

строительстве. Одна из функциональных возможностей программы – построение диаграммы Ганта, которая позволяет ярко и наглядно представить сроки и важность производимых работ и демонстрирует связи между осуществляемыми строительными работами. Программа обладает полной совместимостью с программным продуктом SmetaWIZARD, который используется для составления смет. Это та самая функция, которой не хватает системам управления проектами, применяемым в Республике Беларусь.

Использованием систем управления проектами в подготовке специалистов для строительной отрасли преследуется, с одной стороны, цель повышения качества подготовки, а с другой – расширения использования в отрасли инструментов разработки календарных планов в автоматизированном режиме и, как следствие, повышению ее эффективности.

Разработка же календарных планов в автоматизированном режиме на практике даст возможность снизить трудоемкость решения этой задачи, оперативно вносить изменения, повысить эффективность использования ресурсов, сократить сроки строительства (реконструкции, капитального ремонта) и, как следствие, снизить себестоимость строительной продукции.

УДК 624-2/-9

Матвеевко Е.В.

ТЕПЛОПТЕРИ ЗДАНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

В данной статье рассматривается влияние объемно-планировочного решения застройки на величину теплопотерь зданиями. Выполнены расчеты теплопотерь трех вариантов застройки. Сделаны выводы о зависимости теплопотерь здания от объемно-планировочного решения, градостроительной концепции и ориентации по сторонам света.

ВВЕДЕНИЕ

Современная жилищная и градостроительная политика Республики Беларусь направлена на решение вопросов энергоэффективного планирования. Оценка энергоэффективности зданий и сооружений в Республике Беларусь регулируется ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения», которое предполагает составление теплоэнергетическоко паспорта здания. При составлении теплоэнергетического паспорта здания мы имеем дело с проектом конкретного здания. Однако вопросы энергоэффективности требуют рассмотрения ещё на стадии планирования застройки. Таким образом, поставлена задача рассчитать теплопотери трёх вариантов застройки района, с целью определить влияние планировочного решения на величину потерь теплоэнергии на отопление, оценить возможность использования солнечной энергии во время отопительного периода для частичного компенсирования затрат на отопление.

1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЕЛИЧИНУ ТЕПЛОПТЕРЬ ЗДАНИЯМИ

Для теплотехнической оценки объемно-планировочных и конструктивных решений и для ориентировочного расчета теплопотерь здания используются показате-

лем «удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период». На величину этого показателя оказывают влияние следующие факторы:

1. Наружные климатические условия, определяемые показателем «градусо-сутки».
2. Уровень теплозащиты наружных ограждений зданий.
3. Объемно-планировочные характеристики зданий.
4. Величина бытовых тепловыделений в квартирах.
5. Наличие индивидуальных средств регулирования теплоотдачи отопительных приборов.

Теплоэнергетическое воздействие наружного климата на поверхность зданий может оказывать положительное или отрицательное влияние на его тепловой баланс и, следовательно, теплоэнергетическую нагрузку на систему отопления и кондиционирования воздуха. Например, воздействие солнечной радиации на здание в зимнее время снижает нагрузку на систему отопления. Теплоэнергетическое воздействие наружного климата на тепловой баланс здания можно оптимизировать за счет выбора при проектировании формы и ориентации здания. Эта задача давно привлекает внимание специалистов [4, 5].

Объемно-планировочные характеристики здания существенно влияют на величину теплопотерь. Основным аргументом при выборе энергоэффективного объемно-планировочного решения является минимальная площадь наружных стен [4], а также соотношение длины, ширины и высоты здания для оптимизации теплопотерь [5].

Также следует отметить, что на объемно-планировочные решения зданий оказывает влияние градостроительная концепция. Традиционная для Республики Беларусь градостроительная концепция предполагает микрорайонную схему застройки со свободной планировкой [6]. Средняя этажность застройки зависит от населенного пункта (для областных центров – 9-10 этажей, для г. Минска – 13-14 этажей).

Альтернативной градостроительной концепцией является квартальная или модульная. Эта концепция выдвигает на первый план качество среды проживания и предполагает формирование пространства на основе модулей, дифференцирующихся по различным характеристикам [7]. Периметр кварталов формирует высокоплотная жилая застройка малой и средней этажности (3-6 этажей).

