

ВАРНЕНСКИ СВОБОДЕН УНИВЕРСИТЕТ
“ЧЕРНОРИЗЕЦ ХРАБЪР”
АРХИТЕКТУРЕН ФАКУЛТЕТ
Катедра „Строителство на сгради и съоръжения”

ИВАН КРАСИМИРОВ ЕНИМАНЕВ

МОДУЛНИ ЕЛЕМЕНТИ ЗА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИ
АГРОИНДУСТРИАЛНИ СГРАДИ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен „доктор”

Професионално направление
5.7 "Архитектура, строителство и геодезия",
докторска програма „Строителни материали, изделия и технологии
за производството им”

Научен ръководител:
доц. д-р инж. Росица Петкова-Слипец

Варна
2024

ВАРНЕНСКИ СВОБОДЕН УНИВЕРСИТЕТ
“ЧЕРНОРИЗЕЦ ХРАБЪР”
АРХИТЕКТУРЕН ФАКУЛТЕТ
Катедра „Строителство на сгради и съоръжения”

ИВАН КРАСИМИРОВ ЕНИМАНЕВ

МОДУЛНИ ЕЛЕМЕНТИ ЗА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИ
АГРОИНДУСТРИАЛНИ СГРАДИ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен „доктор”

Професионално направление
5.7 "Архитектура, строителство и геодезия",
докторска програма „Строителни материали, изделия и технологии
за производството им”

Научен ръководител:
доц. д-р инж. Росица Петкова-Слипец

Рецензенти:
доц. д-р инж. Дария Михалева
проф. д-р инж. Марина Трайкова

Варна
2024

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита пред научно жури от катедра „Строителство на сгради и съоръжения“ при Варненски свободен университет „Черноризец Храбър“ на заседание на катедрен съвет, проведено на 14 декември 2023 г.

Дисертационният труд е с обем от 126 страници и се състои от увод, 3 глави и заключение, 35 фигури, 18 таблици, списък на публикациите по дисертационния труд и пет приложения. Списъкът на литературните източници се състои от 104 заглавия на български, английски, руски и френски език.

Авторът на дисертационния труд е докторант на самостоятелна подготовка в катедра „Строителство на сгради и съоръжения“ към Архитектурен факултет на ВСУ „Черноризец Храбър“.

Защитата на дисертационния труд пред научно жури ще се състои на 16 февруари 2024 г. от 11,00 ч. в Заседателната зала на Ректората на ВСУ „Черноризец Храбър“. Материалите по защитата са на разположение в канцеларията на катедра „Строителство на сгради и съоръжения“ при Архитектурен факултет, стая А-226 при секретаря на катедрата и на сайта на университета.

I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

I.1. АКТУАЛНОСТ НА ПРОБЛЕМА

Енергийната ефективност в сградите става все по-важен фактор, тъй като светът е изправен пред предизвикателствата на изменението на климата и необходимостта от намаляване на емисиите на парникови газове. Подобряването на енергийната ефективност на сградите чрез основно обновяване има огромни социални, икономически и екологични ползи. Изследванията на нови енергийно ефективни строителни материали са от съществено значение, за да помогнат за създаването на устойчиви и енергийно ефективни структури.

Агроиндустриалните сгради са характерна група индустриални сгради, към които се прилагат специфични изисквания. Те обикновено изискват големи открити пространства, които да могат лесно да бъдат адаптирани за различни видове агроиндустриални дейности.

Модулните елементи могат да се използват за създаване на пространства, които бързо и лесно могат да бъдат преконфигурирани, за да отговорят на променящите се нужди. Модулните системи могат да се използват за създаване на енергоефективни, устойчиви индустриални сгради, които са в състояние да отговорят на нуждите на модерни земеделски практики.

В нормативните документи в строителния сектор в нашата страна не е утвърдена методика за приложението на модулни елементи за изграждане на енергоспестяващи агроиндустриални сгради.

Актуалността на темата на дисертационния труд се обосновава в необходимостта от разработване на методика за приложение на модулни унифицирани елементи за енергоефективно

строителство на агроиндустриални сгради.

1.2. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННАТА РАБОТА

Цел на докторската теза е да се разработи и обоснове методика за приложението на модулни унифицирани елементи с високи топлотехнически показатели за изграждане и преустройство на енергоикономични агроиндустриални сгради за осигуряване на ефективно производство.

Задачите на изследването, чрез които ще се реализира целта са следните:

1. Синтез на структурата и гамите от модулни елементи с енергоефективни материали.
2. Разработване на обобщен параметричен модел на модулни елементи с високи енергоефективни характеристики.
3. Разработване на обобщен технико-икономически модел за оптимизиране параметрите на модулния елемент.
4. Разработване на алгоритъм и програма за автоматизирано проектиране на гамите от модулни елементи с енергоспестяващи материали.
5. Експериментално изследване на определящите параметри на топлоизолационните материали за формиране на модулните елементи.

Обект на научното изследване са композитни материали за агроиндустриална среда с подобрена архитектура и физико-механични характеристики.

Предмет е изследването и изучаването на характеристиките на модулни унифицирани елементи за изграждане на енергоикономични агроиндустриални сгради.

Ограничения на обхвата на изследването:

Изследването обхваща използването на модулни унифицирани елементи за енергоефективно строителство само на агроиндустриални сгради.

ІЗ. МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Предвид специфичната характеристика на предмета на изследване се използват предимно възможностите на метода на сравнението (сравнителен анализ), метода на взаимосвързаното изучаване на отделните материали, елементи и процеси и метода на моделирането на процесите. За обработка и анализ на данните са използвани статистически модел SPSS 17.0 и Microsoft Office – Excell и Word.

ІІ. ОБЕМ И СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд е с обем от 126 страници и се състои от увод, 3 глави и заключение, 35 фигури, 18 таблици, списък на публикациите по дисертационния труд и пет приложения.

Списъкът на литературните източници се състои от 104 заглавия на български, английски, руски и френски език.

ІІІ. КРАТКО ИЗЛОЖЕНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

ВЪВЕДЕНИЕ

Във въведението е изтъкнато, че строителната индустрия е един от най-големите сектори в Европа и играе решаваща роля в икономическото развитие на страните чрез създаването на основни активи като сгради и инфраструктура. Изборът на строителни материали е важен етап в проектирането и изграждането на сгради и съоръжения. Той трябва да се извършва не само съобразно изискванията за сигурност, надеждност и дълготрайност на конструкцията, но и като се вземат предвид енергийна ефективност, екологични ефекти и естетика.

