

Д. Ф. Жуков, И. И. Искренкова

(Белорусский филиал Энергетического института
им. Г. М. Кржижановского)

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ЗАТРАТЫ ТЕПЛА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Колебания погодных условий существенно влияют на расходы тепловой энергии промышленного производства, особенно на те, которые непосредственно зависят от погоды, например связанные с вентиляцией, отоплением, воздушно-тепловыми завесами, оттаиванием и низкотемпературным нагревом материалов, производством на открытом воздухе, строительством.

Следует различать *кратковременные* колебания температур, которые взаимокompенсируются за короткий промежуток времени, и *долговременные*, наблюдающиеся в течение кварталов и отдельных лет.

Кратковременные колебания влияют в основном на выбор мощности теплотехнического оборудования. При правильной эксплуатации оборудования эти колебания не должны в большой мере влиять на расходы энергии в течение отчетных кварталов и года. Долговременные колебания непосредственно влияют на величину затрат тепла за кварталы и год.

Характеристикой, подвергающейся наиболее заметным долговременным колебаниям, является температура воздуха.

Долговременные колебания температуры можно характеризовать абсолютной величиной отклонения от средней величины за многолетний период и вероятностью появления этого отклонения.

Таблица 1

Пункт	Число лет наблюдений	Математическое ожидание, град			Фактические экстремальные отклонения за период наблюдений, град
		среднеголетней годовой температуры	отклонения годовой температуры от среднеголетней 5%-ной вероятности	отклонения годовой температуры от среднеголетней 1%-ной вероятности	
Архангельск	136	+ 0,61 ± 0,1	± 2,41	± 3,16	-3,0+2,7
Ереван	62	+11,4 ± 0,12	± 1,74	± 2,29	-2,1+1,9
Минск	70	+ 5,4 ± 0,05	± 1,57	± 2,06	-2,0+1,7
Тула	42	+ 4,8 ± 0,15	± 1,72	± 2,24	-1,7+1,7

В табл. 1 приведены значения среднеголетней годовой температуры воздуха и отклонения от нее годовых температур 5%- и 1%-ной вероятности для четырех пунктов наблюдения. Значения отклонений определены соответственно нормальному закону распределения температур.

Фактические отклонения годовой температуры во всех случаях, кроме, г. Тулы, лежат в пределах математически определенных отклонений 1%- и 5%-ной вероятности. Для г. Тулы фактические отклонения близки к отклонению 5%-ной вероятности.

Экстремальные отклонения средних температур для кварталов значительно больше годовых (см. табл. 2).

Таблица 2

Пункт	Число лет наблюдений	Математическое ожидание, град			Фактические экстремальные отклонения за период наблюдений, град
		среднегогодовой температуры I квартала	отклонение квартальной температуры от среднегогодовой 5%-ной вероятности	отклонение квартальной температуры от среднегогодовой 1%-ной вероятности	
Архангельск	136	-11,0	± 4,69	± 6,15	-6,3 + 6,1
Ереван	62	- 1,3	± 6,0	± 7,9	-6,9 + 5,2
Минск	70	- 5,4	± 4,28	± 5,6	-6,1* + 4,2
Тула	42	- 7,7	± 5,0	± 6,56	-8,0** + 5,3

Примечания: * соответствует менее 1% вероятности. ** соответствует примерно 0,3% вероятности.

Рассмотрим влияние долговременных колебаний температуры на примере заводов сборного железобетона. На этих заводах тепло расходуется на тепловую обработку изготавливаемых изделий в цехах и на полигонах, оттаивание и нагрев заполнителей бетона, нагрев воды затворения бетона, отопление и вентиляцию трех типов помещений — формо-

