

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫМИ ТЕПЛОВЫМИ НАСОСАМИ В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА



Александр Сулов

Сегодня тема тепловых насосов становится всё более популярной не только в профессиональной среде, но и в обществе в целом. Степень общественного интереса, безусловно, свидетельствует о том, что очертания надвигающихся энергетических проблем становятся осязаемыми уже на индивидуально-личностном уровне. Однако отсутствие пока практики квалифицированного анализа и опыта осознанного применения далеко не всегда позволяет опробовать интересующую новацию даже при возникновении необходимой готовности к эксперименту. Между тем суть предмета, как это часто бывает, лежит гораздо ближе, чем принято полагать. Например, сплит-система, способная работать на обогрев, в такой же степени является полноценным тепловым насосом, в какой её принято воспринимать в качестве кондиционера или холодильной машины. У нас же предпочитают использовать туманный термин «реверсивная» или на худой конец скажут «с функцией теплового насоса», как бы лишь частично и то как-то с неохотой, признавая за агрегатом его природное свойство. Заметим, что сам по себе термин «реверсивная» в данном случае мало что определяет, поскольку обязательно требует дополнительных пояснений. А «с

функцией...» говорят ни тогда когда хотят охарактеризовать объект через эту самую, присущую ему функцию, а как раз для того, чтобы подобной идентификации избежать. Поскольку продавцы современных сплит-систем рекомендуют замечательные свойства теплового насоса задействовать разве что *в периоды межсезонья*, данные о работоспособности на обогрев вплоть до $-20/25$ °C, придают этой рекомендации оттенок, по меньшей мере, *какой-то непоследовательности*. А явно неподдельный интерес к многообещающим преимуществам виртуальных тепловых насосов на фоне какого-то тусклого безразличия к возможностям реально имеющихся в нашем распоряжении и вовсе, создаёт ощущение *какой-то двойственности*.

Вот и оказывается, что основным объективным препятствием к тому, чтобы оборудование, которое создано как будто специально под наши климатические условия, использовать непосредственно по прямому назначению, является дефицит достоверной информации по этой теме. А между тем современная сплит-система – это не только в полной мере и *безо всяких двусмысленных оговорок* наиболее приспособленный для практического использования тепловой насос, но и *самый продвинутый* его вариант по совершенству потребительских качеств.

Журнал Шведского Общества Потребителей Råd & Rön регулярно публикует результаты тестирования сплит-систем, используемых для теплоснабжения, наиболее популярных в Скандинавии производителей. С последними данными по официально зафиксированной эффективности тепловых насосов, опубликованными в августовском выпуске 2006 г (TEST: LUFT-LUFTVÄRMEPUMPAR, Efterryck, helt eller delvis, är förbjudet, Råd & Rön augusti 06¹), можно ознакомиться в таблице 1.

Таблица 1

Наименования моделей сплит-систем		COP			
		7°C	2°C	-7°C	-15°C
1	Fujitsu AOY9LFBC	2,7	2,3	2,3	1,6
2	Hitachi RAK 25 NH4/RAC 25NH4	3,4	2,6	2,4	2,0
3	MHI SRK 35 ZD-S/SRC 35ZD-SA	3,1	2,8	2,6	2,1
4	Sanyo SAP-CRV93EHN	3,3	2,4	2,0	2,0
5	Toshiba RAS 10JKVP	3,2	2,6	2,4	2,3
6	Chofu Sereno	3,4	2,8	2,0	1,4
7	Mitsubishi Electric MSZ-FA25VAH-E1	3,3	2,9	2,5	2,0
8	Sanyo Sap-KRV123EH/SAP-CRV	3,0	2,4	2,4	2,2
9	Sharp/IVT Nordic Inverter	3,4	2,7	2,5	2,2
10	Sharp/IVT Nordic Inverter 09FR-N AY-XP9FR-N/AE-X9FR-N	3,3	2,8	2,5	2,1
11	Sharp/IVT Nordic Inverter 12FR-N	3,4	2,9	2,7	2,3
12	Panasonic E9EKEB	4,2	3,0	2,5	2,1
13	Sanyo SAP-KRV124EHDXN	3,3	2,8	2,5	2,2
14	Foma 5500 Inverter	2,5	2,0	1,8	1,6
15	Среднее значение коэффициента энергоэффективности COP	3,25 100%	2,64 81%	2,36 73%	2,01 62%

