

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫМИ ТЕПЛОВЫМИ НАСОСАМИ В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА



**Александр Сулов**  
[s\\_solar@mail.ru](mailto:s_solar@mail.ru)  
тел:8-909-901-6041

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  $-20/25$  °С, 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 06<sup>1</sup>), можно ознакомиться в таблице 1.

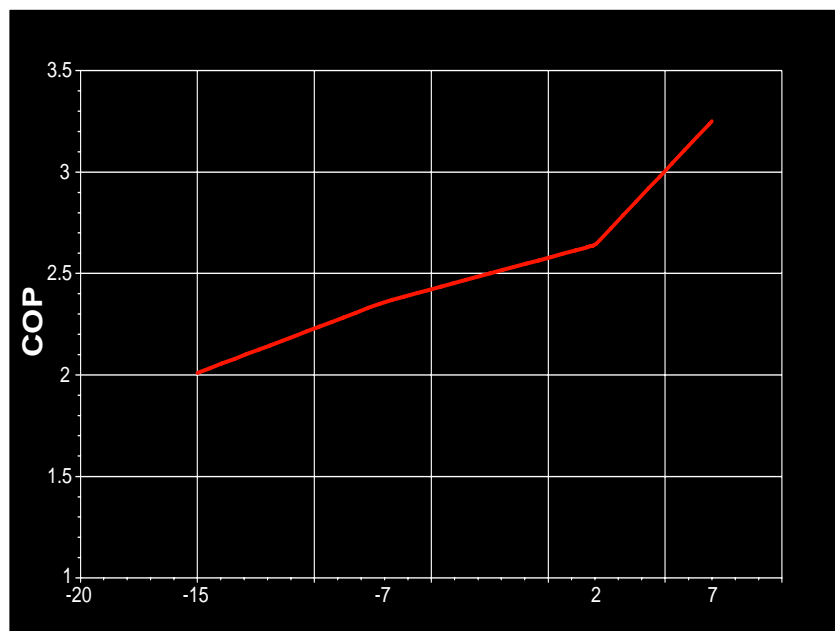
Таблица 1

| 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 | <b>3,25</b><br>100% | 2,64<br>81% | 2,36<br>73% | 2,01<br>62% |

Здесь надо заметить, что все до одной выбранные для испытаний модели, протестированы для работы на обогрев до температуры не менее  $-20$  °С, работают на R410A, оборудованы инверторами и имеют тепловую производительность, подходящую для теплоснабжения односемейных домов. Перспектива подобного применения не вызывает вопросов, поскольку, например, при  $-18$  °С в воздухе остаётся примерно ещё 85% тепла, которое присутствует в нём при  $+21$  °С. Из таблицы мы видим, что у большинства сплит-систем даже при температуре наружного воздуха  $-15$  °С 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

<sup>1</sup> [http://www.radron.net/upload/tabeller/2006/060816\\_kompl\\_3\\_luftluftvarmepump.pdf](http://www.radron.net/upload/tabeller/2006/060816_kompl_3_luftluftvarmepump.pdf)

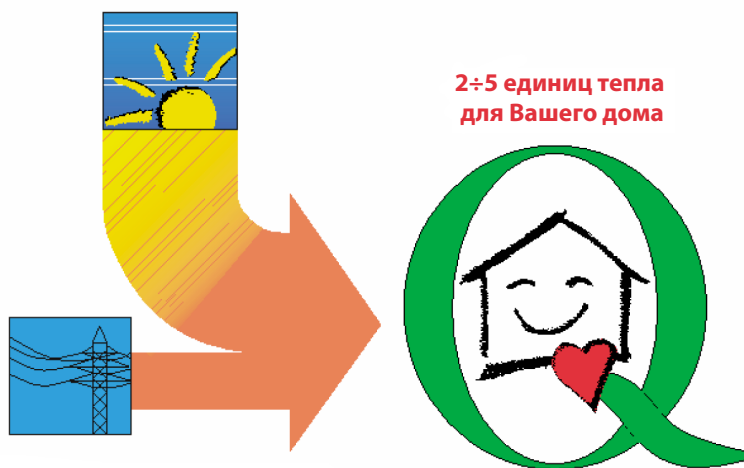
коэффициент энергоэффективности COP, присущий той или иной модели в том или ином климатическом регионе. Для качественного анализа этой перспективы в графе 15 приведены средние по выбранной группе оборудования показатели COP.