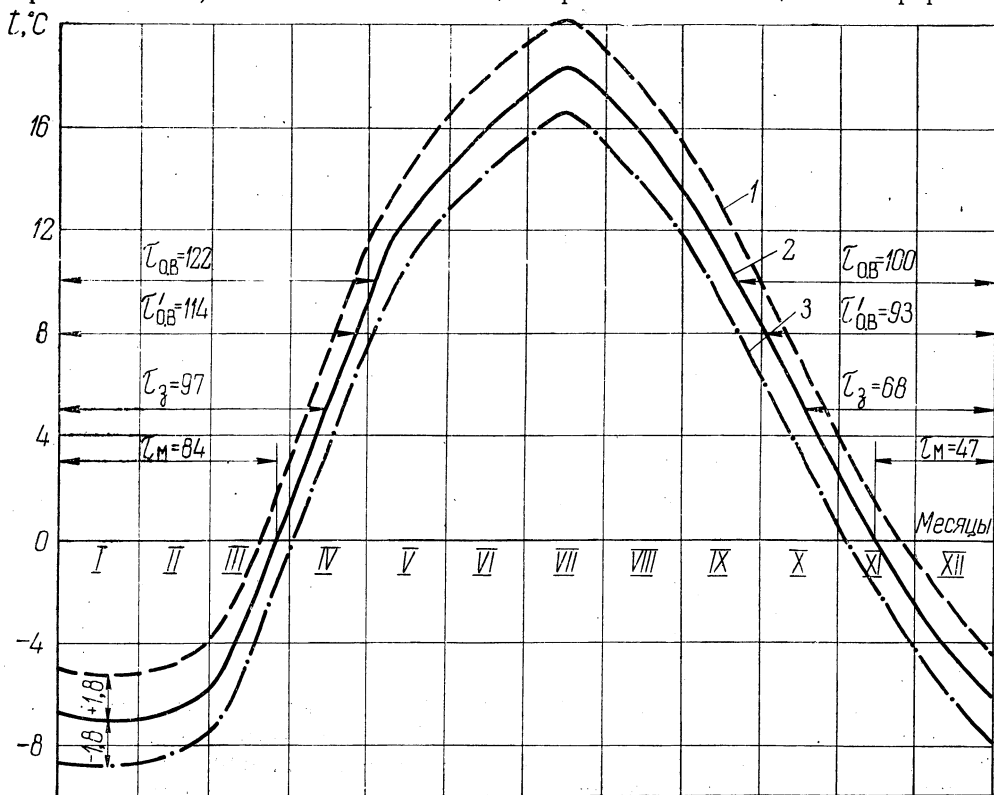


Рис. 1. Средняя температура воздуха г. Минска при равномерном в течение года похолодании и потеплении 5%-ной вероятности:

$\tau_{об}$ — продолжительность использования тепла при отоплении и вентиляции вспомогательных цехов и помещений; $\tau'_{об}$ — то же основных формовочно-тепловых цехов; $\tau_з$ — то же воздушно-тепловых завес; $\tau_м$ — то же на оттаивание и нагрев материалов для бетона изделий; 1 — холодный год; 2 — среднегодовой год; 3 — теплый год.

вочных, вспомогательных производств, административно-бытовых, воздушно-тепловые завесы производственных зданий, горячее водоснабжение, компенсацию тепловых потерь в сетях.

Расчеты проводились для завода с годовым производством сборного железобетона 52 тыс. м³ и климатическими условиями г. Минска с равномерными по году отклонениями 5%-ной вероятности как в сторону потепления, так и похолодания, а также, если все похолодание за год падает только на первый квартал. Температурные условия и продолжительность расчетных периодов приняты из температурного графика рис. 1.

Расчеты затрат тепла по видам теплоснабжения выполнены по обычным методам. Отклонения затрат тепла в процентах от среднегогодового приведены в табл. 3. Для г. Минска по статьям Q₃—Q₈ колебания затрат тепла достигают —26—+46%. В целом по заводу колебания находятся в пределах —4—+5%. Несколько большие отклонения в расчетных затратах тепла получены для условий Архангельска и Еревана.

