

Специфика Российского рынка тепловых насосов ...и перспективы его дальнейшего развития

А.В. Суслов

Вопреки оптимизму некоторых аналитиков в отношении перспективы использования тепловых насосов в России, пока в этом вопросе мы находимся едва ли не на самом последнем месте в мире. К примеру, от Эстонии по инвестициям в тепловые насосы на душу населения мы отстаём более чем в 200 раз. Так, в 2008 году в Эстонии тепловых насосов было установлено на сумму более чем 30 млн. евро (1), а в России с населением в 100 раз больше в 2010 году эти инвестиции оцениваются лишь на уровне 15-16 млн. евро (2).

Сам факт такого отставания заметен и без приведённой выше статистики, поэтому бесчисленные попытки поиска причин данной ситуации стали сегодня едва ли не самым популярным жанром публикаций о тепловых насосах. Причиной же, как, кстати, и следствием столь неиссякаемой популярности жанра является то, что бесспорно объективных обоснований столь потрясающей разницы так до сих пор и не выявлено. Существующий уровень использования тепловых насосов в России это не более чем элементарное прозябание на как нельзя более актуальном сегодня направлении и вряд ли кого может устраивать, но похоже, что без выяснения указанных причин рассчитывать на изменение ситуации не приходится.

Поскольку ситуация повсеместна и практически идентична, все подобные исследования объединяет то, что причина, препятствующая использованию тепловых насосов, изначально предполагается *объективной* и *разумеется - всеобъемлющей*. В исследованиях, которые можно встретить в рунете, это, например: доступность традиционных энергоносителей, несовершенство действующего законодательства, отсутствие благоприятной конъюнктуры, климатические особенности и т.д. На неофициальном же уровне могут обсуждаться: национальный менталитет, общественные традиции, социальные условности и какие угодно внутренние предпочтения, противоречия или корпоративные интересы. Между тем специфика России такова, что какие бы из вышеперечисленных аргументов нам не показались наиболее актуальными для страны и государства в целом, всегда отыщется ситуация, в которой справедливы будут *прямо противоположные доводы*, что неизбежно обуславливает и *прямо противоположные выводы*. Но главное, что в чём бы ни состояли выводы подобных исследований, они не могут служить основой для внятных стратегических рекомендаций, в принципе, поскольку опираются на аргументы, имеющие характер *обстоятельств непреодолимой силы* и максимум что позволяют - ждать и надеяться на изменение ситуации в будущем.

Истинное же объяснение причин столь фатального отсутствия интереса к тепловым насосам в России лежит на поверхности, всем очевидно, аб-

солютно бесспорно и не подлежит ни малейшему сомнению.





Объяснение это состоит в том, что в России использование тепловых насосов прочно укоренилось в общественном сознании в качестве самого дорогого из всех мыслимых вариантов теплоснабжения, на окупаемость которого можно рассчитывать в настолько отдалённой перспективе, что вдохновить это может только самых самоотверженных энтузиастов.

Если исходить из этого суждения буквально, мы получаем возможность из области не зависящих от нас обстоятельств перейти в сферу задач *прикладного маркетинга*. Чтобы оценить правомерность сложившегося общественного мнения и понять причины его формирования, воспользуемся таблицей 1.

Помимо основных типов тепловых насосов, в зависимости от источников тепла, здесь приведены объективная оценка их эффективности и субъективное восприятие большинством потенциальных потребителей величины необходимых капитальных затрат. Из таблицы 1 видно, что обсуждать можно все четыре варианта. *Общественная же оценка, коль скоро она такова как приведено выше, касается исключительно максимально эффективных - грунтовых тепловых насосов (ГТН)*, для которых капитальные затраты, к сожалению, также максимально высоки. Поскольку такой *максимализм в конечном итоге и приводит нас к патовой ситуации*, важно понять, насколько объективно обосновано стремление к подобному максимализму и каким образом оно формируется.

До недавнего времени считалось, что источником низкопотенциального тепла для теплоснабжения тепловыми насосами на территории России может быть только грунт. Так, в сущности, и было на самом деле. Недавно же было установлено, что для этой цели вполне подходит и воздух (3), если в качестве тепловых насосов использовать современные *низкотемпературные воздушные тепловые насосы (НВТН)*. При этом капитальные затраты на установку ГТН превышают капитальные затраты на установку НВТН в несколько раз, а вот эффективность первых превышает эффективность вторых максимум на 10-15% (4). Поэтому выбор в пользу ГТН - самого дорогого по капитальным затратам из возможных вариантов без соответствующего выигрыша при последующей эксплуатации возможен только в случае если этот вариант воспринимается покупателем как *единственно возможный*. Отмеченный же выше максимализм диктуется исключительно недостаточной осведомлённостью потенциальных потребителей. Ещё больше усугубляет ситуацию структурная специфика, успевшая наметиться на российском рынке.