Посочено е, че под енергийно ефективни строителни материали се разбира материали, които могат да намалят потреблението на енергия и емисиите на парникови газове, да

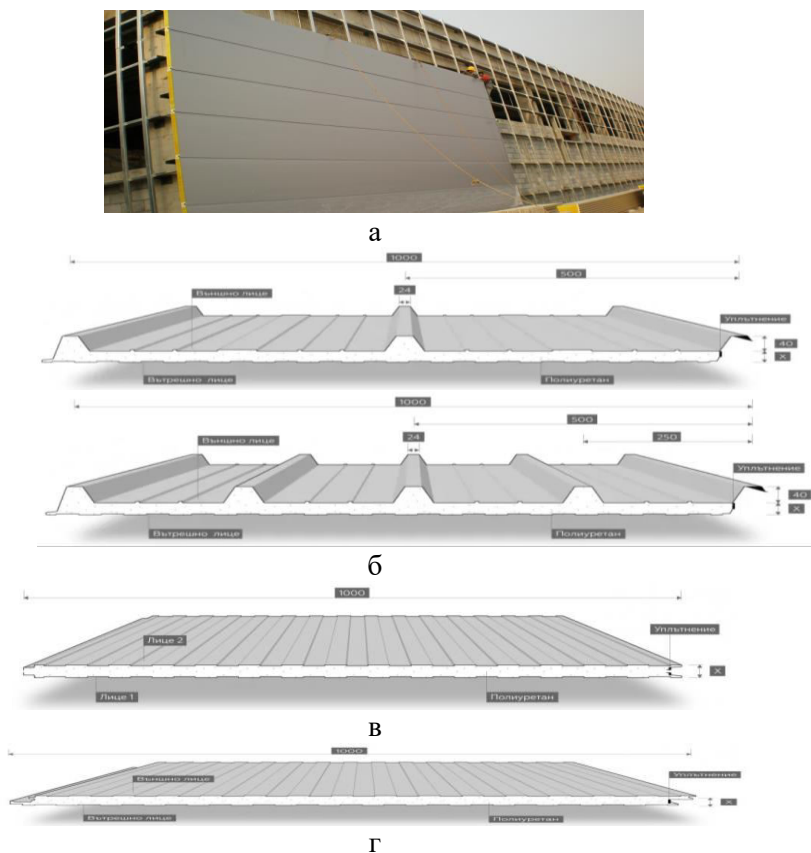
подобрят топлинния комфорт в помещенията и да осигурят дълготрайни решения за изграждане на сгради. Чрез използването на тези материали е възможно да се създадат модулни елементи за агроиндустриални сгради, които са едновременно енергийно ефективни и устойчиви.

ГЛАВА ПЪРВА. АНАЛИЗ НА СВОЙСТВАТА НА МОДУЛНИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИ МАТЕРИАЛИ ЗА АГРОИНДУСТРИАЛНИ СГРАДИ

В първа глава на дисертационния труд подробно са разгледани свойствата на енергоефективни строителни материали и изделия, които притежават високи топлотехнически характеристики и могат да осигурят изграждането на сгради в индустриалния сектор, включително селскостопански постройки. Посочени са видовете термопанели с висока енергийна ефективност за приложение в жилищни, промишлени и агроиндустриални сгради, както следва:

- фотоволтаични термични панели - използват слънчевата енергия за производство на електричество и топлина;
- алуминиеви термопанели - изработени са от две или повече стъкла, разделени от алуминиева рамка, която позволява да се задържи топлината, както и да се позволи на светлината да премине;
- термопанели с топлоизолиращ слой от разпенени полимери; Те се състоят от два или три слоя, като обикновените двуслойни панели се състоят от изолация и облицовка, залепени заедно, докато сложните трислойни конструкции включват допълнителен слой между тях.
- облицовъчните панели - обикновено се използват за външни фасади на сгради;
- винилови фасади и фасадните панели от полиуретанова пяна също са популярни видове термопанели, използвани за довършване на външни стени и фасади.

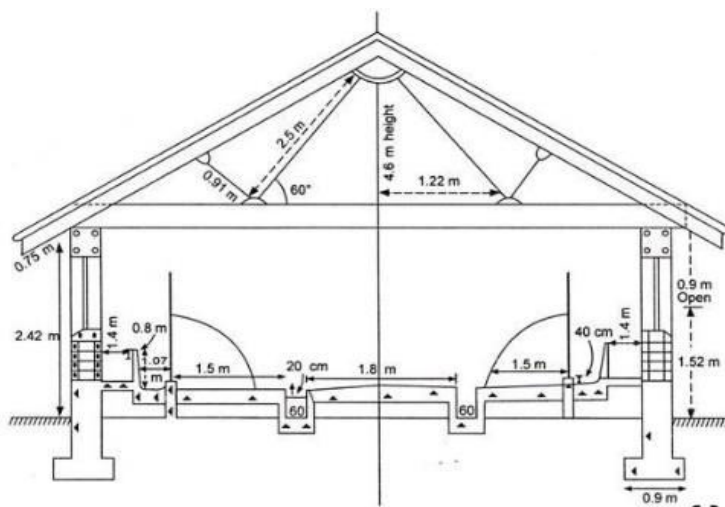
Най-подходящи за унифицирани модулни елементи се явяват композитните сандвич-панели със стоманена обшивка и топлоизолационен слой – фиг. 1.4.



Фигура 1.4. Видове „сандвич“-панели [21]:
 а) фасадни термопанели; б) покривни термопанели ; с открит
 (в) и скрит (г) монтаж

Детайлно са анализирани гами от модели на агроиндустриални сгради – за едър рогат добитък, за свиневъдство и

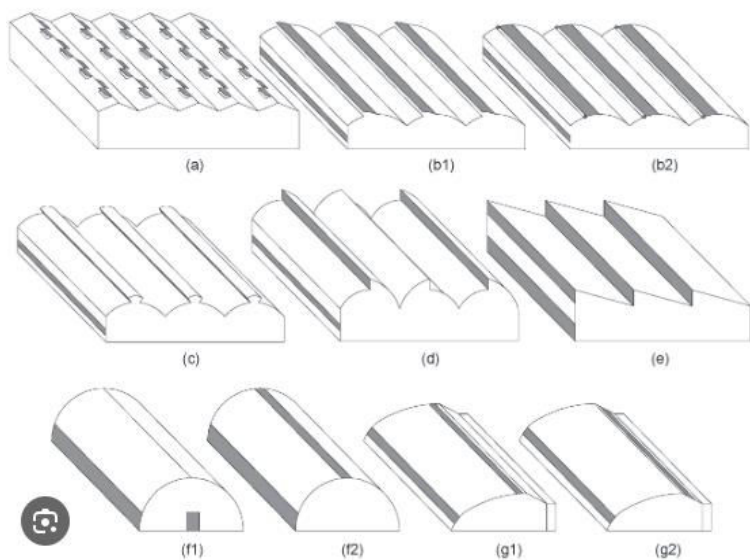
птицевъдство. На фиг. 1.5 е показана двуредна типова панелна сграда за едър рогат добитък.



Фигура 1.5. Двуредна типова панелна сграда за едър рогат добитък [38]

Геометричните размери на гамата сгради се свързват с габаритите на типовете сгради. Основната сграда е сглобяема, панелен тип с различна ширина и капацитет.