Здесь надо заметить, что все до одной выбранные для испытаний модели, протестированы для работы на обогрев до температуры не менее -20 °C, работают на R410A, оборудованы инверторами и имеют тепловую производительность, подходящую для теплоснабжения односемейных домов. Перспектива подобного применения не вызывает вопросов, поскольку, например, при -18 °C в воздухе остаётся примерно ещё 85% тепла, которое присутствует в нём при $+21$ °C. Из таблицы мы видим, что у большинства сплит-систем даже при температуре наружного воздуха -15 °C коэффициент *трансформации* или энергоэффективности *не менее 2*. Последнее обстоятельство свидетельствует о том, что современные сплит-системы великолепно подходят для теплоснабжения в условиях холодного климата и даже при такой низкой температуре *не менее чем в 2 раза экономичнее электроотопления*. По данным таблицы 1 можно легко выяснить ожидаемый среднесезонный за отопительный период

¹ http://www.radron.net/upload/tabeller/2006/060816_kompl_3_luftluftvarmepump.pdf

коэффициент энергоэффективности COP, присущий той или иной модели в том или ином климатическом регионе. Для качественного анализа этой перспективы в графе 15 приведены средние по выбранной группе оборудования показатели COP.

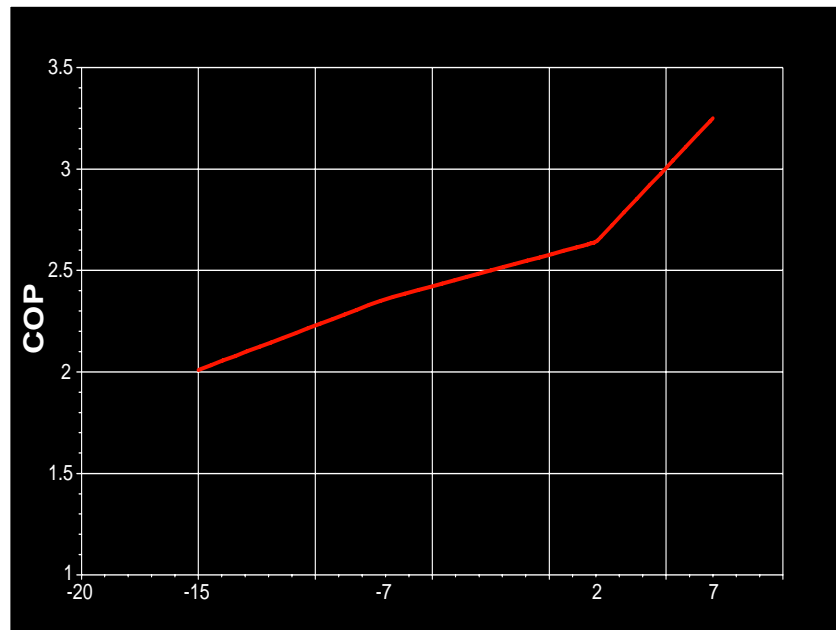


Рис. 1 Зависимость коэффициента энергоэффективности COP сплит-систем от температуры наружного воздуха

Поскольку значение COP зависит от температуры наружного воздуха, в течение отопительного периода оно меняется в диапазоне 2÷5 (рисунок 2). Естественно, на объектах сезонного проживания, преимущественно в период летнего полугодия, или говоря попросту – на даче справедливо рассчитывать на экономию, близкую к 5.