Таблица 1. Основные типы тепловых насосов и их объективные и субъективные потребительские характеристики

Источник тепла	Типы тепловых насосов	Эффективность	Капитальные затраты
Грунт	 Вертикальный зонд	максимальная	огромные
	 Горизонтальный коллектор	высокая	значительные
Воздух	 Наружный воздух-вода	средняя	допустимые
	 Наружный воздух-воздух	приемлемая	предпочтительные

Срок окупаемости тепловых насосов зависит не только от типа энергоносителя, по отношению к которому он рассчитывается (газу, электроэнергии, твёрдому или жидкому топливу), но и от масштаба объекта. Так, по данным Финской Ассоциации Тепловых Насосов – *SULPU*, срок окупаемости ГТН для финского домика $110-120 \text{ м}^2$ составляет *10-15 лет* (5). В британском же источнике (6) говорится, что ГТН для дома площадью $130-170 \text{ м}^2$ окупится через *27 лет*. В исследовании (7), проведённом в США, приводятся сроки окупаемости ГТН реально существующих объектов. Для *27 односемейных домов* сроки окупаемости ГТН варьируются в пределах от *1,4 до 24,1 года*, а для *17 крупных коммерческих объектов* – от *1,3 до 4,7 лет*, соответственно. В итоге было установлено, что ГТН для крупных коммерческих объектов окупаются как минимум в *2 раза быстрее*, чем для бытовых.

Если, согласно действующей классификации, бытовыми считаются объекты с ГТН тепловой мощностью от *5 до 20 кВт*, то крупными – объекты с ГТН мощностью от *50-60 кВт до нескольких МВт*. На сокращение сроков окупаемости крупных ГТН дополнительно влияет и то, что, помимо теплоснабжения, они обязательно используются для центрального кондиционирования, а поэтому их геотермальные контуры используются для сезонного аккумулирования тепла *Underground Thermal Energy Storage (UTES)*. Это позволяет достичь окупаемости крупных ГТН в пределах *4-6 лет*. Об опыте или планах возведения таких ГТН в России до сих пор ничего не сообщалось.

Чтобы рассчитывать на приемлемый срок окупаемости ГТН в России – при отсутствии государственной поддержки, их целесообразно устанавливать

исключительно на крупных коммерческих объектах. Однако, согласно исследованию (8), российский рынок тепловых насосов основан именно на бытовых ГТН - 15-30 кВт, что подразумевает самые длительные сроки окупаемости.

Сегодня известно, что современные НВТН имеют все необходимые качества для эффективного использования их во многих ситуациях вместо более дорогих в установке ГТН. Подробное обоснование этого, соответствующие статистике и масштабы процесса иллюстрируют фактические данные из приведённых выше источников (1...4). На фоне этих данных, обобщённых в компиляции (9), появившейся в самом конце 2010 года, официально зафиксировано то, что в отличие от рынков Северной Европы рынок тепловых насосов в России до сих пор представлен исключительно ГТН.

Таким образом, специфика российского рынка тепловых насосов в том, что он представлен исключительно максимально дорогими – ГТН, причём наиболее медленно окупаемой – бытовой категории. При отсутствии государственной поддержки это уже обеспечивает самые жёсткие условия для окупаемости по сравнению с любыми из возможных.

Если учесть не самый высокий уровень тарифов на традиционные энергоносители, в пользу использования тепловых насосов вообще не остаётся ни одного рационального аргумента. Так что все необходимые причины, чтобы оправдывать негативное восприятие и поддерживать соответствующее общественное отношение к тепловым насосам – налицо.

Казалось бы, понимание специфики ситуации позволит и повлиять на её изменение. Поскольку рассчитывать на участие Государства пока не приходится, а работа над крупными проектами требует мобилизации значительных сил и времени, понятно, что воздействовать на ситуацию проще всего можно посредством объективного позиционирования НВТН. Однако и здесь не обошлось без своеобразной специфики.

Анализ зарубежного опыта позволяет установить, что в Северной Европе наибольшей популярностью сегодня пользуются НВТН двух типов: воздух-вода и воздух-воздух, причём доля первых в общей структуре рынка составляет примерно 20 % (2). НВТН воздух-вода присутствуют в ассортименте практически всех российских специализированных теплонасосных фирм и уже некоторых климатических. Специфика же приобретения этих НВТН в том, что в теплонасосных фирмах вам, скорее всего, предложат не мелочиться, а сразу установить ГТН, которые в этих фирмах, разумеется, также имеются в наличии. А вот в климатических фирмах – наоборот, могут посоветовать не горячиться и вместо теплового насоса поставить котёл, которыми многие климатические фирмы бывает, что и не занимаются. Хотя сегодня НВТН воздух-вода представлены на российском рынке уже достаточно широко многими поставщиками, ни заметной инициативы по их продвижению, ни соответственно, ответного потребительского интереса к этим тепловым насосам пока не зафиксировано. Все НВТН воздух-вода оборудованы вспомогательными электронагревате-

лями и хотя большинство из них позиционированы для работы до -20 или до -25°C, работать они будут при любой наружной температуре. Но если здесь всё более-менее понятно, то вот с НВТН воздух-воздух дело обстоит сложнее. Здесь нас ожидает ещё более неожиданная специфика.