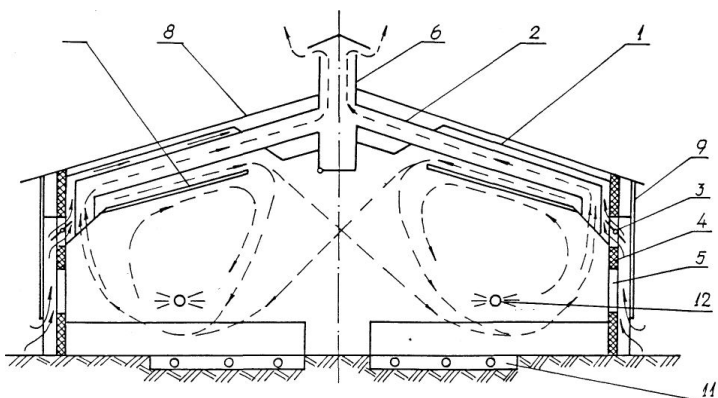
Подчертана е тенденцията при осигуряването на микроклиматичната среда е използването на естествената вентилация, с оглед икономия на енергия. Естествената вентилация (аерация) се основава на разликата между относителното тегло на въздуха при различни вътрешни и външни температури. Вентилацията посредством директни отвори е най-проста по устройство. Тя се осъществява чрез обикновени горни прозорци и жалузи или чрез специални отвори, които се затварят съобразно с понижаване на температурата (фиг.1.10).



Фигура 1.10. Схеми на естествена вентилация с отвори на покрива и стените [42]

a,b,d – вертикални вентилационни отвори; c,e,f – странични вентилационни отвори

Разработен и предложен е вариант за аерация по принципа въздуховод във въздуховод. Работата на елемента се характеризира с два функционални режима - зимен и летен. На фиг.1.12 е представен напречен разрез на елемента. Въздуховодите 1 и 2 образуват многослойна топлинна изолация на тавана на сградата, а топлоизолационната преграда 9 подобрява топлинната изолация на стените. Така се постига добра топлинна изолация на сградата през зимата и защита от слънчева радиация през лятото. Намалява се топлинната инертност на сградата, посредством използване на нови строителни материали.



Фигура 1.12. Принципна схема на енергийноэффективен

контур за климатизация на свиневѣдна сграда (авторски проект)

1 - входен въздуховод; 2 - изходен въздуховод; 3 - клапа; 4-надлъжна стена; 5-подвижен панел; 6-фонар; 7-подвижно дъно на фонара; 8-покрив; 9 - топлоизолационна прег-рада; 10 - двойно дъно на входния въздуховод; 11 - отопляван участък от пода; 12 - дюзи за охлаждане на въздуха чрез овлажняване.

До момента всички опити за модулни елементи за агроиндустриални сгради са свеждани до създаването на модулни мрежи, формирани от надлъжни, напречни и вертикални линии, отстоящи помежду си на определено (модулно) разстояние, на базата на което се извършва типизиране на строителните конструкции, обемно-планировъчни елементи и сгради без параметричното им обвързване с микроклиматичните и технологични норми за отглеждане на животни и птици или осигуряване на съответните процеси. Независимо от възможността да се обвърже типоразмера на модулните елементи с габаритите за единица едър рогат добитък, такъв опит не е направен. Типоразмерите на модулни елементи в строителното производство са разработени на базата на планировъчни или обемни модули. Проблем се явява факта, че те

реално са предназначени само да затворят пространството, но не и да осигурят естественото преливане на микросредата от вътрешното пространство към околната среда с оглед осигуряване на екологически естествена среда. В резултат, построените и експлоатирани до момента селскостопански сгради могат да осигуряват производство на животинска и птицевъдна продукция само по определена, предварително заложена технологична схема.

Сградите, използвани като складове и плодохранилища са проектирани целево, конструктивно са обособени така, че не е възможно преустройството им за други цели, но могат да се реконструират и модернизират, с оглед подобряване на енергийната им ефективност.

На базата на проведеното проучване се установи, че към настоящия момент не са създадени:

- унифициран обект за провеждане на системни наблюдения и оценка на ефективността от модулни елементи на база на аерацията и използвания композитен строителен материал;
- унифициран модул със съвременни технически средства за контрол на микроклиматични показатели;
- методика за обработка на експериментални резултати от натурни изследвания върху показателите на микроклимата и енергийната ефективност при използване на модулни унифицирани елементи.

ИЗВОДИ КЪМ ГЛАВА ПЪРВА

На основата на направеното проучване могат да бъдат направени следните изводи:

1. Разработени са и са предложени строителни материали и изделия, които притежават високи топлотехнически характеристики и могат да осигурят изграждането на сгради в индустриалния сектор, включително селскостопански постройки. Най-подходящи за унифицирани модулни елементи се явяват композитните

сандвич-панели със стоманена обшивка и топлоизолационен слой.

2. Модулната типизация на агроиндустриалните сгради касае само конструкциите, като същите не са пригодни за аерация. Системите за вентилация на животновъдните и с друго предназначение сгради, се проектират като самостоятелни, независещи от конструкцията на сградите системи. Следователно, от съществено значение е модулните агросгради да се проектират и изграждат с подходяща вентилационна система, която да осигури непрекъснат поток от свеж въздух, премахване на застоялия въздух и излишната влага.

3. Типизирането на строителните конструкции, обемно-планировъчните елементи и сгради се извършва без параметричното им обвързване с микроклиматичните и технологични норми за отглеждане на животни и птици или осигуряване на съответните процеси.

4. Сградите, използвани като складове и плодохранилища са проектирани целево и конструктивно са обособени така, че не е възможно преустройството им за други нужди, но могат да се реконструират и модернизират, с оглед подобряване на енергийната им ефективност.

5. Сградите за плодо- и зърнохранилища не са конструктивно типизирани и не позволяват ефективен енергомасообмен на база на аерацията с околната среда. Технологичните температури за съхранение на продукцията в тях имат добро съвпадение с температурата на атмосферния въздух през есенно-зимния сезон.

6. Типоразмерът на модулните елементи, които се използват за изграждане на агроиндустриални сгради не е обвързан с габаритите за едно скотомясто за единица едър рогат добитък. В резултат, построените и експлоатирани до момента сгради могат да осигуряват производството на животинска и птицевъдна продукция само по определена, предварително заложена технологична схема.

ГЛАВА ВТОРА. МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕОРЕТИЧНИ МОДЕЛИ

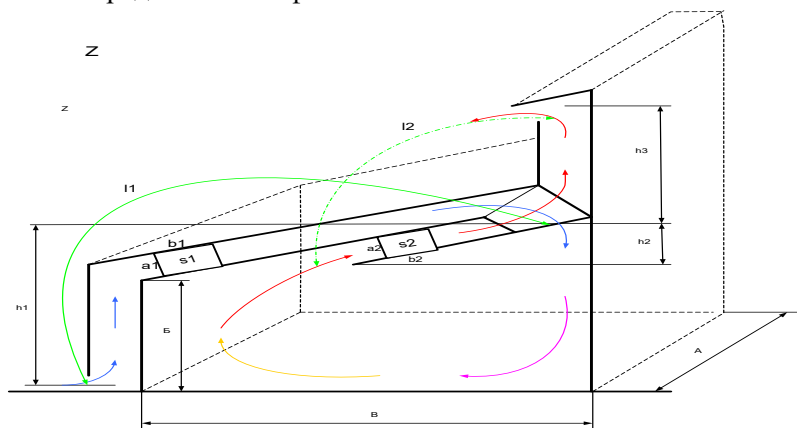
Във втора глава на дисертационния труд е подчертано, че Методологията и теоретичните модели са съществени компоненти в областта на архитектурното проектиране и разработването на нови материали, изделия и системи. Методологията се отнася до систематичния подход, използван за провеждане на изследователски или дизайнерски проекти, докато теоретичните модели са концептуалните рамки, които ръководят процеса на проектиране. В изследването [50] е подчертано, че методологията и теоретичните модели се използват за синтезиране на емпирични абстракции в теоретичен модел. Тези модели осигуряват основа за разбиране на проблема с дизайна и помагат за насочване на процеса на проектиране. В архитектурата и строителството методологията и теоретичните модели се използват за разработване на цялостно разбиране на изградената среда и създаване на проекти, които отговарят на нуждите на потребителите.

