

УДК 631.22

UDC 631.22

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

4.3.1. Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

О ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ МАЛЫХ ФОРМ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

ON THE POSSIBILITY OF REDUCING CONSTRUCTION COSTS FOR LIVESTOCK FACILITIES FOR SMALL FORMS OF ECONOMY

Блажнов Александр Александрович
канд. техн. наук, доцент
SPIN-код: 2530-4598

Blazhnov Alexander Alexandrovich
Cand.Tech.Sci., associate Professor
RSCI SPIN code: 2530-4598,

Алибекова Ирина Владимировна
канд. техн. наук, доцент, SPIN-код: 8553-0297

Alibekova Irina Vladimirovna
Cand.Tech.Sci., RSCI SPIN code: 8553-0297

Абашин Евгений Геннадьевич
канд. техн. наук, доцент
SPIN-код: 5427-1832

Abashin Evgeny Gennadievich
Cand.Tech.Sci., Associate Professor
RSCI SPIN-code: 5427-1832

Коломыцева Анастасия Юрьевна
старший преподаватель, SPIN-код : 7755-5447
Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орёл, Россия

Kolomytseva Anastasia Yuryevna
senior teacher, SPIN-code: 7755-5447.
Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhina, Oryol, Russia

Строительные нормы рекомендуют предусматривать животноводческие здания каркасными со сборными ограждающими конструкциями. Рыночные цены на поставку и монтаж быстровозводимых фермерских животноводческих сооружений со стальным каркасом и наружными стенами и покрытием из сэндвич-панелей достигают 22 тыс.руб/м² здания. В общей стоимости строительства доля затрат на указанные части здания составляет примерно 70%. Из них около 40% приходится на ограждающие конструкции и 30% на каркас здания. При строительстве животноводческого сооружения собственными силами возможно снижение единовременных затрат посредством минимизации площади наружных ограждающих конструкций здания и выбора рациональной конструктивной схемы стального каркаса, соответствующей минимуму расхода металла. Цель исследования предусматривала аналитическое обоснование экономических объёмно-планировочных параметров животноводческого здания и металлоберегающего типа его стального каркаса. Для здания павильонного типа выведено выражение для определения экономически целесообразных планировочных параметров при требуемых значениях площади застройки и угле ската покрытия. Установлено существенное влияние угла ската покрытия на значение оптимальной ширины здания. По результатам обобщения конструктивных решений полносборных быстровозводимых животноводческих зданий выявлены три наиболее часто применяемые схемы

Building codes recommend providing livestock buildings with frame structures with prefabricated enclosing structures. Market prices for the supply and installation of prefabricated farm livestock buildings with a steel frame and external walls and sandwich panel covering reach 22 thousand rubles/m² of the building. In the total cost of construction, the share of costs for these parts of the building is approximately 70%. Of these, about 40% is for enclosing structures and 30% for the building frame. When building a livestock building on your own, it is possible to reduce one-time costs by minimizing the area of the external enclosing structures of the building and choosing a rational structural scheme for the steel frame that corresponds to the minimum metal consumption. The objective of the study was to provide an analytical justification for the economical space-planning parameters of a livestock building and the metal-saving type of its steel frame. For a pavilion-type building, an expression was derived to determine the economically feasible planning parameters for the required values of the building area and roof slope. A significant influence of the roof slope on the value of the optimal building width was established. Based on the results of generalizing the design solutions of prefabricated quickly erected livestock buildings, three most frequently used steel frame schemes were identified: frame with solid or through-section frames and post-and-beam. Based on the derived dependencies of steel consumption for each frame option, they were compared by material consumption and an economically feasible frame design scheme was established for construction - post-and-beam. The

стального каркаса: рамная с рамами сплошного или сквозного сечения и стоечно-балочная. На основании выведенных зависимостей расхода стали по каждому варианту каркаса проведено их сравнение по материалоемкости и установлена экономически целесообразная для строительства конструктивная схема каркаса – стоечно-балочная. Полученные в процессе исследования результаты могут быть полезны при реальном проектировании животноводческого объекта

Ключевые слова: ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЕ ЗДАНИЕ, ЭКОНОМИЧНЫЕ ОБЪЁМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, РАЦИОНАЛЬНАЯ КОНСТРУКТИВНАЯ СХЕМА КАРКАСА

results obtained in the course of the study can be useful in the actual design of a livestock facility

