

Расчетные данные для плоского симметричного Z-образного трубопровода представлены в табл. 1.

Из полученных данных видно, что при расчете плоских трубопроводных систем приближенный способ может давать как завышенные, так и заниженные значения компенсационных напряжений, отличающиеся в три и более раза от величин, полученных точными методами расчета.

Исследования, проведенные для пространственных трубопроводов, показали, что влияние гибкости колен на температурные напряжения, возникающие в сечениях жесткого закрепления, незначительно и уже при $K \geq 0,35$ как точный, так и приближенный способы приводят к одинаковым результатам. При определении же напряжений на криволинейных участках учет гибкости колен и коэффициента интенсификации может дать величины напряжений, в значительной степени отличающиеся от результатов расчета приближенным способом.

Установлено, что для плоских и пространственных трубопроводов при коэффициенте понижения жесткости $K \geq 0,6$ величины напряжений, возникающих в коленях и определенных по тому и другому способу, отличаются незначительно. Поэтому трубопроводы с коэффициентом понижения жесткости $K = 0,6$ и более с достаточной для практики точностью можно рассчитывать без учета гибкости криволинейных участков.

Резюме. Установлены критерии использования методов расчета трубопроводных систем с учетом и без учета гибкости криволинейных участков.

Л и т е р а т у р а

1. Конючков В.В., Балыкин М.К. О методике расчета трубопроводов на температурные воздействия. См. с. 73 настоящего сборника.

УДК 697.245 + 697.132:728.12

О.А. Мухин (канд.техн.наук),
А.И. Павлючук

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОПОСТАВЛЕНИЯ СПОСОБОВ ОБОГРЕВА МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

В нашей стране и за рубежом в сельском строительстве наряду с классическими системами отопления стали широко

применяться более современные системы отопления с использованием газа, жидкого топлива и электроэнергии. До настоящего времени не выработаны четкие рекомендации по выбору рационального перспективного способа обогрева жилых зданий малоэтажного сельского строительства, в частности, применительно к условиям Белоруссии.

В связи со сложностью учета многих факторов (плотность застройки, характер теплопотребления, типы жилья, характер планировки поселка, вид топлива и др.) также не определена методика технико-экономического обоснования способов обогрева зданий в сельских поселках БССР [1].

Правда, отдельные авторы решают эти вопросы применительно к условиям других республик, но результатами этих работ можно пользоваться с известным приближением. Например, по данным [2], выбор рационального способа теплоснабжения предлагается делать по номограмме, обобщенной нами на рис.1. Из рис.1 видно, что нахождение расчетной точки в области устойчивой экономичности не определяет еще вида топлива для целей теплоснабжения. Более того, неустойчивая зона (заштрихована на рисунке) требует учета и дополнительных факторов.

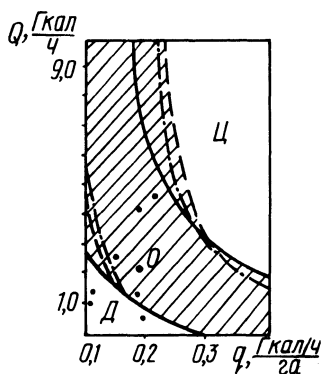


Рис. 1. Зоны экономической устойчивости: Д - децентрализованное теплоснабжение; Ц - централизованное.

В предлагаемой работе сделана попытка провести технико-экономический анализ некоторых способов обогрева жилых зданий перспективных населенных пунктов и выбора оптимального вида топлива.

В качестве прототипа был выбран сельский поселок колхоза "Малечь" Брестской области с населением 1700 человек, размещенных в 395 квартирах. Техничко-экономические показатели систем теплоснабжения колхоза "Малечь" следующие: тепло-

плотность жилого фонда 0,18 Гкал/ч; расход тепла на отопление - 2,095 Гкал/ч; сметная стоимость котельной 235 тыс.руб.; сметная стоимость тепловых сетей жилой зоны 158,76 руб.; сметная стоимость газовых сетей 24,02 тыс.руб.

Из предположения, что поселок может быть оборудован системами центрального отопления от котельной или квартирного отопления с использованием природного газа, газового отопления с применением конвекторов типа "Огонек", электрического отопления по свободному графику или что могут быть установлены аккумулирующие электрические приборы, были проведены расчеты для каждого способа обогрева.

В соответствии с методикой, принятой в энергетике для обязательного использования при технико-экономических сопоставлениях сравниваемых вариантов, в качестве критерия применялись приведенные годовые затраты [2]

$$\Pi = E_n K + И,$$

где $E_n = 0,12$ - нормативный коэффициент эффективности; K - капитальные вложения в систему теплоснабжения; $И$ - годовые эксплуатационные затраты на систему теплоснабжения.