Таким образом, очевидно, что расчет теплопотерь зданий с различными объемно-планировочными решениями должен осуществляться с учетом их расположения и ориентации в застройке.

2. РАСЧЕТ ТЕПЛОПОТЕРЬ ЗДАНИЯМИ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

В рамках проекта ЕС «Инициатива энергосбережения в строительном секторе стран Восточной Европы (ESIB) программы INOGATE» было разработано для расчета три варианта застройки участка, расположенного в г. Бресте.

Первый вариант – традиционная застройка – был разработан на основании технико-экономических показателей существующих застроек г. Бреста (Рис 1).

Второй вариант – модульная застройка – разработана УП «БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА» и характеризуется небольшой этажностью (3-5 этажей). Данный проект подразумевает использование более эффективных инженерных сетей, уличного освещения (Рис. 2).

Третий вариант – модульная застройка с ориентацией на энергоэффективность. Данный вариант был предложен для сравнения экспертом ESIB Марком Белланже. В этом варианте основной упор сделан на ориентацию и форму зда-

ний, что позволит максимально использовать солнечную энергию наружными поверхностями зданий (Рис. 3).



Рисунок 1 – Вариант традиционной застройки

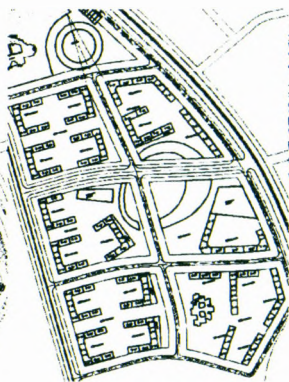


Рисунок 2 – Вариант модульной застройки, разработанный УП «БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА»

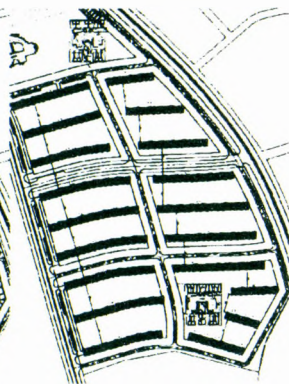


Рисунок 3 – Вариант застройки, предложенный экспертом Марком Белланже

Технико-экономические показатели трех вариантов приведены в таблице 1. Сопrotивление теплопередаче ограждающих конструкций было принято одинаковым во всех трёх вариантах и равно нормативному согласно ТКП 45-2.04-43-2006: для наружных стен – $3,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, для покрытий – $6,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

В большинстве зданий в г. Бресте на сегодняшний день системы отопления имеют КПД около 70%. Модульная застройка предполагает использование более эффективных систем отопления, в которых КПД превышает 80%.

Таблица 1 – Технико-экономические показатели трех вариантов застройки

Проект генерального плана	Вариант 1 – Традиционная застройка	Вариант 2 – Модульная застройка	Вариант 3 – Модульная застройка + энергоэффективность
Суммарная общая площадь жилья	180 882 м ²	185 650 м ²	185 851 м ²
Средняя высота зданий	8-9 этажей	3-5 этажей	3-5 этажей
Общее количество квартир	2 390	2476	2 479
Метры квадратные (м ²) на человека	30 м ² /чел	30 м ² /чел	30 м ² /чел
Количество проживающих	6 029 чел	6 188 чел	6 195 чел

Расчет теплопотерь производился на основании СНБ 2.04.02-2000 «Строительная климатология», ТКП 45-2.04-196-2010 «Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения», ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования».

Результаты расчетов приведены в таблицах 2,3,4.