Предложен е модел на методика за приложение на модулни унифицирани елементи за енергоефективно строителство на агроиндустриални сгради. Основно изискване, което е заложено при разработването на модела е през всеки един от сезоните максимално да се оползотворява енергията от околното и вътрешното пространство на сградата чрез ограждащата ѝ конструкция. Целта е при минимални разходи на гориво и електроенергия за климатизация да се постигне максимална степен на унификация на енергоикономичните животновъдни сгради като се съчетават условията за:

- Модулност на конструкцията, затваряне на пространството с единствен конструктивен елемент;
- Циркулация на въздуха чрез управляема естествена вентилация (аерация) и намалени топлинни загуби на ограждението;

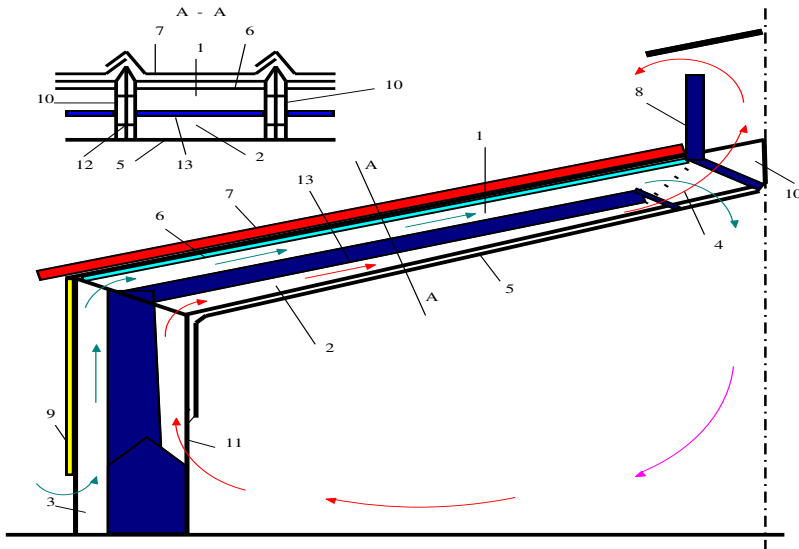
- Съчетаване на конфигурацията на контурите с топло- и масообменните процеси и използване вътрешния енергиен потенциал на пространството и остатъчната топлина;
- Височината на сградите да осигурява достатъчен, съгласно нормативите, обем въздух и свободно движение на обслужващия персонал и животните;
- Конструкцията да бъде лека, транспортабилна, осигуряваща механизирани монтаж на сградите.
- Гамите от желаните типоразмери на сградите да се осигуряват чрез параметрите на експериментален модел на модул, като се използват съответните критерии на подобие;

Предлаганите модулни елементи следва да създават и условия за подобряване на ергономичните показатели на работната среда. Разработен е обобщен параметричен модел на модулните елементи. Обобщеният модел е структуриран от четири експериментални камери със схема с управляема естествена вентилация (аерация). Принципната схема на разпределение на определящите параметри на модула в Декартова координатна система е представена на фиг.2.2 .



Фигура 2.2. Схема на разпределение на параметрите на модулният елемент и критериите за подобие с експерименталния модел (авторска разработка)

На фиг. 2.3 е представена разработената принципна схема на конструктивните елементи на модула.



Фигура 2.3. Принципна схема на конструктивните елементи на модула (авторска разработка)

1- приточен канал; 2 - измукващ канал; 3 - външен приточен отвор; 4 - вътрешен приточен отвор; 5 - дъно (вътрешна облицовка) на измукващия канал (тавана); 6 - подпокривна изолация; 7 - покрив; 8 - фонар; 9 - странично покритие на приточния канал; 10 - носеща ферма; 11 - засмукващ отвор; 12 - свързващи фермите (модулите) елементи; 13 - изолация между каналите

Параметрите на базисния модул, посочени в табл.2.4 са изходни за изграждане на аналитичните модели. Приемат се технологичните размери за едър рогат добитък и сградата за отглеждането им при едноредово разположение на животните.

Таблица 2.4. Параметри на базисния модулен елемент

Параметър	Величина
A – ширина, m	1
B – дължина, m	4.5
B – технологична височина, m	3
h₁ - геометрична височина на приточния канал, m	3
h₂ - разстояние между отворите на приточния и изсмукващ канал, m	2
h₃ - височина на фонара, m	
α - ъгъл на наклона на покрива	
l₁ - дължина на приточния канал на експерименталния модел, m	
l₂ - дължина на изсмукващия канал на експерименталния модел, m	
Z₁₁, Z₁₂, Z₁₃, Z₁₄ - хидравлични съпротивления, характеризиращи елементите на приточния канал, Pa	7
Z₂₁, Z₂₂, Z₂₃, Z₂₄ - хидравлични съпротивления, характеризиращи елементите на изсмукващия канал, Pa	6

Посочено е, че определящи фактори за осигуряване на технологичните функции и унифициране типоразмерите на сградите са вентилирането им да бъде гарантирано под въздействието на гравитационните сили и параметрите на модулите за всяка от сградите да бъдат свързани чрез гравитационният напор, осигуряващ аерацията. Гравитационният напор, създаван от схемата за енерго-

масообмена на модула се определя от израза [52]:

$$\Delta P = g \cdot \left\{ \left[\left(h_1 + h_3 + \frac{h_2}{2} \right) (\rho_0 - \rho_T) \right] - \frac{h_2}{2} (\rho_0 - \rho'_0) \right\} \quad (2.1)$$

където:

- ΔP - създаван гравитационен напор, Pa;

- ρ_0 - плътност на атмосферния въздух, kg/m³;

ρ'_0 - масовата плътност на постъпващия вътре в камерите, след затоплянето в приточния канал, свеж въздух, kg/m³;

ρ_T - масовата плътност на въздуха вътре в помещението при зададената технологична температура, kg/m³;

За да се осигурява аерация, следва да се удовлетворява условието за величината на гравитационния напор и параметрите на хидравличните съпротивления, характеризиращи елементите на приточния и изсмукващия канал :