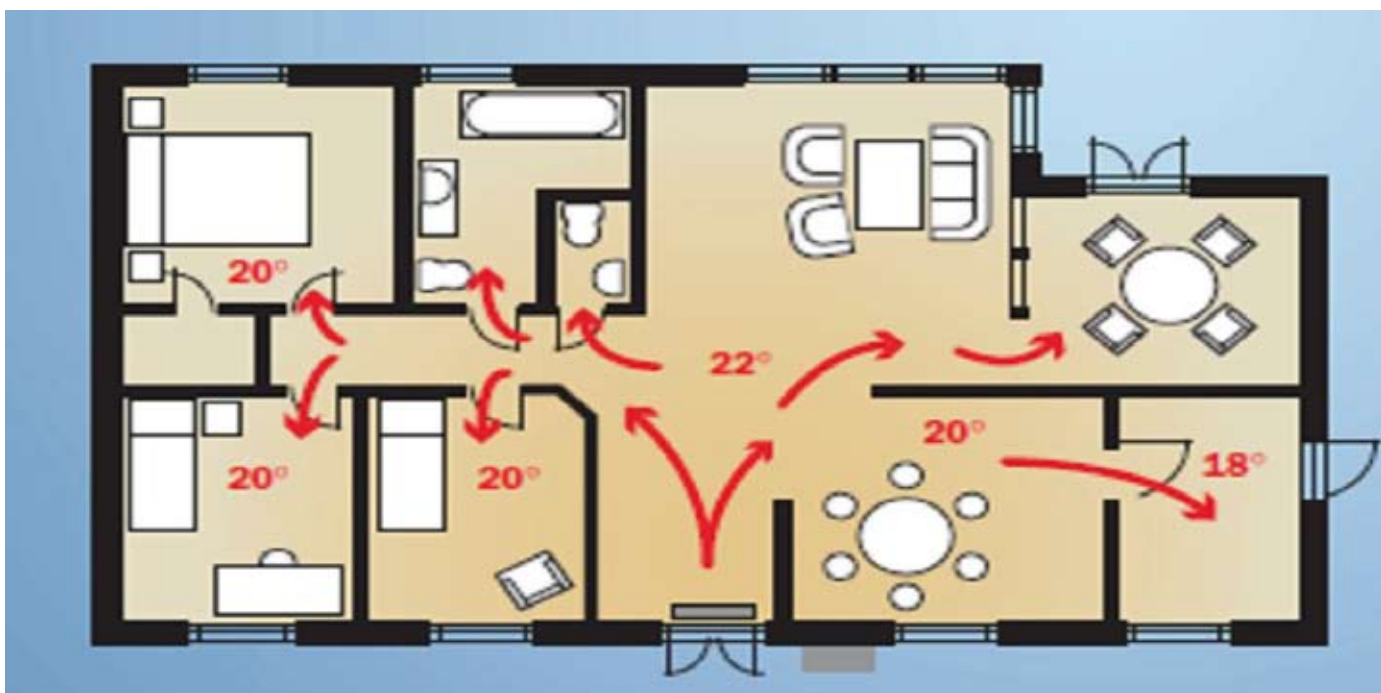
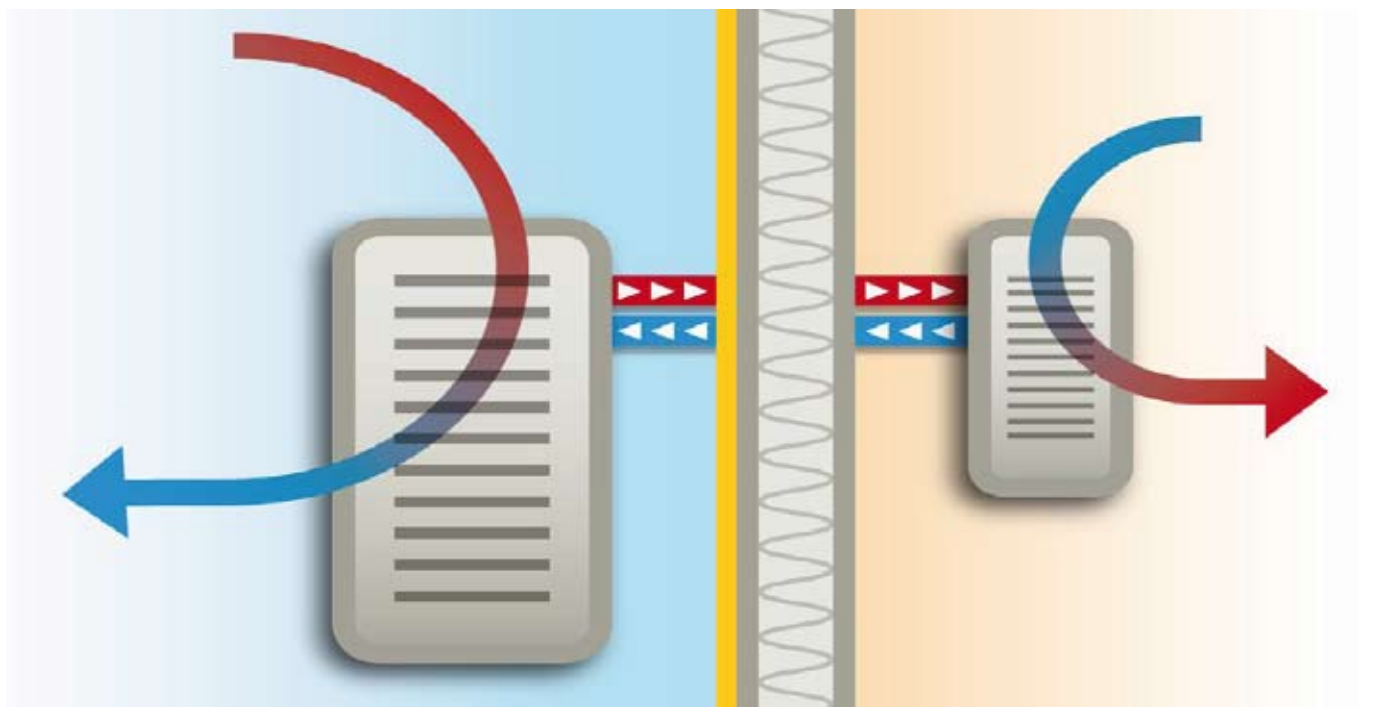
НВТН воздух-воздух являются сегодня, пожалуй, самыми загадочными субъектами на российском климатическом рынке. Поскольку внешне они практически ничем не отличаются от обычных сплит-систем, работающих на обогрев только при умеренных наружных температурах, в большинстве климатических фирм, где эти НВТН уже появились, они почему-то называются кондиционерами. Поскольку отопительные возможности сплит-систем, которые и в самом деле до этого позиционировались у нас только в качестве кондиционеров, ранее всерьёз никогда не обсуждались, возникло ощущение, что НВТН воздух-воздух, по-видимому, должны представлять собой нечто принципиально иное.

