

УДК 621.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЖИДКОСТНЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ (ЭЛЕКТРООБОГРЕВАТЕЛЕЙ) ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Мордухович И.И., к.т.н., гл. инженер ООО «Инвест – Г»

Сумбатов Р.А., д.т.н., почетный президент ПАО «Сумстрой», заслуженный строитель Украины, Лауреат государственных премий

***Аннотация.** Приведены теоретические основы расчета параметров электрообогревателей, используемых на бытовом уровне. Получено экспериментальное подтверждение эффективности работы электрообогревателей в жилых помещениях.*

***Ключевые слова:** электрообогреватели, жидкостные отопительные приборы, отопление жилых помещений.*

Введение и постановка проблемы. До недавнего времени теплоснабжение зданий осуществлялось практически везде одинаково: это подача теплоносителя от ТЭЦ или центральной котельной в помещение, и отдача этого тепла с помощью радиаторов или воздушных теплогенераторов. На сегодняшний день реально существует вопрос перехода от центрального теплоснабжения к производству тепла непосредственно там, где оно необходимо в данный момент времени. Один из важнейших параметров при выборе системы отопления - её эффективность, которая складывается как из количества полезного тепла, вырабатываемого обогревателями, так и из снижения теплопотерь.

В современных условиях покупатель квартиры отдает предпочтение квартире с индивидуальным отоплением. В строящихся в настоящее время жилых домах индивидуальные газовые котлы могут устанавливаться только в домах до 10 этажей. На последующих этажах их установка запрещена. Но не запрещено при соответствующем технико-экономическом обосновании и согласовании с электроснабжающей организацией использовать для отопления электронагреватели, производимыми многими предприятиями и широко представленными на рынках Украины.

Целью статьи является оценка конкурентоспособности и эффективности обогревательного электрооборудования, сравнение существующих обогревательных устройств.

Основная часть. Вопросы использования электронагрева для отопления и горячего водоснабжения жилых помещений вызывают постоянный интерес, как у производителей, так и потребителей тепловой энергии.

Однако не смотря на наличие самых разнообразных источников тепловой мощности, включающих твердотопливные, газовые и жидкостные, наиболее привлекательными являются электронагревательные устройства, традиционно изготавливаемые на основе трубчатых нагревательных элементов (ТЭН), электронагреватели с открытыми тепловыделяющими элементами, преобразователи на основе трансформаторов.

На сегодняшний день существует достаточно много типов различного теплогенерирующего оборудования, используемого в различных режимах и условиях работы, и представленных большим количеством нагревательных устройств, отличающихся технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками.

Согласно п. 6.1.3 ДБН 2.5-67:2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» электрические отопительные приборы (электрообогреватели) следует применять в соответствии с требованиями:

- ДБН В.2.5-23:2010 «Проектирование электрооборудования гражданского назначения»;
- ДБН В.2.5-27-2006 «Защитные меры электробезопасности в электроустановках зданий и сооружений»;
- ПУЭ «Правила устройства электроустановок»;
- НПА ОП 40.1-1-98 «Правила безопасности эксплуатации электроустановок потребителей».

Использование электрической системы отопления должно отвечать требованиям, приведенным в прил. ДБН В.2.5-67:2013.

На рынке Украины в настоящее время представлено большое многообразие электронагревателей, производимых многими предприятиями.

По принципу действия это:

- тепловентиляторы с металлическими или керамическими нагревательными элементами;
- конвекторные обогреватели;
- масляные батареи;
- галогенные теплоизлучатели;
- инфракрасные обогреватели;
- тепловые панели;
- кондиционеры с системой подогрева и т.п.

Перечисленные электрообогревательные приборы предназначены для быстрого обогрева помещений. Единичная установленная мощность каждого из перечисленных электрообогревательных приборов составляет от 1 до 5 кВт. На обогрев помещений площадью 25 м² при такой мощности не только большой расход электроэнергии (25 + 120 кВт-час) в сутки, но и, как следствие, стандартная электропроводка не выдерживает таких нагрузок и выходит из строя, создавая угрозу пожара.

В последние годы на рынке Украины появился электронагреватель жидкостный электродный отопительный РЕЕНО 0,3 – 0,7 и ЖЭЭНО 0,3 – 0,7.

В этих электронагревателях использован электродный нагрев. При установке электронагревателя в стандартные батареи потребляемая мощность составляет 0,3 – 0,7 кВт, что позволяет обеспечить температуру теплоносителя 85⁰С и обогревать помещения объемом до 60 м³ (площадью до 20 – 25 м²).