Таблица 2 – Расчет теплотерьер для варианта традиционной застройки

ВАРИАНТ 1		Традиционная застройка					
Количество квартир	2 390	Общая площадь пола		180 882	м2		
Ср. площадь 1 кварти	61	Полезная площадь пола		144 706	м2		
Соот. лестниц и стен	20%	Отапливаемый объем		390 706	м3		
Соот. окна/пол	15%	Кол. м2 на чел.		30	м2/чел		
Общая площадь стен	119 055 м2	Количество человек		6 029	чел.		
Пл. оболочки здания	138 716 м2	КПД системы отопления		70%			
Sc=Площадь/Объем	0,355	Градусо-дни для г. Бреста		3298			
	Пл. пов-ти, м2	Козф. т	Козф. U	Теплопотири Вт/°С	Потребность кВтч/год	Потребление кВтч/год	кВт/м2
Факт. площадь стен	97 445	1,0	0,313	30 452	2 410 302	3 443 289	
Окна	21 386	1,0	1,500	32 079	2 539 111	3 627 302	
Крыша	19 661	1,0	0,167	3 277	259 369	370 528	
Полы по грунту	19 661	0,5	0,400	3 932	311 243	444 633	
Наружные двери	224	1,0	0,833	187	14 801	21 145	
Сумм. потери через огр. констр.				69 927	5 534 828	7 906 897	
Вентиляция, м3	0,3	0,34		39 852	3 154 365	4 506 235	
Общие теплотерьеры и потребность энергии				109 779	8 689 193	12 413 132	86
Пассивная добавка солнечной энергии					950 441	1 357 773	9,4
Внутренняя добавка					914 223	1 306 033	9
Общая потребность энергии на отопление					6 824 529	9 749 327	67
Вентиляция с рекуператором					1 892 619	2 703 741	
Общая потребность энергии на отопление с рекуператором					5 562 783	7 946 833	55

Таблица 3 – Расчет теплотерьер для варианта модульной застройки, предложенной УП «БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА»

ВАРИАНТ 2		Модульная застройка УП "БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА"					
Количество квартир	2 476	Общая площадь пола		185 650	м2		
Ср. площадь 1 кварти	60	Полезная площадь пола		148 520	м2		
Соот. лестниц и стен	20%	Отапливаемый объем		401 004	м3		
Соот. окна/пол	11,4%	Кол. м2 на чел.		30	м2/чел		
Общая площадь стен	81 465	Количество человек		6 188	чел.		
Пл. оболочки здания	128 014	КПД системы отопления		80%			
Sc=Площадь/Объем	0,319	Градусо-дни для г. Бреста		3298			
	Пл. пов-ти, м2	Козф. т	Козф. U	Теплопотири Вт/°С	Потребность кВтч/год	Потребление кВтч/год	кВт/м2
Факт. площадь стен	60 023	1,0	0,313	18 757	1 484 657	1 855 822	
Окна	21 117	1,0	1,000	21 117	1 671 488	2 089 360	
Крыша	46 549	1,0	0,167	7 758	614 077	767 596	
Полы по грунту	46 549	0,5	0,400	9 310	736 892	921 116	
Наружные двери	325	1,0	0,833	271	21 419	26 773	
Сумм. потери через огр. констр.				57 213	4 528 534	5 660 667	
Вентиляция, м3	0,3	0,34		40 902	3 237 507	4 046 884	
Общие теплотерьеры и потребность энергии				98 115	7 766 041	9 707 551	65
Пассивная добавка солнечной энергии					1 047 231	1 309 038	8,8
Внутренняя добавка					947 120	1 183 899	8
Общая потребность энергии на отопление					5 771 691	7 214 614	49
Вентиляция с рекуператором					1 942 504	2 428 131	
Общая потребность энергии на отопление с рекуператором					4 476 688	5 395 860	38

Таблица 4 – Расчет теплопотерь для варианта модульной застройки, предложенной Марком Белланже

ВАРИАНТ 3		Модульная застройка Марка Белланже					
Количество квартир	2 479	Общая площадь пола	185 851	м2			
Ср. площадь 1 кварти	60	Полезная площадь пола	148 681	м2			
Соот. лестниц и стен	20%	Отапливаемый объем	401 438	м3			
Соот. окна/пол	11,4%	Кол. м2 на чел.	30	м2/чел			
Общая площадь стен	89 441	Количество человек	6 195	чел.			
Пл. оболочки здания	131 395	КПД системы отопления	80%				
Sc=Площадь/Объем	0,327	Градусо-дни для г. Бреста	3298				
	Пл. пов-ти, м2	Кэф. т	Кэф. U	Теплопоти ри Вт/°С	Потребность кВтч/год	Потребление кВтч/год	кВт /м2
Факт. площадь стен	67 803	1,0	0,313	21 189	1 677 119	2 096 399	
Окна	21 336	1,0	1,000	21 336	1 688 807	2 111 009	
Крыша	41 955	1,0	0,167	6 992	553 464	691 830	
Полы по грунту	33 564	0,5	0,400	6 713	531 325	664 157	
Наружные двери	301	1,0	0,833	251	19 851	24 814	
Сумм. потери через огр. констр.				56 481	4 470 567	5 588 208	
Вентиляция, м3	0,3	0,34		40 947	3 241 015	4 051 268	
Общие теплопотери и потребность энергии				97 427	7 711 581	9 639 477	68
Пассивная добавка солнечной энергии					1 367 919	1 709 899	12
Внутренняя добавка					948 267	1 185 334	8
Общая потребность энергии на отопление					5 395 395	6 774 345	45
Вентиляция с рекуператором					1 944 609	2 430 761	
Общая потребность энергии на отопление с рекуператором					4 098 989	5 123 736	34