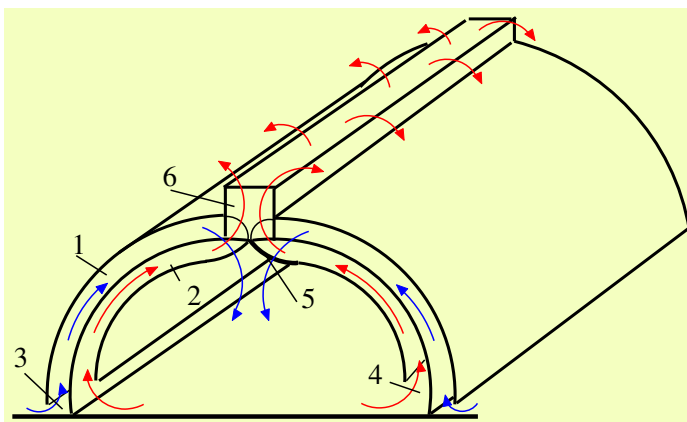
$$\Delta P \geq Z_{11} + Z_{12} + Z_{13} + Z_{14} + Z_{21} + Z_{22} + Z_{23} + Z_{24}; \quad (2.2)$$

Принципната конструктивна схема на модула е синтезирана в съответствие с методологична постановка за структурата и гамите от модулни елементи, на базата на структурата на елементите от предходните етапи на провежданите изследвания и анализа на техните предимства и недостатъци и удовлетворява методологичната постановка. Конструктивната схема на модула включва:

- Модулност на конструкцията;
- Вентилиране чрез управляема естествена вентилация (аерация);
- Ергономична работна среда;

- Намалени топлинни загуби на ограждението;
- Технологична пригодност, транспортабелност и механизирани монтаж;

Изтъкнато е, че така формирана конструкцията на елемента придобива още по-унифициран характер, като се допусне, че профила на контура може да се променя, съобразно целите и предназначението на сградата. За складови помещения и други подобни е подходящ полукръглия профил (фиг.2.4).

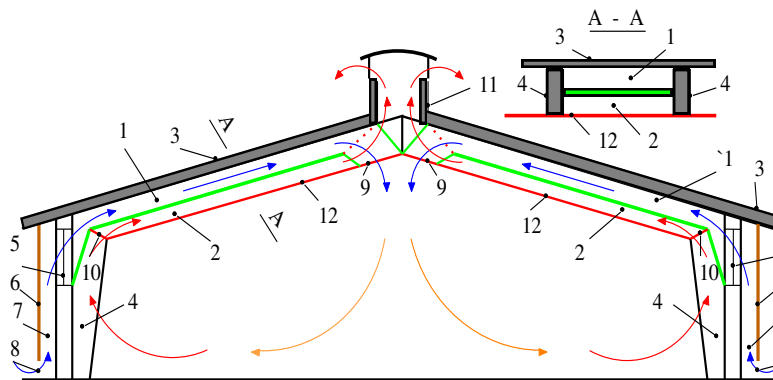


Фигура 2.4. Унифициран модул с цилиндричен профил
(авторска разработка)

1-приточен канал; 2 - изсмукващ канал; 3 - външен приточен отвор; 4 - вътрешен приточен отвор; 5 - дъно на изсмукващия канал; 6 – покривен изсмукващ канал.

Разработеният унифициран модел предлага преустройството на агроиндустриалните сгради да се осъществява съгласно, представения на фиг. 2.6 модел. В резултат на преустройството

сградата се санира, вентилирането ѝ се осъществява чрез аерация (отпадат електрическите вентилатори), използва се топлината на изхвърляния навън замърсен въздух за затоплене на приточния въздух.



Фигура 2.6. Модел за преустройство на сглобяема панелна животновъдна сграда (авторска разработка)

1-приточни канали; 2-изсмукващи канали; 3-панелен покрив;
 4-носещи ферми; 5- прозорци; 6-странични стени-панели;
 7-приточни странични канали; 8 – засмукващи отвори; 9 – приточни отвори; 10-засмукващи отвори на изходните канали; 11 – фонари;
 12-дъна на изходните канали.

Формират се приточни канали 1 и изсмукващи канали 2, които са едно цяло като конструкция. Вписват се в конструкцията на сградата, без да се налага нарушаване на носещата конструкция, като се прикрепят между носещите ферми 4. Отвън, успоредно на страничните стени, се закрепят плоскостите 6, които също се закрепят към носещите ферми 4. Чрез тях се образуват страничната част на приточните канали, санират се страничните стени на сградата.

Сградата остава затворена през цялата година. Въздухът

циркулира по маршрута: отвори 8 - канали 7 – канали 1 – отвори 9 – помещение - зона на животните – засмукващи отвори 10 – изсмукващи канали 2 – фонар 11 – атмосфера.

Регулирането на въздухообмена се осъществява чрез клапата

13. Утилизацията на топлина се осъществява в каналите 7 и каналите 1. Най-интензивно затопляне на въздуха се реализира чрез топлината на животните при движението му от отворите 9 надолу през помещението, от стената 9 на канал 2 към помещението.

Разработен е модел Модел на автоматизирана система за управление, контрол и мониторинг на климата в агроиндустриални сгради. За структуриране на модела на автоматизираната система е създаден прототип на програмен продукт Vent S.0.0.1, който включва следните елементи.

- датчици за измерване на температурата;
- преобразователен блок;
- блок за съхраняване и обработка на информацията;
- датчик за контрол;
- датчици за влажност.

Автоматизираната система управлява параметрите на микроклимата чрез естествена вентилация, осигуряваща минимален дебит и поддържане на температура и влажност на въздуха, чрез промяна дебита на естествената вентилация. Системата събира информация за температурата и влажността на въздуха в помещението и извън него. В зависимост от тях се определят плътностите на въздуха вън и вътре в сградата. От разликата на плътностите се изчислява въздушният напор, а от сечението на въздуховода - дебита на въздуха. Отчитайки какво е минималното количество необходим дебит на въздуха за помещението, системата за контрол на параметрите и управление отваря регулиращата клапа на съответния ъгъл и осигурява необходимия допълнителен приток на въздух. Резултатите от действието на системата се използват за

оценка на енергетичните показатели на системата за аерация в режим на управление на дебита на циркулиращия въздушен поток.

ИЗВОДИ КЪМ ГЛАВА ВТОРА

1. Предложен е нов по характера си модел на методологична постановка за структурата и гамите от архитектурни модулни елементи за изграждане на агроиндустриални сгради.

2. На основата на унифициране на конструктивните елементи на модулния елемент и обобщения параметричен модел на модулните елементи е построен обобщен технико-икономически модел за оптимизиране параметрите на модулния елемент при ограничителни условия към модела: минимален размер на широчината на каналите; максимално ниво на загубите през външното ограждение (покрива); максимална възможна дебелина на изолационното ниво между каналите; чрез показателите на изолационните материали, максимални стойности на коефициента на икономическа ефективност (минимални срокове на възстановяване на инвестициите).

