

<https://doi.org/10.3176/hum.soc.sci.1963.4.01>

ОПТИМАЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Э. ВЕСКИ

Строительство и эксплуатация жилых зданий требуют больших затрат как от государства, так и от населения. При изыскании путей дальнейшего снижения указанных затрат возникает проблема оптимального их размера.

Если исходить из необходимости снижения только отопительных расходов, желательно строить жилые здания с максимальной теплоустойчивостью. Вместе с тем, повышение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций влечет за собой увеличение капитальных вложений в строительство. Следовательно, возникает вопрос, какое решение экономически правильное — строить ли отапливаемые здания с высокими строительными расходами, чтобы сэкономить затраты на отопление, или же сберечь капитальные вложения при строительстве жилья, что, однако, увеличит ежегодные отопительные расходы. Нужно найти такое соотношение между строительными и отопительными расходами, при котором расходы на строительство и эксплуатацию жилых домов были бы наименьшими. При этом нельзя забывать и о гигиенических требованиях, предъявляемых к жилым зданиям.

Целью настоящей статьи является изложение методики решения этой проблемы и некоторых практических результатов, полученных Институтом экономики в ходе соответствующих исследовательских работ.

Для того, чтобы здания обходились народному хозяйству дешевле, наружные ограждения их необходимо строить, исходя из оптимального сопротивления теплопередаче, т. е. так, чтобы сумма затрат на утепление наружных ограждений и отопление была бы минимальной.

В основу определения оптимального сопротивления теплопередаче наружных ограждений была положена существующая методика определения эффективности капитальных вложений¹ по так называемым приведенным затратам.

Из этого следует, что проблема определения теплопередачи ограждений зданий заключается в установлении соотношения между единовременными и повторными расходами.

Рассмотрим подробнее вопрос о единовременных расходах, которые связаны с сопротивлением теплопередаче зданий.

При одном и том же материале, чем толще наружные ограждения, тем они теплоустойчивее, но тем больше и строительные затраты, и наоборот. Таким образом, между строительными затратами и затратами на утепление существует определенная связь.

Исследования показывают, что между стоимостью строительства 1 м^2 ограждения и сопротивлением теплопередаче существует линейная зависимость.

Эта зависимость графически изображена на рис. 1.

Зависимость между строительными затратами (на 1 м^2 ограждения) и сопротивлением теплопередаче можно выразить следующим образом:

$$K = a + bR_0, \quad (1)$$

¹ Методы определения экономической эффективности новой техники в строительстве. М., 1961, стр. 12. (В дальнейшем — Методы.)

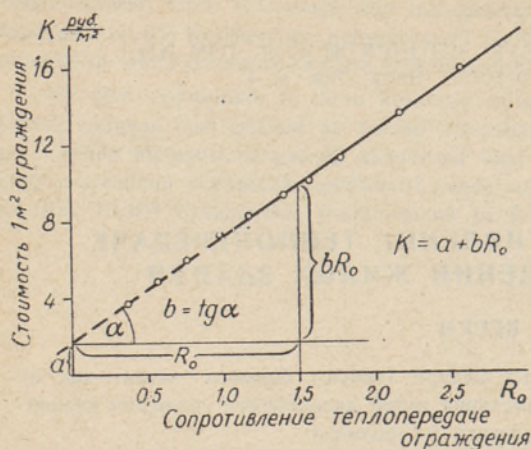


Рис. 1. Зависимость между строительными затратами на 1 м² ограждения и сопротивлением теплопередаче.

ления теплопередаче для нахождения зависимости между стоимостью строительства и сопротивлением теплопередаче исходил из затрат на строительство 1 м³ ограждения.²

Однако правильнее было бы исходить из строительных затрат на 1 м² ограждения. Это оправдано тем, что при подсчете строительных затрат следует учитывать толщину ограждения.

При расчете стоимости 1 м³ теплоизоляционных материалов толщина ограждений не учитывается, за исключением тех ограждений, утепление которых происходит с помощью твердоразмерных слоев или пластов (например, плиты или маты).