Таблица 3

Статья расхода	Архангельск		Минск		Ереван	
	теплый	холодный	теплый	холодный	теплый	холодный
Q ₁	100	100	100	100	100	100
Q ₂	95	105	98	102	93	105
Q ₃	83	111	74	114	68	124
Q ₄	80	113	82	112	81	122
Q ₅	87	121	91	126	77	122
Q ₆	79	138	79	146	47	146
Q ₇	87	117	87	114	83	118
Q ₈	87	117	89	115	83	119
Q ₉	100	100	100	100	100	100
Q ₁₀	95	103	99	101	98	102

$\sum_{i=1}^{10} Q_i$	94	106	96	105	95	105
-----------------------	----	-----	----	-----	----	-----

Обозначения, принятые в таблице:

- Q₁ — тепловая обработка изделий в цехах;
- Q₂ — то же на полигонах;
- Q₃ — оттаивание и нагрев материалов;
- Q₄ — воздушно-тепловые завесы;
- Q₅ — вентиляция;
- Q₆ — дежурное отопление формовочно-тепловых цехов;
- Q₇ — отопление вспомогательных цехов;
- Q₈ — отопление административно-бытовых помещений;
- Q₉ — бытовые нужды;
- Q₁₀ — потери в сетях;

$\sum_{i=1}^{10} Q_i$ — суммарные годовые расходы.

Обращает на себя внимание тот факт, что не существует четкой связи между величинами колебаний отдельных статей и в целом по заводу. Например, по статье Q₅ (вентиляция) в теплый год отклонения больше для Архангельска, чем для Минска, а в холодный — наоборот. Такие на первый взгляд нелогичные связи обусловлены различиями в форме температурных кривых и сложной степенной зависимостью расходов тепла от температурных условий. Что касается отклонения затрат тепла в I квартале, то они могут быть больше годовых в 3—4,3 раза. Естественно, что за месяц и пятидневку колебания значительно больше.

Для других видов производства колебания затрат тепла в той или иной мере отличаются от производства сборного железобетона, что связано с различными задаваемыми расчетными перепадами температур и различиями удельных весов отдельных статей затрат.

На рис. 2 показано изменение годовых затрат тепла при различных отклонениях температуры для завода электромонтажных изделий по трем расчетным статьям: отоплению, вентиляции и воздушно-тепловым завесам, которые в общем расходе тепла по заводу составляют более 70%. Из рис. 2 следует, что отклонения существенны во всем диапазоне долговременных колебаний температуры.

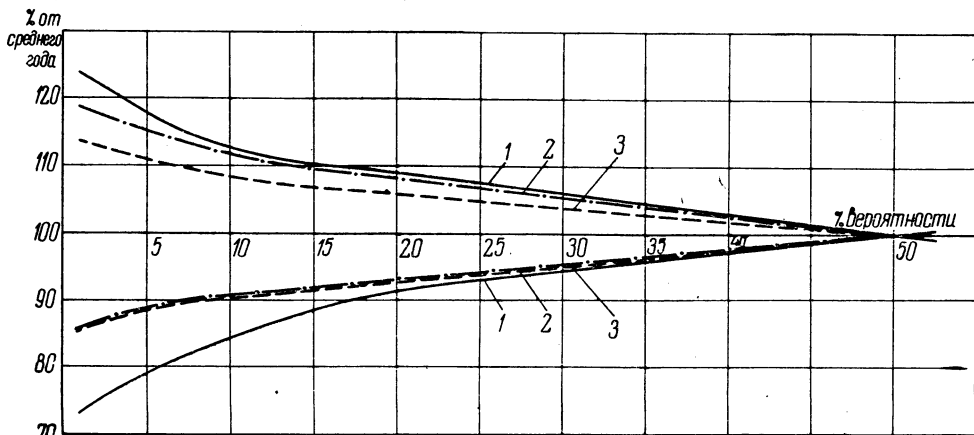


Рис. 2. Изменение годовых затрат тепла при различной вероятности похолодания (потепления) в процентах от среднего года на:

1 — воздушные завесы; 2 — вентиляцию; 3 — отопление.

Проведенный анализ показывает, что долговременные колебания температуры воздуха существенно влияют на расчетные расходы тепла по статьям, непосредственно зависимым от погодных условий. Учет колебаний затрат тепла необходим при назначении норм расхода тепла и определении качества эксплуатации теплового хозяйства многих предприятий. Значение учета объективно неизбежных колебаний затрат тепла возрастает по мере приближения фактических затрат тепла к расчетным.

Актуальность этого уже ощущается рядом производств, исчерпавших легкодоступные резервы экономии энергии. Представляется целесообразным продолжение исследований по учету влияния колебаний температуры на затраты и нормы тепловой энергии применительно к различным видам производства и процессов теплоснабжения.