Анализируя результаты расчетов, необходимо отметить, что общие теплопотери в вариантах 2 и 3 меньше, чем в варианте 1. Такие результаты объясняются уменьшением площади наружных стен, так как основные теплопотери приходятся на наружные стены, следовательно, уменьшение площади наружных стен приведет к сокращению теплопотерь. Данные результаты противоречат положениям ТКП 45-2.04-196-2010, в котором коэффициент компактности уменьшается с увеличением этажности [3].

Также необходимо отметить возможность максимального использования солнечной энергии для отопления. Как можно увидеть в таблицах, при преимущественно широтной ориентации зданий можно получать до 20% энергии, необходимой для отопительного периода. Следует отметить, что для широт Республики Беларусь наиболее оптимальной считается меридиональная ориентация зданий. Это обусловлено требованиями инсоляции и равными теплопотерями по двум длинным фасадам. Средняя за месяц продолжительность солнечного сияния в месяцы отопительного периода на широтах Республики Беларусь менее 100 часов, то использовать солнечную энергию как полностью альтернативную нецелесообразно. Однако при широком использовании поквартирных средств автоматического регулирования теплоотдачи отопительных приборов, широтная ориентация будет позволять владельцам экономить тепло по мере необходимости в зависимости от погодных условий.

На основании данных расчётов также можно сделать вывод, что концепции модульной застройки городов являются энергоэффективными по сравнению с тра-

диционным микрорайонным принципом застройки. Однако чтобы получить ощутимый эффект энергосбережения от ориентации зданий по сторонам света, его необходимо применять в совокупности с эффективными системами отопления.

Так как современная жилищная и градостроительная политика Республики Беларусь направлена на решение вопросов энергоэффективного планирования, следовательно, полученные закономерности необходимо использовать при планировании строительства. Сегодня вопрос энергоэффективного дома рассматривается в отношении отдельного здания. Данные расчёты показывают, что энергоэффективные решения должны быть отражены в градостроительной концепции и учитываться ещё на стадии разработки градостроительных планов. Это обусловлено тем, что объемно-планировочные решения отдельных зданий зависят от планируемой концепции градостроительства.

Следует отметить, что данные расчёты являются теоретическими и требуют дальнейшего подробного изучения и подтверждения для внедрения в строительную практику.

ВЫВОДЫ

- Теплотери отдельного здания зависят от его формы, размеров и ориентации по сторонам света.
- Наибольшие теплотери приходятся на наружные стены зданий. При проектировании необходимо выбирать форму здания таким образом, чтобы площадь наружных стен была минимальной.
- Градостроительные концепции модульной застройки являются более перспективными в плане энергоэффективности.
- Ориентация здания по сторонам света может позволить использовать солнечную энергию во время отопительного периода, при условии использования эффективных систем регулирования теплоотдачи отопительных приборов.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2014.
2. Строительная климатология. Нормы проектирования: СНБ 2.04.02-2000 / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2001.
3. Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения: ТКП 45-2.04-196-2010 / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2010.
4. Табуншиков, Ю.А. Теплоэнергетические нормативы для теплозащиты зданий АВОК / Ю.А. Табуншиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. – 2001. – № 4.
5. Головнев, С.Г. Оценка влияния архитектурно-планировочных решений гражданских зданий на энергоэффективность / С.Г. Головнев, А.Е. Русанов // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. – 2012. – №4.
6. Глазычев, В.Л. Урбанистика. – М.: Изд.: «Европа», 2008. – Часть 1. – 220 с.
7. Отчет о НИР «Провести исследования и разработать методические рекомендации по проектированию нового модуля жилого района в населенных пунктах в соответствии с принципами безопасности, комфортности и эффективности» / Н.Н. Власюк (№ госрегистрации 20130953). – Минск, 2013.