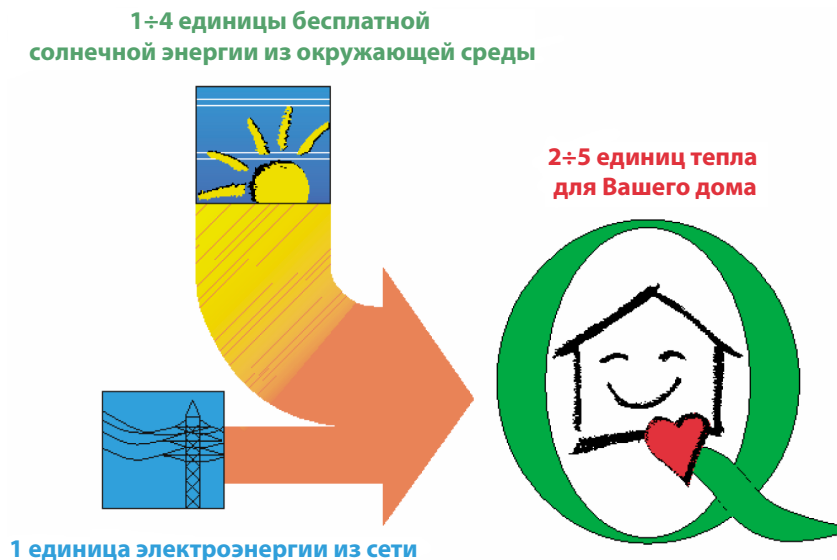
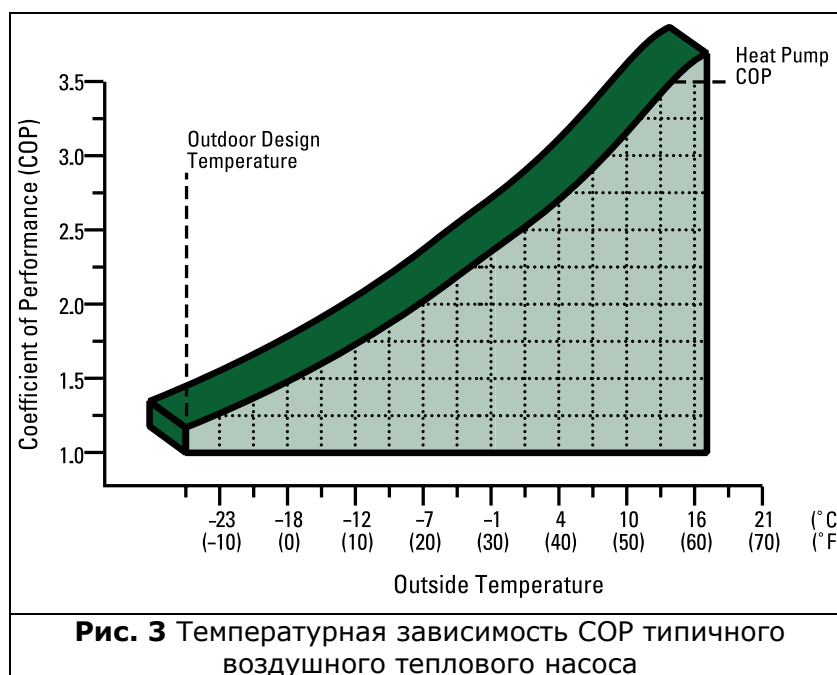


Рис. 2 Принцип действия теплового насоса

Согласно исследованию Heating and Cooling With a Heat Pump² Министерства Природных Ресурсов Канады температурная зависимость COP отнюдь не самого совершенного, а всего лишь только типичного воздушного теплового насоса выглядит так, как представлено на рисунке 3.

² <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/infosource/pub/home/heating-heat-pump/booklet.pdf>



Для тех, кто интересуется темой предметно, важно осознавать, что даже при температуре ниже нижних пределов эксплуатации, документально обозначенных производителями низкотемпературных сплит-систем, данный способ получения тепла всё равно будет *более продуктивным*, чем путём непосредственного преобразования электроэнергии.

В качестве номинального COP теплового насоса обычно подразумевают значение этого показателя при 7 °С, поэтому значения COP при более низких температурах можно выразить в процентах от номинального. Среднесезонным значением COP будет COP сплит-системы при средней за отопительный период температуре наружного воздуха. Эта температура и соответствующие среднесезонные значения COP сплит-систем для 11 российских городов-миллионников приведены в таблице 2.