Затраты на строительство ограждений при увеличении сопротивления теплопередаче возрастают не пропорционально утолщению утеплителя, а в меньшем объеме. Это происходит потому, что при утолщении панелей внешних стен пропорционально возрастут лишь расходы на материалы. Расходы по обработке панелей и монтажу возрастут лишь в незначительной степени, причем расходы эти отнюдь не пропорциональны утолщению панелей.

Текущие (или эксплуатационные) расходы состоят из отопительных расходов жилых домов, амортизационных расходов ограждающих конструкций, а также затрат на ремонт последних.

Под отопительными расходами нужно понимать стоимость количества тепла, которое за отопительный период вытекает через ограждения здания. Между отопительными расходами ограждений и сопротивлением теплопередаче существует следующая связь:

$$S = \frac{A}{R_0},$$

где S — отопительные расходы на 1 м² ограждения,

A — удельная годовая стоимость тепла (годовая стоимость тепла помещения, вытекающего через 1 м² ограждения при $R_0 = 1,0$ м²·ч·°C/ккал).

Амортизационные расходы конструкций ограждения также должны отражаться в эксплуатационных расходах. Амортизационные расходы 1 м² наружного ограждения могут быть выражены следующим образом:

² Л. Юргенсон, Основные положения тепловой экономики ограждающих конструкций жилого здания. Строительство и строительные материалы, 1960, № 1, стр. 20.

где K — стоимость 1 м² ограждения (капитальные вложения),

a — начальное значение функции, т. е. стоимость ограждения при сопротивлении теплопередаче (R_0) теоретически равной 0;

b — коэффициент, учитывающий зависимость между стоимостью строительства 1 м² ограждения и сопротивлением теплопередаче;

R_0 — сопротивление теплопередаче ограждения.

Приведенная связь существует в пределах $1,0 \leq R_0 \leq 3,0$.

Профессор Л. Юргенсон, при определении оптимального сопротивления

$$K \cdot a_m = (a + bR_0)a_m,$$

где a_m — норма амортизации конструкций ограждения.

Ремонтные расходы (покраска, побелка и т. д.) не связаны с сопротивлением теплопередаче и, следовательно, с отопительными расходами. Поэтому эти расходы в дальнейшем не рассматриваются.

Ежегодные эксплуатационные расходы ограждений C :

$$C = \frac{A}{R_0} + (a + bR_0)a_m. \quad (2)$$

Выразив таким образом соотношение строительных затрат 1 м² ограждений, а также отопительных расходов через сопротивление теплопередаче, можно вывести формулу оптимального сопротивления теплопередаче.

Эта формула выведена в свою очередь на основании формулы приведенных затрат.

$$\Pi = C + E_n K, \quad (3)$$

где Π — приведенные затраты,

C — себестоимость или ежегодные эксплуатационные расходы,

E_n — нормативный коэффициент эффективности,

K — капитальные вложения или единовременные расходы.

Первый элемент приведенных затрат (C) уже известен. Это ежегодные эксплуатационные расходы ограждений зданий (2).

Второй элемент ($E_n K$) — произведение коэффициента норматива эффективности и капитальных вложений (иными словами, единовременных затрат).

Поэтому приведенные затраты Π (3) можно выразить следующим образом:

$$\Pi = \frac{A}{R_0} + (a + bR_0)a_m + E_n(a + bR_0).$$

Дифференцируя выражение по R_0 и приравняв его нулю, получим

$$\frac{d\Pi}{dR_0} = -\frac{A}{R_0^2} + a_m b + E_n b = 0.$$

Отсюда

$$\begin{aligned} \frac{A}{R_0^2} &= b(a_m + E_n), \\ R_0 &= \sqrt{\frac{A}{b(a_m + E_n)}}. \end{aligned} \quad (4)$$

Это и есть формула, определяющая величину экономически оптимального сопротивления теплопередаче.