Учитывая высокий КПД прибора при установке нагревателя в теплообменник с большим объемом (до 85 л) нагреваемой жидкости возможен нагрев помещений объемом до 300 м³ при потребляемой мощности до 0,9 кВт.

Жидкостные электродные отопительные электронагреватели имеют следующие преимущества:

- возможность в короткие сроки восстановить неработающую или неэффективную систему отопления частично или полностью (по усмотрению потребителя);
- безопасность и надежность, позволяющие нагревателям длительное время работать без надзора;
- автоматическое отключение от электросети при любых утечках электроэнергии или неправильном подключении;
- стабильная работа нагревателей при перепадах напряжения в сети до 50 В;
- благодаря малой потребляемой мощности нет необходимости производить замену существующей электропроводки или использовать усиленную в строящихся жилых домах;
- экономичное потребление электроэнергии;
- легкость монтажа и эксплуатации. Простота конструкции нагревателей РЕЕНО 0,3 – 0,7 при установке их в теплообменники позволяет бригаде из 3-х человек за 8 часов монтировать 6 – 10 комплектов нагревателей «под ключ»;
- возможность в течение короткого времени (нескольких дней) переоборудовать неэффективную систему водяного отопления;
- применяется для многоэтажных зданий, а так же в квартирах, домах, школах и дошкольных учреждениях, офисах, магазинах, в помещениях иного назначения;

- работа без накипи и сложных промывок;
- возможность работать автономно в сочетании с другими способами отопления, например, с водяной системой отопления, и только в ночное время, используя льготный тариф за электроэнергию;
- надежность, долговечность, безопасность;
- исключается необходимость капитальных затрат на строительство теплогенерации, теплокоммуникаций, не требуется создание специальной разводки внутри помещений;
- возможность обеспечить подъем температуры в помещении за несколько часов;
- экологичность;
- мобильность (возможность перемещать);
- максимальная экономия электроэнергии при отключении и капитальных затрат при строительстве;
- использование программного обеспечения для оптимизации и управления процессами энергосбережения;
- использование системы автоматике по принципу «включил – выключил», «климат контроль»;
- использование специального теплоносителя, который обеспечивает экономичность, безопасность и экологичность.

Недостатки использования электронагревателя:

- требуется обязательное согласование для использования от электроснабжающей организации, которая в связи с запросом дополнительной электрической мощности может навязывать кабальные технические условия на присоединение к электросетям;

- наиболее экономически целесообразно использовать в ночное время по льготному тарифу;

- значительно возрастает расход электроэнергии на квартиру и при отсутствии специального разрешения растет тариф за электроэнергию.

Учитывая эффективность и экономичность электродного метода нагрева, государственное предприятие «Киевский сервисный центр по энергосбережению» рекомендовал применять такие электронагреватели, так как они являются наиболее экономичными и экологически безопасными, что подтверждено дипломами, полученными на региональных и международных выставках.

По утверждению изготовителей электронагревателей ЖЭЭНО 0,3 – 0,7 (ТУ 04601771-023-99) он является одним из лучших электронагревателей, который благодаря

использованию оригинальных технических решений принадлежит к принципиально новому виду электронагревателей и является самым экономичным среди них.

Конструктивно электронагреватель состоит из теплообменника, который представляет собой набор радиаторных секций, выполненных из чугуна, алюминия, стали, электродного нагревателя с регулируемой мощностью, что позволяет уменьшать ее на 25% и на 50% соответственно, блока управления и защиты, а так же крышки, на которой установлены приборы управления и индикации (рис 1.).



Рис.1 Общий вид электронагревателя

Основные технические характеристики электронагревателя ЖЭЭНО – 0,3 – 0,7:

- напряжение питания, В - $220 \pm (10\% - 15\%)$;
- номинальная мощность, кВт – 0,45 – 1,1;
- средняя мощность, кВт – 0,2 – 0,5;
- максимальная температура корпуса - 70°C ;
- изменение температуры по всей поверхности корпуса - не более $\pm 5^{\circ}\text{C}$;
- электронагреватель предназначен для эксплуатации при температуре воздуха в помещении от минус 5°C до $+ 40^{\circ}\text{C}$;
- количество секций радиаторной батареи, шт – 4 – 15;
- КПД электронагревателя - 96%;
- теплоноситель - морозостойкая жидкость с температурой замерзания $10 - 20^{\circ}\text{C}$;
- расход потребляемой электроэнергии на 1 секции батареи 30 – 60 Вт-час;
- площадь обогрева нагревателем – до 37 м^2 .