**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.

1÷4 единицы бесплатной  
солнечной энергии из окружающей среды

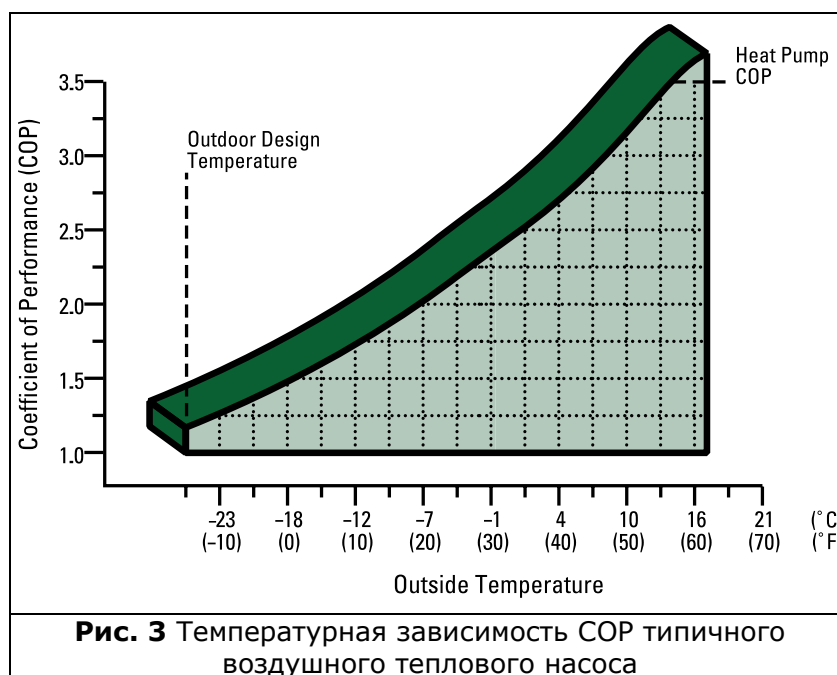


1 единица электроэнергии из сети

**Рис. 2** Принцип действия теплового насоса

Согласно исследованию Heating and Cooling With a Heat Pump<sup>2</sup> 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.

<sup>2</sup> <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.

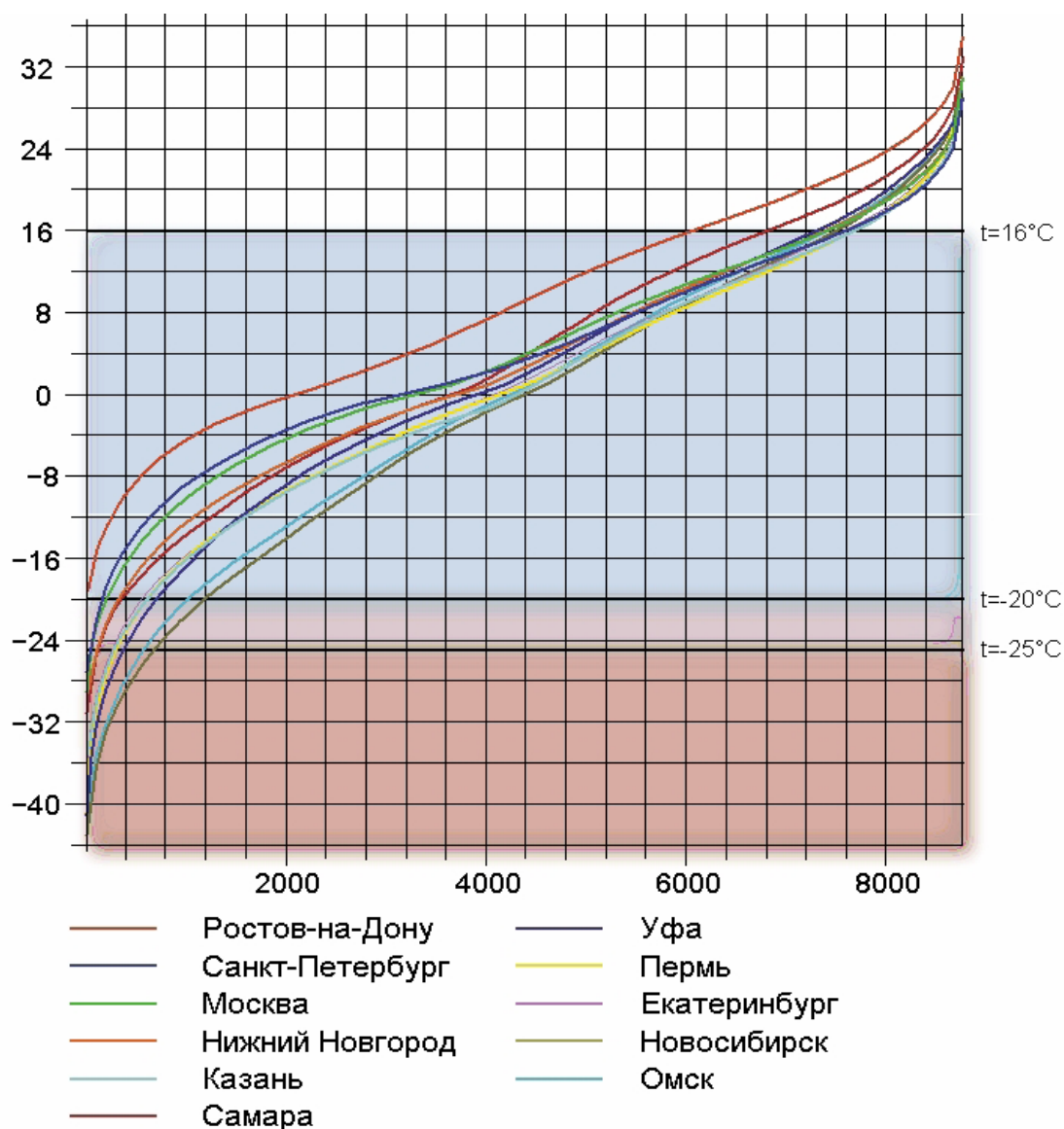
В качестве номинального COP теплового насоса обычно подразумевают значение этого показателя при 7 °С, поэтому значения COP при более низких температурах можно выразить в процентах от номинального. Среднесезонным значением COP будет COP сплит-системы при средней за отопительный период температуре наружного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

Таблица 2

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

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 несколько 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.