3. Получените модели са предпоставката за:

➤ Разработването на алгоритми и софтуер за автоматизирано проектиране на модулните елементи на индустриалните сгради като цяло;

➤ Строителството, осигуряването на микросредата да бъдат неразделна част от енергийното пространство на околната среда, при пълноценно използване на вътрешния енергиен потенциал на обектите;

4. Проведеното изследване допълва проучванията, свързани със създаването на енергоикономични животновъдни сгради, като са:

➤ осъществени анализ на определящите конструктивно-технологични параметри на съществуващи животновъдни сгради и синтезирана рационална конструкция на модулен елемент за унифициране конструкциите на животновъдните сгради с аерация;

- изведени зависимостите за моделиране гравитационния напор, осигуряващ аерацията на сградите;
- синтезирани предпоставките за осигуряване технологичните качества на различните по типоразмери сгради с аерация

ГЛАВА ТРЕТА. МОДЕЛИРАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКИТЕ ПАРАМЕТРИ НА УНИФИЦИРАНИ МОДУЛИ С ВИСОКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ

В трета глава на дисертационния труд са посочени специфични условия и изисквания към композитни сандвич панели за приложение в строителството на агроиндустриалните сгради. Тези експлоатационни условия, при които се експлоатират селскостопанските сгради, включват:

- високо агресивна киселинна среда, предизвикана от продуктите от дейността на отглежданите животни, птици и селскостопанска продукция;
- високи хигиенни изисквания, които трябва да се поддържат в селскостопанските помещения;
- поддържане на оптимален температурно-влажностен режим, зависещ от вида на отглежданите животни и продукция.

Към тези специфични условия, при които се експлоатират агроиндустриалните сгради следва да се добавят изискванията за:

- лесен монтаж и ремонтпригодност;
- изпълнение на нормативните изисквания за енергийна ефективност;
- възможност за преустройство, ре-инженеринг и реконструкция на сградите.

За целите на изграждането на агроиндустриални сгради, отговарящи на тези условия и изисквания следва да бъдат създадени унифицирани модули с високи енергоефективни характеристики чрез моделиране на техническите им параметри. Целта на

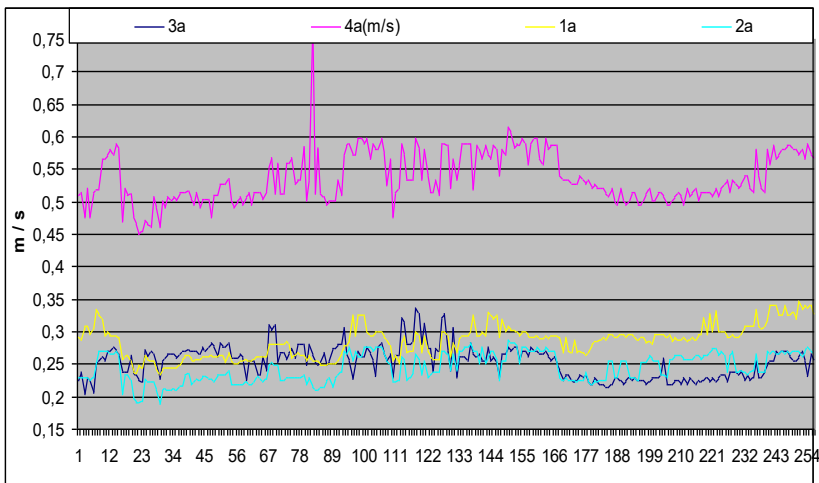
моделирането е да се установи необходимата вентилаторна мощност, създавана от гравитационния напор, осигуряващ циркулацията на многокомпонентния въздушния поток при аерация като заместващ инструмент на електрическите вентилатори.

Чрез системно и комплексно изследване, включително и в реалните условия на аграрното производство, се определя влиянието на различни фактори и се извеждат оптимални параметри за унифицирани модулни елементи за приложение в агроиндустриалния сектор за постигане на функционалност и енергийна ефективност.

Извършено е тестване на прототипа на програмния продукт Vent S.0.0.1 за мониторинг и оптимизиране на параметрите на изолационните нива на модулния елемент. При тестването са направени проверки на резултатите, получени от прототипа на програмния продукт. Тестването включва:

- Параметрична проверка;

При параметричната проверка се определя скоростта на движение на въздуха през и нивото на хидравличните съпротивления на контурите за аерация. Графиките на изменението на скоростите на потоците през каналите са представени на фиг.3.2.

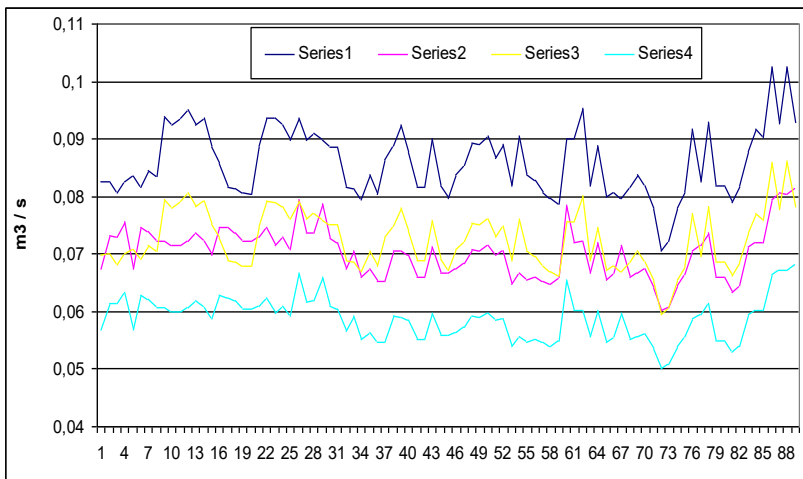


Фигура 3.2 . Скорост на въздушните потоци в каналите

Параметричната проверка показва допустимо отклонение на изменението на скоростите на приточните и изходни потоци на въздухообменните канали.

➤ Технологична проверка;

Проверката цели установяването на обеспечеността на технологично желаните дебити на циркулация през камерите въздух. В обобщен вид резултатите са представени на фиг.3.3.



Фигура 3.3. Дебит на въздушните потоци в каналите

Получените средни нива на дебитите на въздушните потоци на експерименталните камери са следните :

- 1 камера – $0,058 \text{ m}^3 / \text{s}$;
- 2 камера – $0,0605 \text{ m}^3 / \text{s}$;
- 3 камера – $0,072 \text{ m}^3 / \text{s}$;
- 4 камера – $0,086 \text{ m}^3 / \text{s}$;

Получените дебители се сравняват с нивата на определените дебители при различни външни температури, които са показани в табл. 3.7.

Таблица 3.7. Дебит на въздушни потоци, m^3 / s при средни стойности на външна температура

№ на камера	Дебит на въздушните потоци, m^3 / s			
	3а	4а	1а	2а
Средни стойности на	0,25	0,24	0,18	0,19

външна температура °C				
5 °C	0,12	0,1	0,12	0,13
5-10 °C	0,61	0,4	0,3	0,32
10-15 °C	0,75	0,9	0,5	0,45
5-10 °C	0,12	0,11	0,12	0,13
0-5 °C	0,11	0,09	0,1	0,12

Сравнението на данните за дебитите на въздушните потоци с изчислените дебита показва, че тези дебита надвишават технологично желаните. Регулирането на дебитите чрез системата за автоматично регулиране следва да осигури необходимото ниво на технологични дебита.

