Shevchenko S.A., Konstantinov M.M. Winter greenhouses for continental climate [Zimnie teplicy dlya kontinental'nogo klimata]. Bulletin of the Orenburg state agrarian University. 2017. No. 3(65). Pp. 81–84. (rus)

5. Novikova YU.K., Golovanova L.A. Review of modern translucent materials [Obzor sovremennykh svetoprozrachnykh materialov]. Proceedings of the XV international scientific conference «The new Ideas of New Century – 2015». Khabarovsk. FADTOGU. 2015. Vol. 3. Pp. 260–265. (rus)

6. Blazhnov A.A., Fetisova M.A. Production facilities for farms [Proizvodstvennyye sooruzheniya dlya fermerskih hozyajstv]. Orel: Publishing house Kartush. 2017. 132 p. (rus)

7. Yudaev I.V. Investigation of the light transmitting properties of cellular polycarbonate – covering material of year-round greenhouses [Izuchenie svetopropuskayushchih svoystv sotovogo polikarbonata – pokrovnogo materiala kruglogodichnykh teplic]. Scientific journal of the Kuban GAU. 2016. No. 120(06). Pp. 239–252. (rus)

8. Properties of polycarbonate and its wide application in the modern world. Available

at:<https://promresursy.com/materialy/polimery/polikarbonat/svoistva.html>(accessed 12.10.2020). (rus)

9. Advantages of polycarbonate greenhouses. Available at: <https://samostrojka.ru/materialy/preimushhestva-polikarbonatnyh-teplic.html>(accessed 10.10.2020). (rus)

10. Greenhouse Farmer from the manufacturer. Available at: msk.teplicy.ru(accessed 04.10.2020). (rus)

11. Polycarbonate greenhouses: advantages and disadvantages. Available at:<https://dekoriko.ru/teplica/iz-polikarbonata-preimushchestva-i-nedostatki>(accessed 04.10.2020). (rus)

12. Greenhouses for farms of LLC "Agrisovgaz». Available at: <http://agrisovgaz.ru/?b=grinteh&products=8>. (accessed 04.10.2020). (rus)

13. Industrial greenhouses ATLANT | plant Atlant. Available at: <http://steelroof.ru/promishlennieteplici>. (accessed 04.10.2020). (rus)

14. Polycarbonate greenhouses in Ukraine. Available at: <https://prom.ua/Teplitsy-iz-polikarbonata.html> (accessed 01.10.2020). (rus)

15. Greenhouses of Belarusian production. Available at:<https://pan.by/dacha-i-sad/teplitsy-parniki-i-ukryvnoy-material/teplitsy-belarus> (accessed 05.10.2020). (rus)

16. Troshkin N.F. Greenhouse covered with glass (options). Patent RF, no. 2016143506, 2018.

17. Troshkin N.F. Greenhouse covered with glass. Patent RF, no. 2017115423, 2019.

18. Terentyev N.A. Winter block or hangar resource-saving greenhouse. Patent RF, no. 2015111495, 2016.

19. Feodosiev V.I. Strength of materials [Soprotivlenie materialov]. M.: Bauman Moscow State Technical University. 1999, 535 p. (rus)

Information about the authors

Blazhnov, Aleksander A. PhD, Assistant professor. E-mail: blazhnov47@mail.ru. Orel State Agrarian University named after N.V.Parakhin. Russia, 302019, Orel, st.General Rodina, 69.

Received 16.10.2020

Для цитирования:

Блажнов А.А. Рациональные параметры блочной теплицы построеночного изготовления для малых форм хозяйствования // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 11. С. 41–47. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-11-41-47

For citation:

Blazhnov A.A. Rational parameters of a multi-span greenhouse of building production for small forms of management. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 11. Pp. 41–47. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-11-41-47