Keywords: LIVESTOCK BUILDING, ECONOMIC VOLUMETRIC PLANNING PARAMETERS, RATIONAL STRUCTURAL FRAME SCHEME

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-208-023>

Введение. В строительных нормах по проектированию животноводческих зданий СП 106.13330.2012 указывается, что здания следует проектировать, как правило, одноэтажными, прямоугольной формы в плане, каркасными с применением сборных несущих и ограждающих конструкций. Сборное строительство позволяет сократить время возведения сооружения и единовременные затраты. Предлагаемые поставщиками для фермерских хозяйств полносборные животноводческие сооружения со стальным каркасом и ограждающими конструкциями из сэндвич-панелей требуют значительных единовременных затрат, до 22 тыс.руб/м² [1-4]. В стоимости строительства такого полносборного здания затраты на ограждающие конструкции из сэндвич-панелей и их монтаж (стены, покрытие) равны примерно 40%, а на элементы стального каркаса и их установку – 30% [2]. То есть, суммарная стоимость несущих и ограждающих конструкций достигает 70% общей стоимости и снижение затрат на эти части здания (наружные стены, покрытие, стальной каркас) при строительстве собственными силами позволит получить определённый экономический эффект. Также без привлечения сторонних организаций возможно изготовление буронабивных фундаментов под стойки каркаса, монтаж ограждающих конструкций, устройство полов и др.

<http://ej.kubagro.ru/2025/04/pdf/23.pdf>

Цель исследования предусматривала аналитическое обоснование экономических объёмно-планировочных параметров животноводческого здания и металлоэкономичного типа его стального каркаса.

Результаты исследований. Ширину здания (рис.1,А), равную минимуму площади и стоимости наружных ограждающих конструкций и обеспечивающую снижение затрат на отопление, можно определить из выражения (1).

$$L^3 \operatorname{tg} \alpha + 6(L^2 - S) = 0 \quad , \quad (1)$$

где L - ширина здания; S - площадь здания; α – угол наклона ската кровли, по нормам минимально равный 12° для стального профилированного настила.

В качестве примера на рис.1,Б показано изменение оптимальной ширины здания в зависимости от площади застройки и угла наклона кровли.

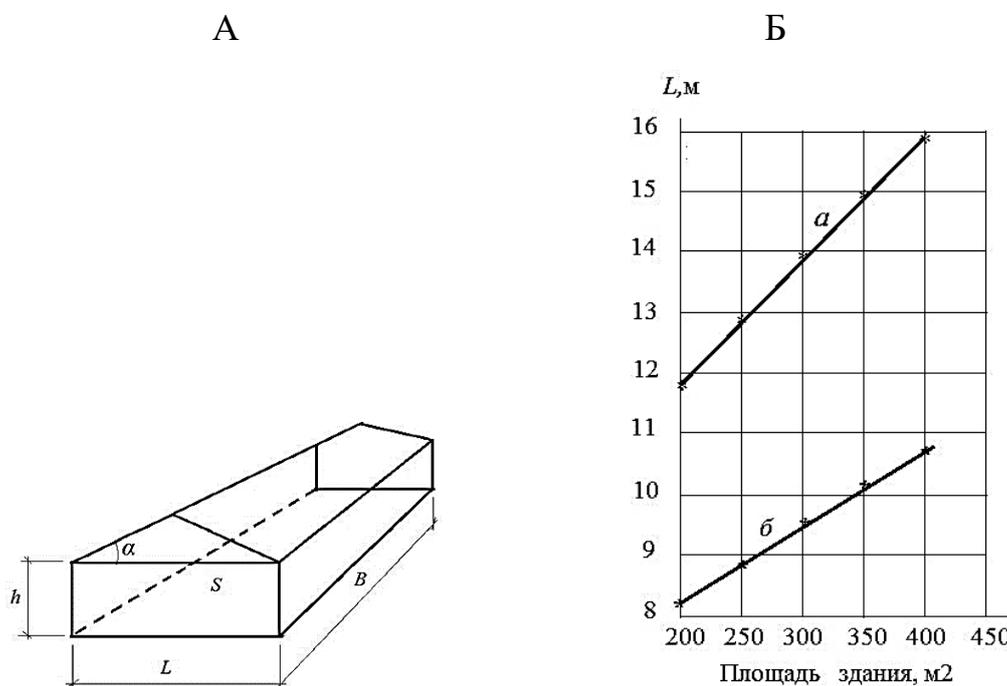


Рисунок 1 - Влияние параметров здания на площадь ограждающих конструкций: А – схема здания (h – высота наружных стен здания, равная 2,4 м [6]); Б – изменение ширины здания (L), соответствующей минимуму площади ограждающих конструкций, при увеличении площади застройки здания (a – угол наклона кровли $\alpha = 12^\circ$, b – угол наклона кровли равен 30°)

Обобщение опыта строительства и проектирования полносборных быстровозводимых зданий для содержания животных в центральных регионах показало, что их стальные каркасы обычно выполняются рамными (со сплошными и сквозными рамами) и по стоечно-балочной схеме (рис.2).