Оптимальное сопротивление теплопередаче наружных ограждений для различных теплоизоляционных материалов не одинаково, так как стоимость и теплоустойчивость 1 м² ограждения зависят от использованного на его изготовление теплоизоляционного материала.

Чем эти материалы эффективнее и дешевле, тем выше и оптимальное сопротивление теплопередаче, и наоборот. Поэтому для каждой категории ограждений (с учетом используемого теплоизоляционного материала) необходимо вычислить оптимальное сопротивление теплопередаче по формуле (4). Попытаемся выведенное по формуле (4) значение оптимального сопротивления теплопередаче применить для производства практических расчетов. Последние относятся к жилым зданиям г. Таллина, так как здесь более детально исследованы отопительные расходы домов с центральным отоплением и затраты на строительство ограждений зданий.

Для этих расчетов прежде всего нужно определить некоторые постоянные величины, используемые при решении данной формулы.

1. Удельная годовая стоимость тепла — A .

Расчеты и обмеры, выполненные Институтами экономики и энергетики, показывают, что в течение отопительного сезона 1961/62 г. в домах с центральным отоплением г. Таллина средняя себестоимость тепла в помещениях равнялась 8,3 руб. за млн. ккал.

В климатических условиях нашей республики в течение отопительного периода на единицу сопротивления теплопередаче через 1 м^2 ограждения протекает приблизительно $100\,000 \text{ ккал} = 0,1 \text{ млн. ккал}$.

Удельная годовая стоимость тепла A 1 м^2 наружного ограждения равна таким образом $8,3 \times 0,1 = 0,83 \text{ руб.}$

2. Норма амортизации конструкций ограждения.

Методика ³ оценки эффективности капитальных вложений предусматривает (с учетом морального износа домов) норму амортизации жилых зданий в размере 4—5 процентов.

Таблица 1

Отношение между стоимостью строительства 1 м^2 ограждения и сопротивлением теплопередаче R_0

Конструкции ограждения	Объемный вес утеплителя, $\text{кг}/\text{м}^3$	Отпускная цена, $\text{руб.}/\text{м}^3$	Отношение между стоимостью строительства 1 м^2 ограждения и сопротивлением теплопередаче $K = a + bR_0$	
			a	b
<i>Чердачные перекрытия</i>				
Гранулированная сланцевая зола	930	0,35	-0,4	0,81
Негранулированная сланцевая зола	1240	—	-0,6	1,34
Маты из минеральной ваты	125	16	-0,5	1,38
Фибролит	320	21	-1,3	3,45
Изоляционные плиты из зологазобетона	600	10,10	-1,7	3,7
<i>Подвальные перекрытия</i>				
Гранулированная сланцевая зола	930	0,35	-0,2	0,87
Маты из минеральной ваты	125	16	-0,5	1,43
Фибролит	320	21	-0,9	3,44
Изоляционные плиты из зологазобетона	600	10,10	-1,1	3,78
<i>Зарядиаторные участки стен</i>				
Маты из минеральной ваты	125	16	-0,35	1,36
+ сухая штукатурка	320	21	-3,4	3,96
Фибролит + штукатурка		0,06	-1,05	1,74
Утепление с помощью альфоля		$\text{руб.}/\text{м}^2$		
<i>Наружные стены</i>				
Силикатный кирпич	1900	4,90	1	8,3
Силикатный кирпич, утепленный матами из минеральной ваты	125	17,40	1	1,45
Трехслойные железобетонные панели с заполнением из минеральной ваты	125	30,40	-0,6	2,34
Блоки из ячеистого бетона	1200	16,60	2	6,66
Панели из ячеистого бетона	800	16,40	2,5	4,45

Указанная норма амортизации учитывает амортизацию всего здания, это значит, учитывает как конструкции наружных и внутренних ограждений, так и особенности

³ Методы, стр. 12.