После достижения в помещении желаемой температуры можно уменьшить температуру электронагревателя с помощью одного из двух установленных выключателей.

Выключение каждого выключателя уменьшает температуру на поверхности теплообменника на 10°C и на 20°C в зависимости от того, какой выключатель выключен.

При изменении напряжения в сети больше или меньше допустимого изменяется мощность электронагревателя соответственно в большую или меньшую сторону.

Жидкостные электродные электронагреватели отопительные в Украине производит предприятие «Альянс – Украина».

В начале 2000-х годов в Сумской области во многих районах отказывались от централизованного теплоснабжения многоэтажных жилых домов и переводили квартиры в них на индивидуальное отопление:

- в городах газифицированных - от индивидуальных газовых котлов;
- в негазифицированных городах – от электронагревателей отопительных.

В г. Середино – Буда Сумской области в 2002 году сложилась критическая ситуация в системе централизованного теплоснабжения, вызванная:

- критическим состоянием тепловых сетей. Они находились на грани физического износа;
- нарушением тепловых систем в многоэтажных домах, связанным с отключением отдельных квартир от централизованного теплоснабжения;
- происходящими инфляционными процессами, влияющими на стоимость топлива и приведшими к повышению тарифа за отопление 1 м² отапливаемой площади до 7,09грн. в месяц;
- нарастающей задолженностью населения за отопление, которая по состоянию на 01.04.2002 г. достигла 1,5 млн. грн.;
- отсутствием финансовых средств на ремонт и модернизацию централизованного теплоснабжения (котельной, тепловых сетей, внутридомовых систем отопления).

Поэтому в летний период 2002 года начался поиск альтернативных способов отопления для жителей города, проживающих в домах с централизованным отоплением.

В 2002 – 2003 гг. пгт. Середино – Буда не был газифицирован. Поэтому вопрос об индивидуальном газовом отоплении не стоял.

Поиски способов отопления закончились принятием решения о переходе на электрообогрев всего жилого фонда в городе.

Отопительный период 2002–2003 гг. проходил с индивидуальным электроотоплением квартир.

Город в двухстах квартирах малообеспеченных жителей установил обогреватели ООО «Альянс Украина» за свой счет.

Благодаря такому сотрудничеству городского совета, районной госадминистрации и депутата ВР Украины от этого района часть нуждающихся жителей города смогли получить субсидию на использование электричества, как вида топлива.

Если в 2002 году тариф за централизованное теплоснабжение составлял 7,09грн./м²*месяц, то стоимость электрообогрева, приведенная к 1 м² отапливаемой площади, была 2 – 3 грн./месяц. Разница – существенная. За последующие 1,5 – 2 года население газифицировало свои дома и квартиры.

По состоянию на май 2013 года, по информации, полученной от первого заместителя головы райгосадминистрации, из 1217 квартир в многоэтажных домах с электрообогревом на индивидуальные газовые котлы перешли в 1193 квартирах.

Анализ стоимости отопления по факту отопительного сезона 2012–2013гг. показал, что среднемесячная стоимость индивидуального отопления квартиры газовыми котлами за 1 м² составляет от 2,47 грн. до 6,17 грн./м³. В эту стоимость входило, кроме отопления, пользование газовой плитой и газовой водонагревательной колонкой.

Электроотопление за месяц, приведенное к 1 м² отапливаемой площади, по данным райгосадминистрации, стоило от 2,16 до 14,62 грн. В эту цену входил обогрев квартир электрообогревателями разных производителей, приготовление горячей воды для горячего водоснабжения (ГВС) электроводонагревателями и стоимость электроэнергии для иных бытовых целей в квартирах.

Переход на индивидуальное газовое отопление носил массовый характер.

И связано это было с низкой ценой газа для населения. Если принять, что она была 0,725 грн./м³, а на 1 Гкал (без учета КПД котла) требуется $1000000 / 8090 = 123,6\text{ м}^3$ газа, то стоимость газа для 1 Гкал тепла, полученной с помощью газового котла:

$$C = 126,3 * 0,725 = 91,6 \text{ грн.}$$

При электрообогреве для получения 1 Гкал тепла затрачивается 1163 кВт-часа электроэнергии. При стоимости 1 кВт-часа – 0,2154 грн. стоимость электроэнергии для получения 1 Гкал тепла, полученной с помощью электронагревателей – $1163 * 0,2154 = 250$ грн. или в 2,73 раза выше, чем от газового котла.

Ликвидировать такую разницу в стоимости отопления никакими средствами регулирования нельзя.