Очевидно, вследствие убеждённости, что НВТН воздух-воздух должны и выглядеть принципиально как-то иначе, чем обычные сплит-системы, они оказались на как бы полулегальном положении. Формально НВТН воздух-воздух, пригодные для теплоснабжения в России, есть практически у всех заметных производителей и появились уже у многих российских поставщиков. Фактически же – большинство из тех, у кого эти НВТН-призраки уже имеются в наличии, информировать потенциальных потребителей об их существовании не торопятся.

Преодолеть условности, связанные с подобным рода спецификой толкований, позволяет недавно проведённое исследование (10), из которого следует, что в качестве НВТН воздух-воздух, подходящих для теплоснабжения в России, можно рассматривать все современные сплит-системы, позиционированные для работы на тепло при наружной температуре до минус 15°C и ниже.

Сегодня на российском рынке ориентировочная стоимость НВТН воздух-вода премиум-класса начинается от 750 евро/кВт. Наиболее распространённый тип НВТН воздух-воздух с наиболее привлекательной удельной стоимостью начиная, примерно от 250 евро/кВт, позволяет ориентироваться на минимальный срок окупаемости. Стоит ли говорить о том, что именно НВТН воздух-воздух это и есть тот самый – наиболее предпочтительный по совокупности потребительских свойств вариант теплового насоса?

Однако если усилий по продвижению НВТН воздух-вода просто не заметно, то о существовании НВТН воздух-воздух потенциальным потребителям не известно вообще ничего. Показательным является то, что любой поисковик в рунете на запрос: «воздух-воздух» приводит ссылки только в словосочетании со словом «ракеты». Это позволяет думать, что положить начало изменению ситуации можно, если просто начать называть вещи своими именами. Пока же для потенциального потребителя понятия «НВТН» практически не существует, а с понятием «тепловые насосы» он ассоциирует только наиболее дорогие и наиболее долго окупающиеся



НВТН воздух-воздух: принцип действия и способ функционирования

ГТН, а отсюда – и соответствующие общественное восприятие, и рейтинг России в этом вопросе.

Таким образом, для инициирования развития российского рынка тепловых насосов необходимо просто объективное позиционирование НВТН в сознании потенциальных потребителей.

Приступая к освоению новой и чрезвычайно актуальной для нас темы, принципиально важен максимально выверенный подход к оценке целесообразности распределения усилий в то или иное стратегическое направление. После итак непо-

мерно долго затянувшегося отсутствия на рынке возобновляемой энергетики Россия получила все шансы и должна действовать так, чтобы обойти все те грабли, которые в своё время вынуждены были преодолевать многие из сегодняшних лидеров процесса. Поэтому положительным примером для нас должны стать не столько страны – сегодняшние лидеры, а в большей степени страны, относительно недавно приступившие к активному использованию тепловых насосов, но успевшие достичь заметного успеха.

Наиболее наглядным положительным примером здесь, безусловно, можно считать Норвегию – последнюю из скандинавских стран, приступившую к

активному освоению тепловых насосов. Норвегия, наиболее холодная из скандинавских стран расположена между 58 и 71° с. ш. В таблице 2 приведены удельные расходы тепла на теплоснабжение одного жителя Скандинавии и тарифы на электроэнергию в этих странах. Разница тарифов для промышленных и бытовых потребителей призвана стимулировать последних к использованию возобновляемых источников энергии.

Основным энергоносителем для теплоснабжения в Норвегии является электроэнергия, 99% которой производится малыми ГЭС. В 2007 году на каждого жителя Норвегии было произведено 24 997 киловатт-часов электроэнергии, что стало абсолютным мировым рекордом и обеспечило мировое лидерство по уровню жизни^{а)} (11). Как и у России, значительная часть бюджета Норвегии формируется экспортом углеводородов, которые для получения электроэнергии не используются. По экспорту газа и электроэнергии, а также по выработке ги-

дроэлектроэнергии Норвегия в мировых рейтингах следует непосредственно за Россией – таблица 3.