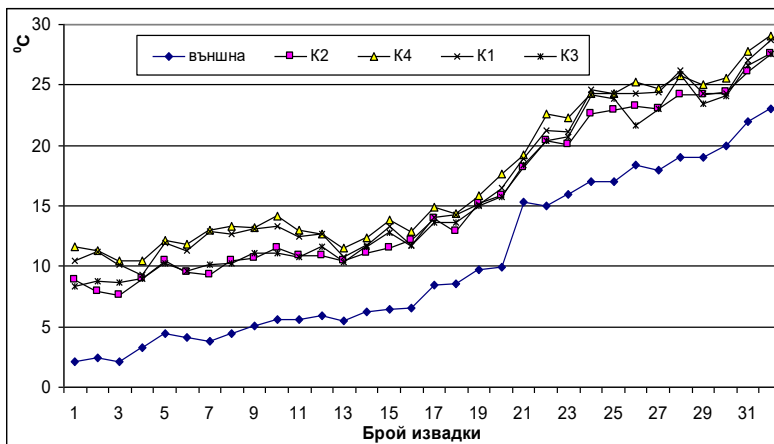
➤ Енергетична проверка;

Целта на изследването е да се оцени енергийната ефективност в камерите. Проверката се извършва на базата на получените резултати от програмния продукт и резултатите от проведеното изследване на експерименталния обект.

Критериите за оценка на енергийната ефективност са следните:

- Разпределение на дневните температури в камерите;
- Разпределение на средните денонощни стойности на температурите в камерите;
- Разпределение на масови потоци в камерите;
- Нива на енергийни (скоростни) потоци на въздуха в камерите;

Направени са 31 извадки за значенията на температурите в камерите в зависимост от температурата на околната среда (външния въздух). На фиг. 3.4 са представени измененията на средните денонощни стойности на температурите в атмосферата и камерите.

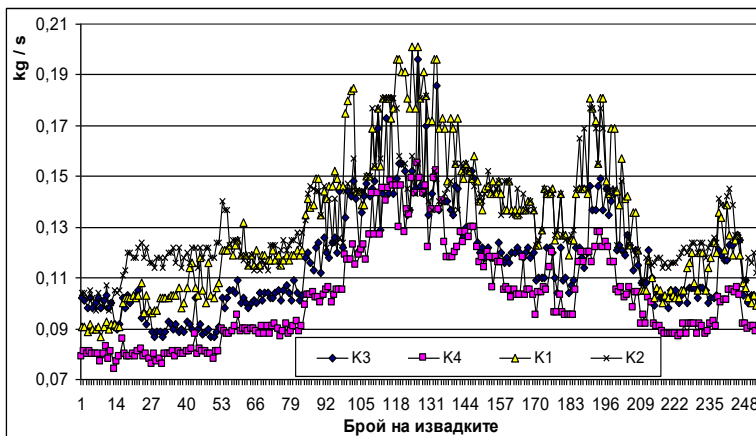


Фигура 3.4. Разпределение на средните денонощни стойности на температурите в атмосферата и камерите

Разликите между атмосферната температура и температурите в камерите се очертават между графиката на външната температура, варираща от 3 °C (извадки от 1 до 4) до 22 °C (за извадки 30 и 31) и графиките на температурите в камерите K1, K2, K3 и K4.

Най-значима е разликата за камера 4, следват камери 1, 3 и 2. Това показва най-добра енергоспестяваща конструкция на камера 4 и най-лоша на камера 1.

Характерът на денонощния ход на масовия поток на циркулиращия през камерите въздух при аерацията е показан на фиг. 3.5.



Фигура 3.5. Изменение на масовия поток на въздуха в камерите, kg/s за денонощие

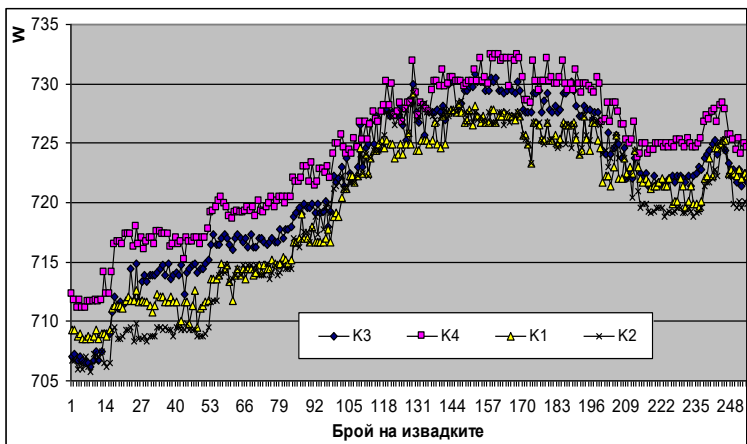
Най-големи разлики в нивата на масовия поток за денонощие се наблюдават в камера 1, най-равномерен е масовия поток в камера 4.

Обработените графики за нива на скоростните потоци за денонощие в цифров вид са представени по камери на фиг. 3.6 в температурен интервал на атмосферния въздух от 2 °C до 23 °C.

Графиките на фиг. 3.6 показват най-голяма флукутация на скоростните потоци за камера 4, следвана от камера 1.

С достатъчна за инженерните изчисления точност може да се приеме скоростта на потока в камера 3 като осреднена скорост на потоците от камера 4 и камера 1.

W, енергиен поток



Фигура 3.6. Денонощен ход на скоростните потоци на въздуха в камерите

Графиките на фиг. 3.6 показват най-голяма флукутация на скоростните потоци за камера 4, следвана от камера 1. С достатъчна за инженерните изчисления точност може да се приеме скоростта на потока в камера 3 като осреднена скорост на потоците от камера 4 и камера 1.

Оценката на получените резултати от разпределение на дневните температури на въздуха в камерите-фиг. 3.2; разпределение на средните денонощни стойности на температурите в камерите-фиг. 3.4; разпределение на масови потоци на въздуха в камерите – фиг. 3.5 и разпределение на енергийни (скоростни) потоци на въздуха в камерите - фиг. 3.6 предоставя възможността за определяне на средни стойности на показателите за енергийна ефективност на камерите. В табл. 3.9 са представени средни стойности на показателите за енергийна ефективност на камерите.

Таблица 3.9. Средни стойности на показателите за

енергийна ефективност на камерите

Средни показатели	Външна среда	K3	K4	K1	K2
Температури, °C	13,08	17,85	19,37	19,01	17,91
Температурни разлики, °C		4,87	6,62	6,13	5,33
Плътност на въздуха, kg/m ³	1,258	1,242	1,234	1,240	1,239
Масов дебит на потока, kg/s		0,296	0,201	0,172	0,1793
Мощност на потока, kW		0,749	0,754	0,756	0,754
Дебит, m ³ /s		0,238	0,163	0,139	0,145
К.п.д.		0,888	0,896	0,894	0,894

Сравняването на показателите на камерите от табл. 3.9 показва, че най-добра енергоефективна конструкция има камера 4, следвана от камера 1, камера 2 и камера 3.