объемно-планировочного решения жилого здания. Но так как объемно-планировочные решения время от времени меняются, что связано с тем, что жилые здания морально стареют, а также с требованиями, предъявляемыми к современным жилым домам, то методикой предусматривается меньший срок для их эксплуатации — 20—25 лет. Однако срок эксплуатации наружных ограждений зданий более длительный, да и морально они не так скоро стареют. Таким образом, и норма амортизации наружных ограждений может быть ниже. В амортизационных расчетах взята норма амортизации 0,03.

3. Нормативный коэффициент эффективности.

Нормативный коэффициент эффективности E_n капитальных вложений жилых зданий принят за 0,1. Другими словами, максимальный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений равен 10 годам.

Следует отметить, что обычно методикой оценки капитальных вложений в строительстве для материалов и конструкций E_n приравнивается 0,17, иными словами, срок окупаемости равен 6 годам⁴. Надо сказать, что указанная методика не делает различий между отдельными видами зданий и сооружений. А, между тем, у жилых домов срок эксплуатации более длительный, и притом они морально медленнее стареют, чем, например, заводы, где производственная технология постоянно меняется. Поэтому и срок окупаемости дополнительных капитальных вложений жилых зданий должен соответственно быть более длительным.

В. В. Новожилов в своих работах⁵ подчеркивает, что в строительной практике нужно делать различие между долгосрочной и краткосрочной эффективностью капитальных вложений.

Строительство жилых зданий можно отнести к долгосрочным капитальным вложениям и поэтому правильнее было бы приравнивать его к транспортному строительству (мосты, железные дороги), где нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений равен 0,1.

Данные о переменной величине b можно получить из таблицы 1, в которой приведены сведения о всех категориях конструкций ограждений, в зависимости от применяемого теплоизоляционного материала.

Сравнение оптимального сопротивления теплопередаче, существующего в строительной практике с запроектированным сопротивлением теплопередаче показывает, что последнее меньше, чем предусмотрено оптимальным сопротивлением теплопередаче. Это происходит потому, что при проектировании наружных ограждений зданий не учитываются текущие отопительные расходы.

В таблице 2 приведены экономически оптимальные и принимаемые в проектах сопротивления теплопередаче ограждений жилых зданий и толщины теплоизоляционных материалов.

Как видно из таблицы 2, запроектированное сопротивление теплопередаче чердачных и подвальных перекрытий, а также радиаторных участков стен меньше, чем оптимальное.

Экономически оправданное сопротивление теплопередаче наружных стен в общем меньше существующего в настоящее время в строительной практике, за исключением утепленных минеральной ватой стен из силикатного кирпича. Оптимальное сопротивление теплопередаче предусматривает сооружение более тонких стен, чем это до сих пор практиковалось. Это вызвано высокой стоимостью применяемых в строительной практике материалов и их большого объемного веса (силикатные блоки). При уменьшении же как объемного веса изоляционных материалов, так и стоимости 1 м² стены, норма оптимального сопротивления теплопередаче наружных стен сразу же увеличится.

⁴ Методы, стр. 11.

⁵ В. В. Новожилов, Измерения затрат и их результатов в социалистическом хозяйстве. Под редакцией В. С. Немчинова. Применение математики в экономических исследованиях. М., 1959, стр. 194.

Таблица 2

Экономически оптимальные и проектные сопротивления теплопередаче ограждений жилых зданий