Несмотря на столь благоприятную ситуацию, как с природными энергоносителями - углеводородами, так и возобновляемым - гидроэлектроэнергией, ресурс, которого также в конечном итоге ограничен, Норвегия менее чем за 10 лет грамотно спланированной инвестиционной политики сумела завоевать лидирующие позиции в области использования неограниченных запасов возобновляемой энергии - тепловых насосов.

Поскольку низкие тарифы на энергоносители подразумевают длительные сроки окупаемости инвестиций в энергосбережение, в Норвегии интерес к тепловым насосам стал появляться относительно недавно. Поэтому вполне естественно и закономерно то, что в первую очередь в Норвегии стали использоваться наиболее дешёвые в установке воздушные тепловые насосы – рисунок 1.

Таблица 2. Удельные расходы тепла и тарифы на электроэнергию в скандинавских странах

Страна	Ежегодный расход тепла на обогрев 1 жителя, кВт·час	Тарифы на электроэнергию в 2009 году, USD/кВт·час	
		для бытовых потребителей	в промышленном секторе
Норвегия	9932	0,1373	0,0587
Финляндия	9865	0,1737	0,0974
Швеция	9663	0,1940	0,0827
Дания	9396	0,3655	0,1106

Таблица 3. Мировые рейтинги России и Норвегии в 2010 году[®] IEA

Страна	Газ		Электроэнергия		Гидроэлектроэнергия	
	№ п/п	Экспорт газа	№ п/п	Экспорт э/э	№ п/п	Выработка г/э
РФ	1	140 млрд. м ³	5	18 ТВт*час ^{б)}	7	167 ТВт*час
Норвегия	2	100 млрд. м ³	6	14 ТВт*час	8	141 ТВт*час

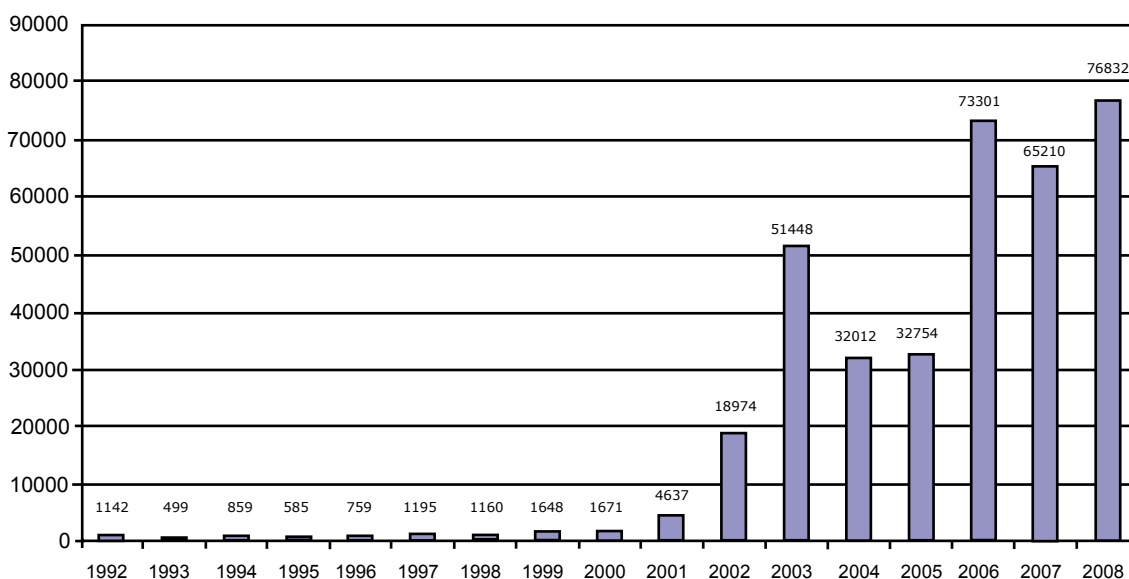


Рис. 1 Динамика норвежского рынка тепловых насосов воздух-воздух[®] NOVAP

а) – в России в 2007 г. этот показатель был 6 338 кВт·час/чел.

б) - ТВт·час – тераватт-час = 10¹² Ватт-час или 1 млрд кВт·час.

Появление к началу нынешнего тысячелетия НВТН заметно оживило процесс, а стремление к преобладанию этой категории в общей структуре норвежского рынка стало с тех пор традиционным. В таблице 4 приведена статистика падения спроса на ГТН.

На рисунке 2 (12) сопоставлены динамика рынка тепловых насосов Норвегии и динамика рынка европейского лидера в использовании тепловых насосов - Швеции. Широкое использование НВТН позволило Норвегии обеспечить европейское лидерство по этому показателю, а по абсолютным показателям - легко догнать Швецию с населением более чем в два раза большим.

Субсидии на установку тепловых насосов в Норвегии являются прерогативой местных властей, поощряющих в первую очередь установку высокоэффективного оборудования. Например, в коммуне Осло (13) для получения муниципального гранта на установку *НВТН воздух-воздух* в размере 300 NOK/штуку, необходимо, чтобы:

- тепловой насос должен быть инверторным;
- хладагентом теплового насоса должен быть R410A;
- тепловой насос должен быть установлен сертифицированными монтажниками.

Грант на установку НВТН воздух-вода начисляется на основании расчёта ожидаемой экономии энергии, предоставляемого дилером.