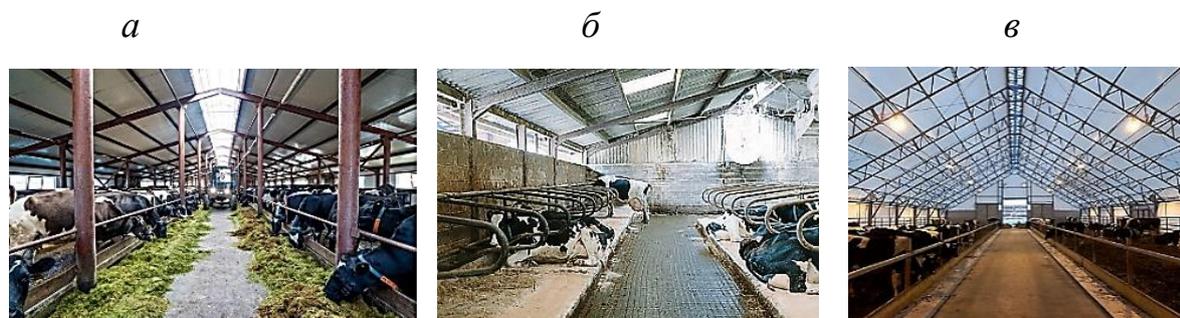


Рисунок 2 - Основные виды каркасов сельскохозяйственных быстровозводимых зданий: *а* - стоечно – балочный ; *б* - рамный с рамами сплошного сечения; *в* - рамный с рамами сквозного сечения

Для определения наиболее экономичной по расходу стали конструктивной схемы каркаса указанные три вида каркаса приводились в сопоставимые условия: высота крайних стоек в соответствии с технологическими требованиями принималась равной 2,4м; уклон кровли принимался равным минимальному значению 12° ; ширина каркасов принималась равной 12м, так как животноводческие здания такой ширины достаточно часто применяются в практике; шаг рам каркаса изменялся от 3 до 6 м; снеговая и ветровая нагрузки принимались применительно к центральным регионам (III снеговой и II ветровой районы). В рамном каркасе с рамами сплошного сечения стойки и ригели рам предусматривались коробчатого сечения из сдвоенных прокатных швеллеров с соединением их на сварке; стойки и ригели сквозных рам принимались из уголков; элементы стоечно-балочного каркаса подбирались из двутавров типа Б с параллельными гранями полок. Прогоны покрытия во всех вариантах выполнялись из прокатных швеллеров.

Так, для каркаса с рамами сплошного сечения теоретическое

значение расхода стали на каркас (масса рам каркаса плюс масса прогонов) на 1м² здания имеет следующий вид

$$G_p = \frac{25,0}{a} + \frac{l}{a} + 5,75 + \frac{q^H a^3}{8389} + \frac{6,85}{b} \quad \text{кг/м}^2, \quad (2)$$

где a – шаг рам каркаса, м; q^H – нормативное значение нагрузки на покрытие, кН/м².

Установленный из выражения (2) шаг рам каркаса, соответствующий минимуму расхода стали, равен 5м. Расход стали на рамы и прогоны покрытия составляет 20,6 кг/м².

Применение сквозных рам из уголков позволяет снизить удельный расход стали на рамы по сравнению со сплошными рамами из швеллеров до 19,5 кг/м² при шаге рам 3,5м. Однако в этом случае увеличивается трудоёмкость изготовления каркаса.

Из рассмотренных вариантов стального каркаса стоечно-балочный каркас является менее материалоемким. Так, теоретический расход стали при установленном рациональном расстоянии между рамами 5м составляет 12,85кг/м² (рис.3), что существенно ниже расхода стали 19,5 кг/м² на каркас со сквозными рамами. Снижение расхода стали обусловлено значительно меньшими значениями изгибающих моментов в ригеле трёхпролётной рамы. Максимальный вес элемента каркаса (балка ригеля из двутавра 14Б1 длиной 6,2м) при оптимальном шаге рам каркаса 5м составляет 70 кг.