Приведенные затраты сравниваемых систем были определены по формулам

$$\Pi_{\text{ко}} = \Pi_k + \Pi_{\text{тс}} + \Pi_{\text{во}} = E_n (K_k + K_{\text{тс}} + K_{\text{во}}) + И;$$

$$\Pi_{\text{го}} = \Pi_{\text{гс}} + \Pi_{\text{грп}} + \Pi_{\text{во}} = E_n (K_{\text{гс}} + K_{\text{грп}} + K_{\text{во}}) + И;$$

$$\Pi_{\text{эс}} = \Pi_N + \Pi_{\text{лэп}} + \Pi_{\text{рс}} + \Pi_{\text{во}} = E_n (K_N + K_{\text{лэп}} + K_{\text{рс}} + K_{\text{во}}) + И,$$

в которых $\Pi_k, \Pi_{\text{тс}}, \Pi_{\text{во}}$ - приведенные затраты по котельной, тепловым сетям, внутридомовому оборудованию; $\Pi_{\text{гс}}, \Pi_{\text{грп}}, \Pi_{\text{во}}$ - приведенные затраты на газовые сети, ГРП, внутридомовое оборудование; $\Pi_N, \Pi_{\text{лэп}}, \Pi_{\text{рс}}, \Pi_{\text{во}}$ - приведенные затраты на электрические станции, магистральные сети, распределительные сети, внутридомовое оборудование.

Многие авторы учитывают капитальные вложения во внутридомовое оборудование в строительной стоимости здания, а не в затратах на теплоснабжение. Это искажает действительные затраты на устройство систем для покрытия теплопотребления, тем более, что удельный вес капитальных вложений во внутридомовое оборудование составляет 30 - 40% от величины суммарных капитальных вложений в систему теплоснабжения. Капитальные вложения во внутридомовое оборудование отопления оцениваются в соответствии со сметными расчетами по этим

системам. В настоящее время нет систематизированных данных для указанных выше систем отопления, заложенных в типовые проекты зданий сельского строительства, рекомендованных Госстроем БССР.

В результате анализа имеющихся сметных данных типовых проектов по системам отопления и составленным сметгазового и электрического отопления для этих же проектов удалось получить зависимость капитальных вложений от тепловых потерь зданий

$$K = K_y Q,$$

где K – капитальные вложения в системы отопления, тыс.руб.; Q – тепловые потери здания, ккал/ч; K_y – удельные капитальные вложения в системы отопления, $\frac{\text{тыс.руб./ч}}{\text{ккал}}$: (для центрального отопления $K_y = 0,033$; поквартирного отопления – 0,043; газового отопления – 0,028; электрического отопления – 0,021).

Результаты произведенных подсчетов с учетом данных [3,4] были обобщены и сведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Удельные капиталовложения в сравниваемые системы теплоснабжения колхоза "Малечь", тыс.руб. / Гкал/ч

Элементы схем теплоснабжения	Варианты отопления квартир					
	центральное отопление от котельной	поквартирное отопление с котлами на газовом топливе	поквартирное с учетом изменения стоимости	газовое отопление	электрическое по свободному тарифу	аккумулирующие электроприборы
Котельная	31,60					
Тепловые сети	76,80					
Газовые сети и ГРП		6,5				
Изменение стоимости газовых сетей			1,66	1,66		
Стоимость местной системы центрального отопления	33,0					
" поквартирного отопления		48,0	48,0			
" газового отопления				28,0		
" электрических приборов					20,90	
" аккумулирующих электроприборов						30,74
Усиление распределительных сетей					50,00	
Усиление магистральных сетей					11,40	
Усиление ГЭС (ТЭЦ)					26,30	
Итого по системам	141,40	54,50	49,66	29,66	108,60	30,74

Из анализа таблиц следует, что экономически целесообразной для малоэтажных зданий следует считать систему газового отопления. При этом капитальные вложения во внутримдомовое оборудование зданий были отнесены к затратам на теплоснабжение, а не к строительной части.

Если нанести исходные данные рассмотренного и ряда других проектов на рис.1, то рабочая точка О (Малечь) окажется в неустойчивой зоне, что дает по [2] право выбора без оговорок системы обогрева, хотя из проведенного анализа и сказанного выше следует иной вывод. Размещение других точек даже при нахождении в зоне устойчивой экономичности не дает основания сделать выбор определенного вида топлива.

Задачи выбора рационального вида обогрева жилых сельских населенных пунктов находятся в прямой зависимости от выбо-

Таблица 2. Удельные эксплуатационные и приведенные затраты сравниваемых систем теплоснабжения колхоза "Малечь", тыс.руб./Гкал/ч

Элементы схем теплоснабжения	Показатели	Варианты отопления квартир					
		центральное от котельной	поквартирное с котлами на газовом топливе	поквартирное с учетом изменения стоимости	газовое	электрическое по своему графику	аккумулирующие электроприборы
Котельная и тепловые сети	$A_M + A_{тр} = 0,07K_y$	2,21					
	$A_{тс} + A_{тр} = 0,05K_y$	3,83					
	Электроэнергия	1,02					
	Зарплата	2,66					
	Прочие затраты	2,74					
	Итого	12,46					
Газовые сети и ГРП	$A_M + A_{тр} = 0,03K$		0,19	0,05	0,05		
	Зарплата		0,76	0,38	0,38		
	Прочие затраты		0,23				
	Итого		1,18	0,43	0,43		
Местные системы отопления (внутримдомовое оборудование)	$A_M + A_{тр} = 0,09K$	3,35	4,32	4,32	2,50	1,87	2,76
Городские и магистральные электросети	$A_M + A_{тр} = 0,09K$					2,46	
Электроустановки	$A_M + A_{тр} = 0,09K_y$					2,37	
Стоимость топлива		15,30	15,30	15,30	15,30	94,00	94,00
Суммарные издержки производства		31,11	20,80	20,05	18,23	100,70	96,76
Удельные годовые приведенные затраты $\Pi = EK + И$		46,91	26,92	25,54	21,54	112,90	100,45

Примечание. A_M - амортизационные отчисления; $A_{тр}$ - затраты на текущий ремонт; K_y - удельные капиталовложения.