Таблица 4. Доля ГТН на норвежском рынке в 2000-х годах, _{NOVAP}

Годы	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Продано								
ГТН, шт.	1073	1683	2445	2111	1494	2327	2492	3222
Всего ТН, шт.	6340	21300	55100	35390	35407	78532	71941	84712
Доля ГТН, %	16,9	7,9	4,4	6,0	4,2	3,0	3,5	3,8

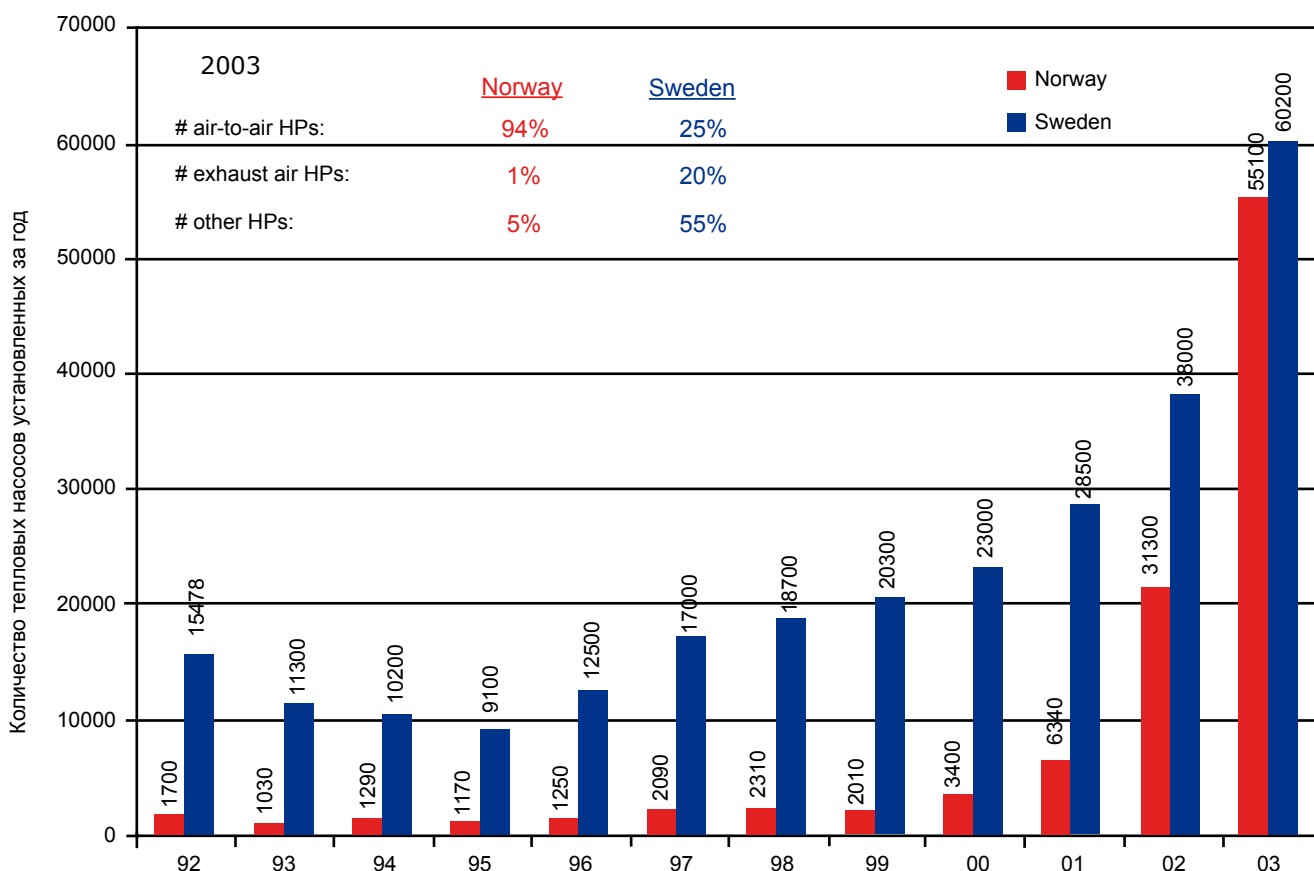


Рисунок 2. Данные Ассоциаций Тепловых Насосов Норвегии и Швеции

Сегодня очевидно, что в Северной Европе доля ГТН уменьшается – в Швеции в 2008 году она составляла уже 19 % (1). Логическим пределом процесса станет, по-видимому, соотношение, отвечающее общественной потребности текущего момента в крупных ГТН. К примеру, в США к 2009 ГТН строилось чуть больше 2 % (14). Трудно переоценить актуальность крупных ГТН и те поистине грандиозные перспективы, которые открываются перед ними в России. Для каждой страны здесь, очевидно, речь может идти о различных значениях, но вполне вероятно, что в случае Северных Стран это соотношение может оказаться на уровне Норвегии.

В 2008 году доля ГТН на норвежском рынке составляла около 4 %, но как бы скромно не выглядел этот показатель, за ним стоят достижения, заслуживающие безусловного внимания. Первый ГТН в Норвегии был установлен в 1978 году. Пробуждение общественного интереса к тепловым насосам, инициированное появлением НВТН, послужило в

2003 году началу правительственных акций, ожививших норвежский рынок ГТН – рисунок 3.