Категории и конструкции ограждений	Объемный вес утеплителя, кг/м ³	Удельная теплопроводность λ [$\frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{°C}}$]	Запроектированное сопротивление теплопередаче R_0	Экономически оптимальные	
				сопротивление теплопередаче R_0	толщина утепления d [см]
<i>Чердачные перекрытия</i>					
Гранулированная сланцевая зола	930	0,22	1,04	2,81	52
Негранулированная сланцевая зола	1240	0,40	"	2,18	69
Маты из минеральной ваты	125	0,055	"	2,15	9
Фибролит	320	0,12	не применяют	1,36	11
Изоляционные плиты из золотазобетона	600	0,18	"	1,31	15
<i>Подвальные перекрытия</i>					
Гранулированная сланцевая зола	930	0,22	1,12	2,71	54
Маты из минеральной ваты	125	0,055	"	2,11	10
Фибролит	320	0,12	не применяют	1,36	13
Изоляционные плиты из золотазобетона	600	0,18	"	1,30	19
<i>Зарядиаторные участки стен</i>					
Маты из минеральной ваты + сухая штукатурка	125	0,055	1,20	3,16	13
Фибролит + штукатурка	320	0,12	"	1,86	16
Утепление с помощью альфола	—	—	не применяют	2,85	два слоя альфола
<i>Наружные стены</i>					
Силикатный кирпич	1900	0,75	1,06	0,88	52
Силикатный кирпич, утепленный матами из минеральной ваты	125	0,055	1,51	2,10	8
Трехслойные железобетонные панели с заполнением из минеральной ваты	125	0,055	1,56	1,33	8
Блоки из ячеистого бетона	1200	0,39	1,20	0,98	31
Панели из ячеистого бетона	800	0,25	1,25	1,05	22

В настоящее время наружные стены и все наружные ограждения вообще проектируются по техническому минимуму. Ввиду того, что ограждения жилых зданий должны соответствовать прежде всего техническим условиям сопротивления теплопередаче (влажность, холодоустойчивость и т. д.), то в части наружных стен именно эти требования являются определяющими в качестве минимума сопротивления теплопередаче. В этом случае экономический эффект вычисляется только тогда, когда норма оптимального сопротивления теплопередаче выше нормы технического минимума сопротивления теплопередаче.

Среднее сопротивление теплопередаче (R_0) ограждений строящихся в настоящее время жилых зданий равно приблизительно 1,0. Однако экономически целесообразнее было бы строить жилые дома со средним сопротивлением теплопередаче $R_0 = 1,3$. Следовательно, ограждения новых жилых домов имеют сопротивление теплопередаче на 23% ниже, чем это следовало бы.

Утепляя жилые здания с учетом требования оптимального сопротивления теплопередаче ограждений так, чтобы среднее сопротивление теплопередаче равнялось 1,3, годовые расходы на отопление жилого дома со стенами из силикальцита (типовой проект 1-317-16) снизились бы в г. Таллине с 3-х рублей до 2-х на квадратный метр жилой площади, т. е. на одну треть.

Разработанные государственным проектным институтом «Эстонпроект» новые типовые проекты (серии 1-317-Б) в какой-то степени уже учитывают требования оптимального сопротивления теплопередаче. Это видно из табл. 3.

Таблица 3

Сравнение сопротивлений теплопередаче ограждений серий типовых проектов зданий 1-317-А и 1-317-Б

Серии типовых проектов	Сопротивление теплопередаче ограждений				
	$R_0 \left[\frac{m^2 h^\circ C}{\text{ккал}} \right]$				
	Стены	Чердачные перекрытия	Подвальные перекрытия	Зарadiaторные участки стен	Окна
1-317-А					
Блочный вариант	1,4(1,2)	1,1(0,8—1,0)	1,2	1,0	0,33
Кирпичный вариант					
а) монолитная стена с расширенным швом	1,0	1,1(0,8—1,0)	1,2	0,8	0,33
б) стена обглегченного типа	1,5(1,3)	1,1(0,8—1,0)	1,2	1,3(1,0)	0,33
1-317-Б					
Блочный вариант	1,4(1,2)	1,7	1,7	1,0	0,44
Кирпичный вариант	1,5(1,2)	1,7	1,7	1,3(1,0)	0,44

Примечание: В скобках указаны фактические сопротивления теплопередаче. В графе «стены» в скобках приводятся сопротивления теплопередаче для кирпичных стен обглегченного типа под расшивку швов с учетом продувания утеплителя (маты из минеральной ваты). Для перекрытий в скобках указано сопротивление теплопередаче при фактической толщине слоя утеплителя и сопротивления теплопередаче. Последние данные получены в процессе исследовательских работ, проведенных в Институте строительства и строительных материалов АН ЭССР в 1961—1962 гг.