Таблица 3. Динамика структуры топливного баланса для сельского хозяйства республики

Вид топлива	1960 г.	1965 г.	1970 г.	Перспек- тива
Уголь	30,40	25,0	24,90	8,80
Мазут топочный (включая дистиллят)	5,0	14,60	26,90	65,40
Газ природный, сжиженный и нефтезаводской	2,0	15,80	18,90	19,0
Дрова	25,90	25,0	15,80	5,60
Торф	36,70	19,60	13,50	1,20

ра вида энергоносителя. При этом необходимо исходить из структуры топливо-энергетического баланса (ТЭБ) республики, замыкающих затрат на топливо и влияния географического расположения населенных пунктов, т.е. учесть затраты на внутри-районный транспорт и хранение топлива. На основании обобщения большого числа данных динамику структуры ТЭБ БССР для сельского хозяйства (в %) можно выразить с помощью табл.3.

Анализ современного состояния топливно-энергетического баланса СССР и данных табл.3 также показывает, что перспективными видами топлива следует считать газ и жидкое топливо. В первую очередь газ используется в химической промышленности, для пламенных печей заводов и для нужд быта. Если после названных потребителей имеется возможность выделения газа для сжигания в котельных, то это относится к котельным больших городов, так как сжигание угля на ТЭЦ приводит к выбрасыванию большого количества сернистого ангидрида и других вредных веществ в атмосферу.

Газификация же всего сельскохозяйственного производства пока нерациональна, так как сельскохозяйственные тепловые потребители маломощны и отстоят друг от друга на относительно большие расстояния. Все более конкурентоспособным для теплоснабжения сельских населенных пунктов становится жидкое топливо.

Мазут неудобен тем, что все операции по транспортировке, сливу, перекачке и сжиганию требуют его подогрева до температуры 70 - 115°С. Наиболее подходящим видом является печное бытовое топливо (дистиллятное).

Основным источником теплоснабжения в сельской местности на сегодняшний день все же остаются отопительные печи (84%), котельные же малой мощности и квартирные генераторы тепла составляют только 16%. Использование печного бытового топлива (дистиллятного) (ТУ-3800150-71) в квартирных генераторах тепла, отопительных печах при сжигании в горелках испарительного типа позволяет повысить к.п.д. этих установок

с 50 – 55% до 80 – 85%, увеличить безопасность эксплуатации, легче автоматизировать процесс горения. Отечественная промышленность уже выпускает отопительные аппараты на печном бытовом топливе [1]. На международной выставке "Интербытмаш-76" демонстрировались современные комбинированные аппараты АОЖВ-9, АОЖВ-20, предназначенные для отопления, горячего водоснабжения и приготовления пищи, которые с успехом могут быть использованы на селе.

В настоящее время на кафедре "Теплогазоснабжение и вентиляция" БПИ разрабатывается методика уточнения гидродинамических расчетов трубопроводных систем для печного бытового топлива. Создана экспериментальная установка, на которой получены предварительные результаты при исследовании трубопроводов диаметром 25 – 50 мм, по которым транспортируется жидкое топливо при различных температурных режимах.

Резюме. Проведенный технико-экономический анализ показал перспективность использования в сельском строительстве газового топлива для целей теплоснабжения и бытовых нужд, а также выявил некоторые преимущества применения жидкого дистиллятного топлива.

Л и т е р а т у р а

1. Мухин О.А., Павлючук А.И. К вопросу выбора оптимальной системы обогрева жилищ в сельских поселках Белоруссии. – В сб.: Отопление, вентиляция и строительная теплофизика. Минск, 1974, вып.3.
2. Барабанер Х.З. Экономические проблемы оптимизации систем теплоснабжения перспективных сельских населенных пунктов. Тарту, 1973.
3. Бессмертный И.С. Схема городских электрических сетей. М., 1963.
4. Техничко-экономический анализ различных схем энергоснабжения жилищно-коммунальных хозяйств СССР. ЦНИИЭП инженерного оборудования городов. М., 1969.

УДК 532.529.5:628.74.05:614.842

Ф.А. Богданович (канд.техн.наук)

ДВИЖЕНИЕ "СКОЛЬЗКОЙ" ВЫСОКОКРАТНОЙ ПЕНЫ В ВОЗДУХОВОДАХ

В последнее десятилетие из основных средств для тушения пожаров весьма широко применяется воздушно-механическая пена, особенно высокократная.