Таблица 2

	Т _{от. пер.} , час	t _{ср} , °С	COP	%/COP _{ном}
Ростов н/Д	5750	+3,6	2.84	87
С. Петербург	7285	+2,0	2.64	81
Москва	7135	+1,5	2.62	80
Н.Новгород	7135	+0,1	2.58	79
Самара	6522	-1,1	2.54	78
Казань	7459	-1,4	2.53	78
Екатеринбург	7339	-1,5	2.53	78
Пермь	7459	-1,6	2.53	78
Уфа	7054	-1,8	2.52	78
Омск	7189	-3,7	2.46	76
Новосибирск	7295	-4,3	2.44	75

Из таблицы видно, что для России среднесезонный COP находится в районе 80% от того значения, которое официально прописано сплит-системе в качестве номинального и даже в Сибири имеются регионы, для которых в среднем за отопительный период мы можем рассчитывать на не менее чем $\frac{3}{4}$ экономии. При этом среднесезонное значение COP на уровне 2,44÷2,84 – отнюдь не максимальный, а *всего лишь усреднённый* показатель.

Насколько конкретно велика наша потребность в тепле и в какой степени для удовлетворения этой потребности полезны современные сплит-системы удобно показывать на рисунке 4, где изображены графики годового хода температуры воздуха в 11 российских городах-миллионниках.