Сравнение сопротивлений теплопередаче ограждений серий типовых проектов зданий 1-317-А и 1-317-Б показывает, что новым типовым проектом 1-317-Б расход тепла запроектирован приблизительно на 30% меньшим, чем серией 1-317-А, что приводит к снижению отопительных расходов.

Большого экономического эффекта можно добиться, утепляя ограждения матами из минеральной ваты, так как последние являются в настоящее время самым эффективным теплоизоляционным материалом в республике. Расчеты показывают, что экономический эффект при оптимальном утеплении ограждений этими матами может быть доведен до 0,22—0,35 руб. на 1 м² жилой площади в год.

Подводя итоги всему сказанному, следует еще раз подчеркнуть, что при проектировании жилых домов обязательно нужно учитывать требования экономичности. Ограждения жилых домов следует проектировать с учетом степени оптимального сопротивления теплопередаче.

ELAMUTE VÄLISPIIRETE OPTIMAALNE SOOJAPIDAVUS

E. Veski

Resümee

Artiklis esitatakse elamute välispiirete optimaalse soojapidavuse määramise avaldis ja mõningad arvutusnäited tema kasutamise kohta.

Optimaalse soojapidavuse avaldise tuletamiseks on uuritud seoseid piirdekonstruktsioonide 1 m² ehituskulu ja soojapidavuse vahel ning elamute eksploatatsioonikulude ja soojapidavuse vahel.

Selgus, et piirdekonstruktsioonide 1 m² ehituskulu ja soojapidavuse vahel on lineaarne sõltuvus:

$$K = a + bR_0, \quad (1)$$

- kus K — piirdekonstruktsiooni 1 m² ehituskulu;
 a — funktsiooni algväärtus, s. o. piirde maksumus, mille juures piirde soojapidavus R_0 on teoreetiliselt null;
 b — koefitsient, mis näitab piirde 1 m² ehitusmaksumuse kasvu, kui soojapidavus R_0 suureneb ühe ühiku võrra;
 R_0 — muutuja, s. o. piirde soojapidavus.

Elamute eksploatatsioonikulude (küttekulude ja piirdekonstruktsioonide amortisatsioonikulude) ja soojapidavuse vahel on järgmine seos:

$$C = \frac{A}{R_0} + (a + bR_0)a_m, \quad (2)$$

- kus C — piirdekonstruktsiooni eksploatatsioonikulud;
 A — sooja aastane erimaksumus (kütteperioodi jooksul läbi 1 m² piirde läinud sooja maksumus, kui $R_0 = 1,0 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$);
 a_m — piirdekonstruktsioonide amortisatsiooni määr.

Ehitustegevuses kehtivas kapitaalvahetuste efektiivsuse hindamise meetodikas toodud taandatud kulude valem

$$\Pi = C + E_n K$$

põhjal on tuletatud elamupiirete majanduslikult optimaalse soojapidavuse R_0 arvutamise valem, milles arvestatakse nii kütte- kui ka ehituskulusid:

$$R_0 = \sqrt{\frac{A}{b(a_m + E_n)}}, \quad (3)$$

kus E_n — efektiivsuse normatiivne koefitsient.

Valemit (3) soovitatakse kasutada elamupiirete projekteerimisel. Kuni käesoleva ajani ei arvatud elamute projekteerimisel majanduslikke kulusid, s. t. ei arvatud, milliseks kujuneb ühekordsete, s. o. ehituskulude, ja korduvate, antud juhul küttekulude summa.

Optimaalse soojapidavuse võrdlused ehituspraktikas kasutatavates projektlahendustes ettenähtud soojapidavusega näitavad, et elamute tegelik soojapidavus on umbes 23% väiksem, kui seda ette näeb optimaalne soojapidavuse määr.