ИЗВОДИ КЪМ ГЛАВА ТРЕТА

1. Създадени са модулни елементи на сгради с аерация. Постигнатите резултати от изследванията доказват възможността от създаването на нови енергоефективни сгради.

2. Проверката на действието на прототипа на програмния продукт Vent S.0.0.1 за мониторинг и автоматизирано оразмеряване на параметрите на топлинната изолация на модулите доказва работоспособността на продукта.

3. Резултатите от изследването показват актуалността от използването на гравитационният напор при вентилиране на производствените помещения чрез аерация. Постига се икономия от електрическа енергия (2.7-218 kW.h/месец). Отпада необходимостта от електрически вентилатори и мрежата от въздуховоди. Отпада шума, намалява се степента на запрашаемост, осигурява се

естествен контакт с околната среда вътре в помещенията.

4. Прототипът на програмния продукт свързва в едно цяло и отчита влиянието и взаимната връзка на всеки един параметър (коефициенти на топлопроводност, топлопредаване и топлоотдоване, съпротивленията на топлопреминаване), състояние на околната среда, както и технологичното предназначение на сградата.

5. Внедряването на предложените архитектурни модели за преустройството на панелни сгради води до създаването на условия за отглеждане на животни и птици, близки до околната среда, респективно екологически по-чиста продукция, дължащи се на непрекъснатия и равномерно разпределен приток на свеж въздух в сградата, по-ниска степен на запрашаване, влага, концентрация на вредности, заболяване, смъртност, повишен прираст. Самото преустройство е достъпно за масовата практика и лесно осъществимо от техническа гледна точка. Разработените камери с управляема естествена вентилация за преустройството на типови животновъдни сгради са една алтернатива за реинженеринг на съществуващия парк от сгради, за привеждането им към изискванията за икономия на енергия и производство на екологически чиста животновъдна продукция в съществуващите ферми.

6. Намаляването на енергийните разходи чрез целогодишната аерация на сградата, осъществяването на топлообмен чрез конструкцията на сградата, използване на топлината, отделяна от животните и възможност за утилизация на топлина от изхвърляния навън замърсен въздух.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключението е изтъкнато, че настоящите модулни строителни елементи не са проектирани да осигурят оптимални условия за необходимите процеси по време на отглеждане на животни и птици. За да се разреши този проблем, в дисертацията се предлага нова рамка за проектиране и изграждане на модулни енергоефективни елементи за агроиндустриални сгради. Предложената рамка има за цел да създаде модулни строителни елементи, които са параметризирани според микроклиматичните и технологични норми, необходими за отглеждане на животни и птици. Това ще гарантира, че модулните строителни елементи осигуряват оптимални условия за необходимите процеси при отглеждане на животни и птици. Тя включва и унифициран набор от архитектурни елементи, които могат да се използват за изграждане на агроиндустриални сгради, с акцент върху намаляване на потреблението на енергия и използване на възобновяеми енергийни източници.

Дисертационният труд предлага на вниманието на специалистите следните основни елементи:

1. Изграденият обект за експерименталните изследвания, състоящ се от четири експериментални камери по схемата на енергоикономичния модул, има прототипен характер и е база за провеждане на многовариантни опити, с възможност за установяване на параметричните, енергийните и ергономичните показатели като основа за формиране на гамите от модули за строителството на енергоикономични сгради в животновъдството и на сгради с друго предназначение. Обектът подлежи на развитие и осигуряване на разнородни по предназначението си цели.

2. Създадените за целите на експерименталните изследвания прототип на програмен продукт за провеждане на експерименталните изследвания и автоматизирана система за управление на процесите осигуряват провеждане на наблюденията,

запис и извеждане на информацията.

3. Прототипът на програмния продукт за провеждане на експерименталните изследвания има:

- унифициран характер, може да се използва за изследване на разнородни температурно-влажностни процеси, където агент е влажния въздух и е инструмент за автоматизирано провеждане на изследвания както при климатизацията, така и при сушенето, съхраняването на продукцията в индустрията и аграрното производство;
- многоканална система за регистриране на информационните потоци, със регулируема стъпка на дискретност, като за целите на изследването от всеки се записват по 256 стойности на всяка от величините;
- памет, осигуряваща събиране, запис и съхранение на информация в течение на седмица и мониторинг на всяка от контролните точки.
- възможност чрез специализирана програма да се пренесат данните от графиките в Excel-таблици, от където тези данни директно могат да се подложат на изчисления.

В обобщение, резултатите от експерименталното изследване на моделните камери показват, че изграждането на енергийно ефективни животновъдни сгради на базата на енергопреобразуващ модулел елемент, осигуряващ аерация на помещенията, оползотворяване на топлината и хигиенична среда, близка до естествената, е предпоставка за поставяне на нови начала в развитието на производството на животновъдна продукция, в условията на екологично чиста среда и използване на енергийния потенциал, формиран от сгради, животни, птици, отоплителни системи, околна среда.

ПРИНОСИ С НАУЧНО-ПРИЛОЖЕН И ПРИЛОЖЕН ХАРАКТЕР

Приноси с научно-приложен характер

1. Разработна е методика, базирана на използването на гравитационният напор при вентилиране на производствените помещения чрез аерация.

2. Предложен е модел на многоканална система за регистриране на информационните потоци, със регулируема стъпка на дискретност.

Приноси с приложен характер

1. Създаден е прототип на програмен продукт Vent S.0.0.1 за мониторинг на параметрите на микроклимата в агроиндустриални сгради.

2. Изграден е обект за експерименталните изследвания, състоящ се от четири експериментални камери.

3. Направен е детайлен обобщен анализ на гамата от архитектурни модулни енергопреобразуващи и конструктивни елементи за строителство на екологични, енергоикономични и ергономични аграрни сгради.

4. Структурирани са основи за синтезиране на конструкцията, оптималното проектиране и производство на модулни енергийни и архитектурно-конструктивни елементи за осигуряване на микроклимата на агроиндустриални сгради.

АПРОБАЦИЯ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд е апробиран на международни научни конференции и специализирани издания.

Представени са три публикации по темата на дисертацията, две от които в съавторство. Те отразяват отделни моменти от дисертацията, като по този начин са апробирани съществени части от нея.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА

1. Ениманев, И. Модели за преустройство и саниране на агроиндустриални сгради – X Юбилейна международна научна конференция „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения” (20 ÷ 22 септември 2018 г. Варна, ВСУ) доклад, стр. 565-569; ISSN: 2603-4255, ISSN 2683-071X (online).

2. Ениманев, И., Ениманев, К. Унифициране на архитектурно – конструктивни елементи на модулни агро сгради - X Юбилейна международна научна конференция „Проектиране и строителство на сгради и съоръжения” (20-22 септември 2018 г. Варна, ВСУ), доклад, стр.570-574; ISSN: 2603-4255, ISSN 2683-071X (online).

3. Ениманев, И., Ениманев, К. “Екологично иновативни проблеми в строителството на пасивни сгради” Сборник статии, становища-2022г.,София стр.235-244; ISBN: 978-619 91298 – 6-9.