К 2010 году в стране с населением около пяти миллионов человек (в 2009 г. - 4,827 млн) насчитывается уже примерно 26 000 ГТН. Из них около 350 - крупные и очень крупные ГТН на коммерческих общественных объектах и многоквартирных жилых домах (15). В таблице 5 приведён рейтинг стран – лидеров в использовании ГТН (16).

Согласно этому рейтингу Норвегия – на четвёртом месте в мире по суммарной установленной тепловой мощности ГТН и по использованию геотермального тепла. Вклад ГТН 7,0 ТВт•час/год заметен даже на фоне рекордной выработки гидроэлектроэнергии (141 ТВт•час – табл. 3).

В таблице 6 приведены наиболее крупные норвежские системы ГТН, из которых две самые крупные – крупнейшие в Европе.

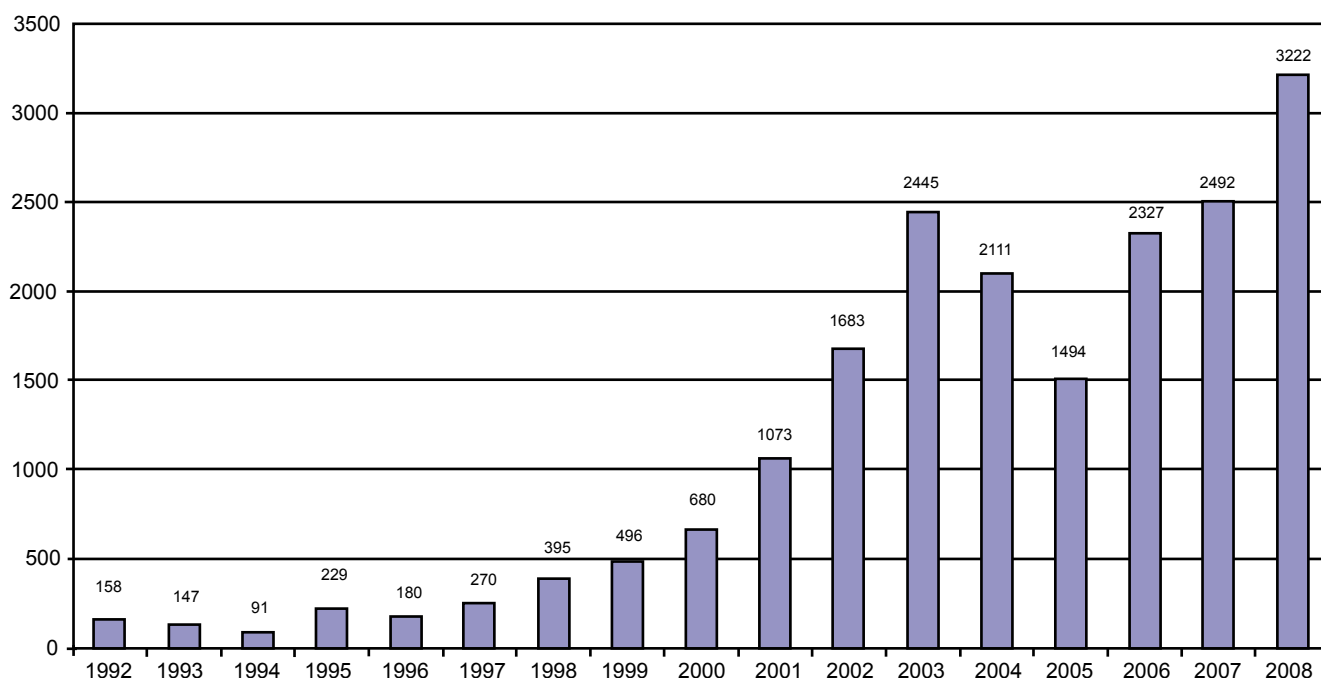


Рис. 3 Динамика норвежского рынка ГТН. 2003 год – субсидии ©NOVAP

Таблица 5. Использование ГТН в мире

Страна	Суммарная тепловая мощность ГТН, МВт	Годовое производство тепла, ГВт•час ^{с)} /год
США	12000	13200
Китай	5210	8060
Швеция	4460	12580
Норвегия	3300	7000
Германия	2230	2880
Нидерланды	1394	2890
Канада	1111	2360
Швейцария	1017	1830
Франция	1000	2800

с) - ГВт•час – гигавайт-час - 10⁹ Ватт•час = 1 млн кВт•час

Таблица 6. Наиболее крупные норвежские ГТН (17)

Проект	Количество скважин, шт	Глубина, м	Тепловая мощность, МВт	Дата постройки
Университетский госпитальный комплекс Akershus, Lørenskog	228 ^{d)}	200	8,0	2007
Деловой парк Nydalen, Oslo	180	200	6,0	2004
Стадион Ullevål, Oslo	120	150	4,0	2009
Здание почтового терминала, Lørenskog	90	200	4,0	2010
Офисный комплекс Alnafossen, Oslo	52	150	1,5	2004
Представительство IKEA, Slependen, Asker	86	200	1,2	2009
Представительство Ericsson, Asker	56	200	0,8	2001
Тарифы на э/э (2005): - для бытовых потребителей 0,0672 USD/кВт·час; - для промышленных - 0.0426 USD/кВт·час [®] IEA				

Общие параметры этих объектов таковы.
 Деловой парк *Nydalen, Oslo*:
 - отапливаемая площадь 180000 м²;
 - установленная мощность центрального отопления - 6,0 МВт;
 - кондиционирования - 9,5 МВт;
 - объём сезонного аккумулятора тепла 120000 м³;
 - срок окупаемости по отношению к электроэнергии - 5 лет.