Kui soojustada elamud optimaalse soojapidavuse määrade järgi, alanevad küttekulud ühe kolmandiku võrra ning saadav majanduslik efekt kõige efektiivsema soojustusmaterjali (mineraalvatimattide) kasutamise puhul on kuni 0,35 rubla 1 m² elamispinna kohta aastas.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Majanduse Instituut

Saabus toimetusse
12. VI 1963

DIE OPTIMALE WÄRMEDICHTE DER WOHNRAUM-AUSSENWÄNDE

E. Veski

Zusammenfassung

Der Artikel bringt eine Formel für die Bestimmung der optimalen Wärmedichte der Wohnraum-Außenwände sowie einige Beispiele der Anwendung dieser Formel.

Für die Herleitung der genannten Formel wurden einerseits die Wechselbeziehungen zwischen der Wärmedichte und den Baukosten eines Quadratmeters Außenwand, andererseits zwischen der Wärmedichte und den Exploitationskosten der Wohnräume untersucht.

Es stellte sich heraus, dass zwischen den Baukosten eines Quadratmeters Außenwand und der Wärmedichte ein lineares Verhältnis besteht:

$$K = a + bR_0, \quad (1)$$

wo K — die Baukosten eines Quadratmeters Außenwand,

a — der Ausgangswert der Funktion, d. h. die Kosten einer Außenwand, bei welcher die Wärmedichte R_0 theoretisch Null ist,

b — der Koeffizient, der die Zunahme der Baukosten eines Quadratmeters Außenwand anzeigt, wenn die Wärmedichte R_0 um eine Einheit zunimmt, und

R_0 — die Variable, d. h. die Wärmedichte der Außenwand.

Zwischen den Exploitationskosten des Wohnraums (Heizkosten und Amortisation der Außenwände) und der Wärmedichte besteht folgender Zusammenhang:

$$C = \frac{A}{R_0} + (a + bR_0)a_m, \quad (2)$$

wo C_H — die Exploitationskosten der Außenwände,

A — die jährlichen spezifischen Kosten der Wärme (die Kosten der im Laufe der Heizperiode durch 1 qm Außenwand entwichenen Wärme, wenn $R_0 = 1,0 \text{ m}^2\text{h } ^\circ\text{C/kcal}$, und

a_m — die Amortisationsrate der Außenwände ist.

Auf Grund der Formel der reduzierten Kosten

$$\Pi = C + E_H K,$$

die in der Methodik der Schätzung der Effektivität der Kapitalanlagen im Bauwesen gilt, lässt sich eine Formel für die Berechnung der wirtschaftlich optimalen Wärmedichte der Außenwände herleiten; in der Formel werden sowohl die Heiz- als auch die Baukosten berücksichtigt:

$$R_0 = \sqrt{\frac{A}{b(a_m + E_H)}}, \quad (3)$$

wo E_H der Normativkoeffizient der Effektivität ist.

Es wird empfohlen, die Formel (3) beim Projektieren der Wohnraum-Außenwände anzuwenden. Bis jetzt wurden beim Projektieren der Wohnräume die wirtschaftlichen Kosten nicht berechnet, d. h. es wurde nicht berechnet, wie sich die Summe der einmaligen Kosten (der Baukosten) und der wiederholten Kosten (gegebenenfalls der Heizkosten) gestaltet.

Der Vergleich der optimalen Wärmedichte mit der in den Projekten der Baupraxis vorgesehenen ergibt, dass die wirkliche Wärmedichte der Wohnräume um etwa 23% unter der optimalen liegt.

Werden die Wohnräume nach den Raten der optimalen Wärmedichte abgedichtet, so sinken die Heizkosten um ein Drittel und der wirtschaftliche Effekt bei Benutzung des wirksamsten Abdichtungsmaterials (Matten aus Mineralwatte) beläuft sich auf 0,35 Rubel jährlich je Quadratmeter Wohnfläche.

Institut für Ökonomie
der Akademie der Wissenschaften der Estnischen SSR

Eingegangen
am 12. Juni 1963