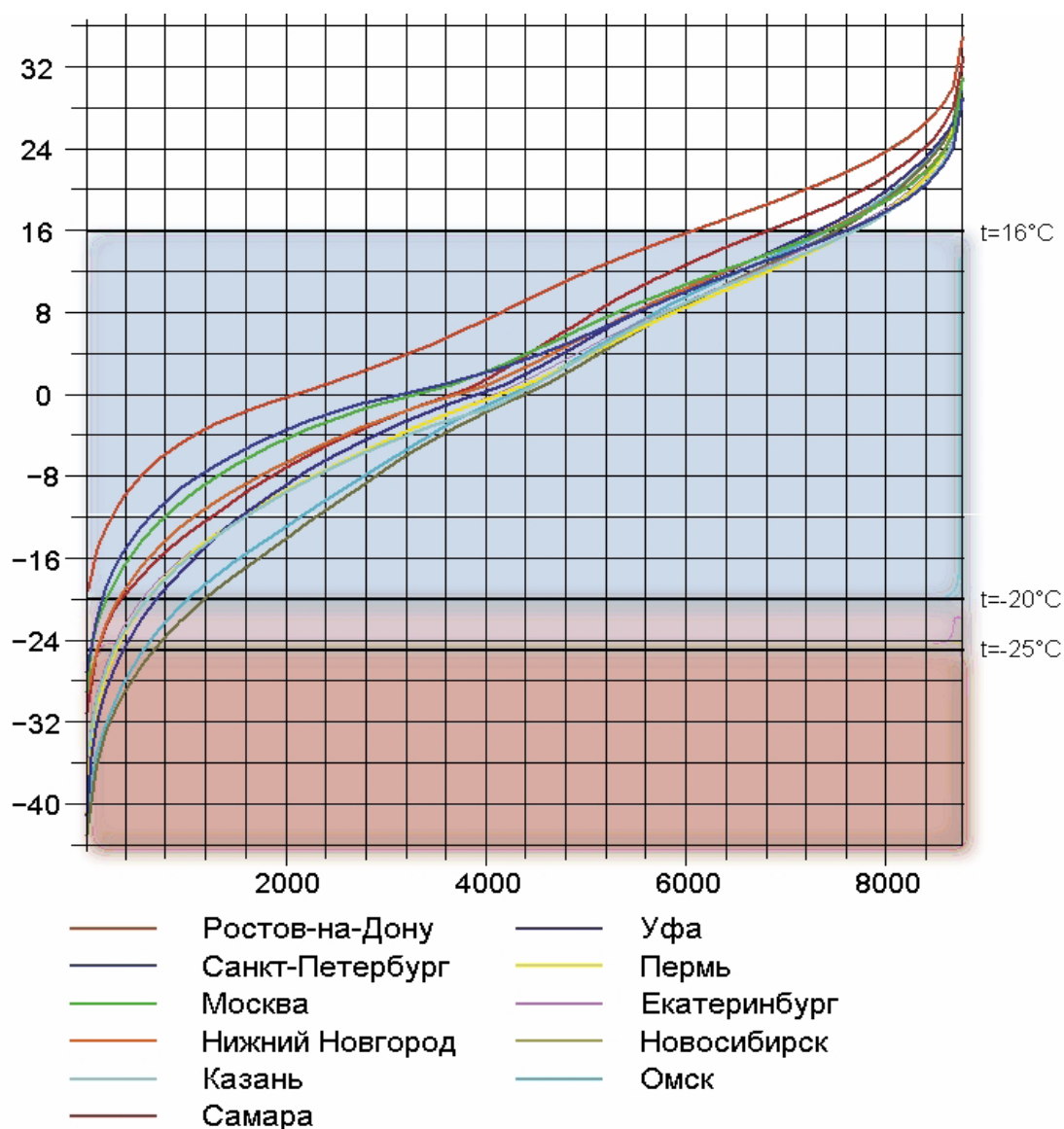


Рис. 4 Годовой ход температуры воздуха

Продолжительность отопительных периодов в том или ином городе ограничивает на каждом из графиков окрашенная область под изотермой 16 °С. При этом бирюзовый цвет характеризует для каждого города период, в течение которого для отопления достаточно одной только сплит-системы. Розовый и красный – периоды, когда, в зависимости от температурного уровня, на который рассчитана та или иная сплит-система, будет необходим догрев дополнительным источником тепла. Если потребность в тепле – одна из первоначально важных человеческих потребностей, то *надёжность теплоснабжения*, несомненно – одно из существенно значимых требований для существования в условиях холодного климата. Соблюдение этого требования – безоговорочно и становится сегодня самым необходимым и самым востребованным качеством современного индивидуального жилья. Наиболее очевидный способ практической реализации этого требования состоит в привлечении к теплоснабжению резервного источника тепла. О том, как работает комбинированная система отопления с двумя источниками тепла показано на рисунке 5.

На графике видно, что максимальная потребность объекта в тепле имеет место лишь несколько дней в году, а в течение приблизительно 90% отопительного периода потребность в тепле не превышает 50÷60% максимальной.



Рис. 5 Совместная работа сплит-системы и дополнительного источника тепла

Обычно мощность источника тепла для теплоснабжения подбирают из условия покрытия максимальной отопительной нагрузки объекта в наиболее холодный период года. Но поскольку в этот период тепловая производительность сплит-системы минимальна, при её подборе имеет смысл использовать более прагматичную тактику. Сплит-система подбирается таким образом, чтобы обеспечивать не максимальную, а основную – базовую отопительную нагрузку, а для пиковой нагрузки – в относительно кратковременные моменты отопительного периода предусматривается дополнительный источник тепла. Такое распределение соответствует максимальной надёжности теплоснабжения. Штриховая линия характеризует работу такой сплит-системы, которая теоретически могла бы полностью удовлетворять потребность объекта в тепле. Из графика видно, что тепловая мощность такой сплит-системы должна быть примерно в два раза большей, что явно не рационально.

Такая комбинированная система отопления используется не только при отоплении сплит-системами, а со всеми существующими типами тепловых насосов и с любыми подходящими по ситуации в качестве дополнительных источниками тепла. Но поскольку сплит-системы в первую очередь ориентированы на воздушное отопление, естественно, что для совместной работы предпочтителен дополнительный источник с этим же типом тепловой эмиссии. А так как неперенным атрибутом загородного жилья является печь, которая, в том или ином варианте предусматривается на любом оборудуемом объекте как средство дополнительного комфорта, получается, что система отопления организуется только за счёт установки самих сплит-систем. Редкий случай, когда стремление к дополнительному комфорту железно обосновано необходимостью выполнения насколько ответственной настолько же и привлекательной задачи.

При использовании резервного источника тепла только в наиболее холодные периоды электроэнергии для подключения и эксплуатации сплит-системы потребуется в три раза меньше, чем необходимо электродкотлу и минимум на порядок – топлива для резервного источника тепла.