Университетский госпиталь *Akershus, Lørenskog*:
 - отапливаемая площадь 160000 м²;
 - установленная мощность центрального отопления - 8,0 МВт;
 - кондиционирования - 7,7 МВт;
 - объём сезонного аккумулятора тепла 160000 м³;
 - срок окупаемости по отношению к электроэнергии - 4,5 года.

Система ГТН рассчитана на покрытие примерно 85 % потребности в тепле, а остальные 15 % - в пиковом режиме должны покрываться жидкотопливными и электрическими котлами (18). Оголовки скважин находятся в тоннеле, а на поверхности выращиваются зерновые культуры. Общая стоимость ГТН и системы сезонного аккумулирования тепла 19,5 миллиона USD.

Благодаря выверенной государственной стратегии Норвегия обеспечила себе достойное место как по использованию НВТН, так и среди лидеров по использованию ГТН. В России же, несмотря на провозглашённый курс на энергосбережение и на не менее значительный ресурс энергосбережения тепловыми насосами, чем у обсуждаемого сегодня экономичного освещения, пока не только нет никакой подобной стратегии, но и не сформулировано официального отношения к проблеме и возможности такого освоения.

В отличие от жителей тех стран, где к освоению тепловых насосов приступили ещё до появления НВТН, норвежские потребители оказались в более благоприятных условиях - максимальной свободы выбора. В результате норвежский рынок склады-

вался и развивался более естественно и избежал перегибов чрезмерной экспансии ГТН, а общество в целом - ситуации, в которой находится сейчас Россия. Помимо сходства климатических, природных и даже экономических факторов опыт Норвегии полезен России ещё и тем, что сегодня к услугам отечественного потенциального потребителя не менее широкий ассортиментный выбор, чем имелся у жителей Норвегии.

Если говорить о преимуществах использования уже приобретённого опыта для рационального освоения тепловых насосов в России, то это в первую очередь - использование НВТН для объектов бытового уровня и во вторую - ГТН для крупных коммерческих проектов. При этом важно понимать, что

существующая тупиковая ситуация с освоением тепловых насосов сложилась в России не сама по себе, а вследствие энтузиазма поколения пионеров движения. Поэтому и благоприятным для общества образом ситуация сама по себе не изменится, а изменить её можно только соответствующими ответными усилиями, инициируемыми Государством.

Список литературы

1. Сулов А.В. О востребованности, работоспособности и окупаемости воздушных тепловых насосов в условиях России// Холодильная Техника. 2009. № 12
2. Сулов А.В. Предварительная оценка коммерческого потенциала российского рынка воздушных тепловых насосов// Холодильная Техника. 2010. № 10
3. Сулов А.В. Применение воздушных тепловых насосов в условиях холодного климата//Аква-Терм. 2009. № 3.
4. Сулов А.В. Проблемы маркетинга воздушных тепловых насосов в России// Холодильная техника. 2010. № 7.
5. http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=114
6. <http://www.eheatgroup.com/> panasonic_

energy_saver.pdf

7. Boyd, Tonya L and Paul J. Lienau, *Geothermal Heat Pump Performance, Geothermal Resources Council 1995 Annual Meeting, Reno NV, 1995.*

8. http://www.techart.ru/files/publications/thsovet_4_15-16.pdf

9. <http://marketing.rbc.ru/research/562949979463580.shtml>

10. Суслов А.В. *Воздушные тепловые насосы для индивидуального загородного строительства*//

11. *Energy in Norway 2008 - a brief annual presentation (2009 edition), 10.12.2009*

12. http://intraweb.stockton.edu/eyos/energy_studies/content/docs/FINAL_PRESENTATIONS/3A-4.pdf

13. <http://www.varmepumpeinfo.no/content/oslo-kommune>

14. <http://www.pmgco.com/LinkClick.aspx?fileticket=mv0xZrC8qiI%3D&tabid=149>

15. Kirsti Midttømme, Inga Berre, Audun Hauge, Thor E. Musæus, Bjarni R. Kristjánsson. *Geothermal Energy - Country Update for Norway*//*Proceedings World Geothermal Congress 2010, Bali Indonesia, 25-29 April 2010.*

16. <http://www.slidefinder.net/l/lund/23703132>

17. K. Midttømme, A. Hauge, R. S. Grini, J. Stene, H. Skarphagen. *UNDERGROUND THERMAL ENERGY STORAGE (UTES) WITH HEAT PUMPS IN NORWAY*// *Geology for Society, 2008. Special*

Publication, 11

18. J. Stene. *DESIGN AND APPLICATION OF AMMONIA HEAT PUMP SYSTEMS FOR HEATING AND COOLING OF NON-RESIDENTIAL BUILDINGS*// *8th IIR Gustav Lorentzen Conference on*

Natural Working Fluids. Paris: IIR., SEPTEMBER 7-10, 2008