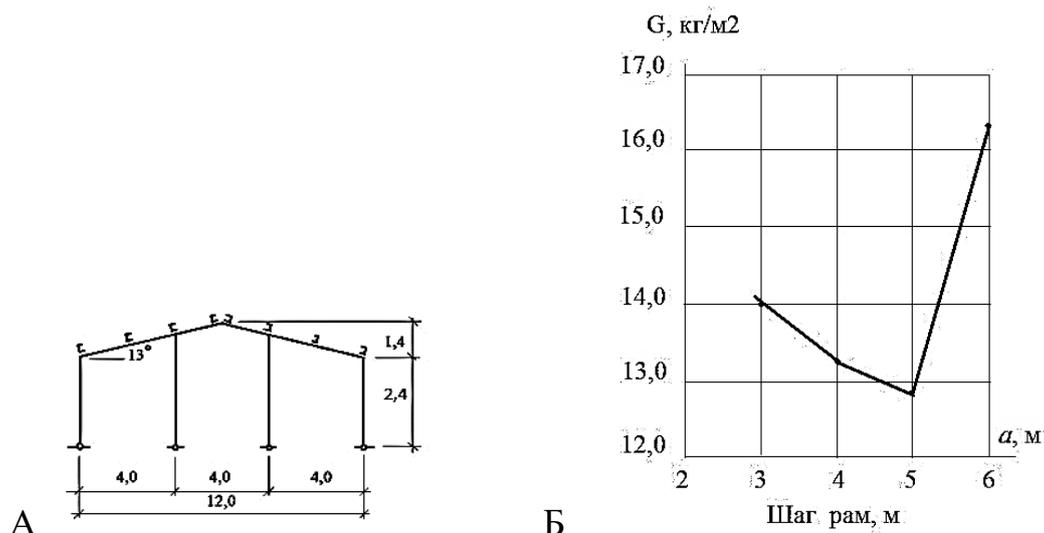


Рисунок 3 – Конструктивная схема (А) и изменение расхода стали на каркас трёхпролётной рамы (Б)

Выводы:

1. Показана возможность снижения стоимости строительства каркасного животноводческого здания посредством минимизации площади наружных ограждающих конструкций и выбора рациональной конструктивной схемы его стального каркаса.

2. Выведена зависимость для определения объёмно-планировочных параметров здания, соответствующих минимуму площади наружных ограждающих конструкций.

3. Установлено, что стоечно-балочная конструктивная схема каркаса здания характеризуется существенно меньшим расходом стали по сравнению с рамной конструктивной схемой с арками сплошного и сквозного сечения.

Список литературы

1. Проектирование животноводческих комплексов из металлоконструкций - ООО «Инжстрой-С». [Электронный ресурс]. URL: <https://injstroys.ru> > projektirovanie-zhivotnovodcheskik.

2. Строительство сельскохозяйственных зданий – СтальПрофиль Групп. [Электронный ресурс]. URL: <https://allplans.ru> > production > selkhozzdaniya.

3. Быстровозводимые здания, строительство. [Электронный ресурс]. URL: <http://zbmz.ru/bystrovovodimye-zdaniya/>.

4. Быстровозводимые тентовые ангары для коровников . [Электронный ресурс]. URL:<https://kronica-agro.ru> > tentovo-karkasnye-sooruzheniya.
5. РД-АПК 1.10.01.03-12 Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм крупного рогатого скота крестьянских (фермерских) хозяйств.
6. СП 106.13330.2012 Животноводческие, птицеводческие и звероводческие здания и помещения

References

1. Proektirovanie zhivotnovodcheskih kompleksov iz metallokonstrukcij - ООО«Inzhstroj-S». [Elektronnyj resurs]. URL:<https://injstroys.ru> > proektirovanie-zhivotnovodcheskik.
2. Stroitel'stvo sel'skohozyajstvennyh zdaniy – Stal'Profil'Grupp. [Elektronnyj resurs]. URL:<https://allplans.ru> > production > selkhozhdaniya.
3. Bystrovozvodimye zdaniya, stroitel'stvo. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://zbmz.ru/bystrovozvodimye-zdaniya/>.
4. Bystrovozvodimye tentovye angary dlya korovnikov . [Elektronnyj resurs]. URL:<https://kronica-agro.ru> > tentovo-karkasnye-sooruzheniya.
5. RD-АПК 1.10.01.03-12 Metodicheskie rekomendacii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu ferm krupnogo rogatogo skota krest'yanskih (fermerskih) hozyajstv.
6. SP 106.13330.2012 Zhivotnovodcheskie, pticevodcheskie i zverovodcheskie zdaniya i pomeshcheniya