Снизить стоимость электроотопления можно только за счет перехода на многотарифный электроучет, и за счет минимального использования электроприборов в пиковый и полупиковый периоды.

Население г. Середино – Буда такой возможностью не воспользовалось, а перешло на индивидуальное отопление от газовых котлов.

Переход на индивидуальное газовое отопление носил массовый характер. Из 1217 квартир в многоэтажных домах на электрообогреве осталось 24 квартиры, живущие в

которых получают субсидии на коммунальные платежи и оплата за них не зависела от источника теплоснабжения.

После отказа от централизованного теплоснабжения и перехода на индивидуальное в городе отпала необходимость заботиться о подготовке жилых зданий к предстоящему отопительному сезону, практически ликвидировались долги населения за газ, отпала необходимость в ремонте внутридомовых систем отопления.

Но существующее отопление связано с расходом газа, цена которого для населения до последнего времени была почти вдвое ниже, чем для коммунальных потребителей (0,725 грн./м³ и 1,309 грн./м³). Такая ситуация с ценой газа длительное время сохраняться не может и не будет. И даже, если бы цена газа для населения была бы 1,31 грн./м³, то стоимость отопления газом, выросшая практически вдвое, была бы не выше, чем электроэнергией.

Столь резкого повышения цены на электроэнергию быть не должно. До 01.05.2014 года соотношение цен за газ для потребителей III категории и населения – $4,72 / 0,725 = 6,5$ грн., а электроэнергии для тех же категорий потребителей - примерно 3,8 раза больше.

Такая диспропорция будет с 01.05.2014 г. частично ликвидирована и прежде всего за счет опережающего роста цены за газ для населения.

Но необходимость в индивидуальном отоплении при строительстве нового жилья обостряется и решение этой проблемы в зданиях высотой более 10 этажей остается актуальной, т.к. с коммерческой точки зрения покупатель отдает предпочтение квартирам с индивидуальным отоплением.

В этой связи определенный интерес вызвала информация, полученная от одной из киевских фирм, предложивших для индивидуального обогрева квартир электронагреватели ООО «Альянс Економ Украина».

В полученном в марте 2013 года письме от упомянутой Киевской фирмы было предложено рассмотреть целесообразность «замены неэффективных, устаревших или неработающих систем теплоснабжения и внедрения энергосберегающих технологий и оборудования в новостройках, что позволит значительно сэкономить средства государства, отказавшись от устаревших, изношенных, убыточных теплотрасс, которые преобразовались в «бомбы замедленного действия»*.

К этому письму был приложен итоговый акт по эксплуатационным показателям пилотного проекта электрического отопления в Литвановской общеобразовательной школе Вышгородского района, утвержденный зам. Головы райгосадминистрации.

В письме указывалось, что в отопительном периоде 2010 - 2011 года отопление школы осуществлялось от централизованного источника тепла и оно было некачественным.

Температура в помещениях порой была на 5⁰С ниже, установленной по нормам.

С ноября 2011 года в Литвановской ООШ I-III ступеней началась эксплуатация системы электроотопления и эта система позволила постоянно в помещениях школы поддерживать температуру не ниже 18⁰С независимо от температуры наружного воздуха.

При этом в письме обращено внимание на то, что средняя температура отопительного периода 2010 – 2011 года была выше аналогичной температуры в 2011 – 2012 гг.

Отопление школы осуществлялось электронагревателями, оснащенными автоматическими средствами регулирования расхода тепла. На регуляторе была возможность устанавливать требуемую потребителю температуру воздуха в помещениях, по достижению которой обогрев прекращался.

Таким образом, отопление школы с помощью электронагревателей стало индивидуальным и регулируемым в отличие от отопления от централизованного источника.

Результаты отопления школы за два названных выше отопительных периодов приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Отопительный период, годы	Использовано тепловой энергии		Использовано электроэнергии, кВт-час	Годовая стоимость отопления		Стоимость 1 Гкал тепла		Стоимость 1 кВт-час, грн.	Примечание
	Гкал	%		Гкал	%	Гкал	%		
2010 - 2011	185,454	105,16	---	191789,3	100	1034,16	100	---	
2011 - 2012	175,4	100	204028	219781,9	114,6	1253,0	121,16	1,077	

*принято в редакции поступившего письма без изменений

Как видно из табл. 1 годовой расход тепла на отопление школы в 2011 – 2012 году уменьшился, хотя средняя температура этого отопительного периода была ниже, чем в 2010 – 2011 гг.

Стоимость отопления за отопительный период 2011 – 2012 гг. при использовании электронагревательных приборов возросла до 114,6% по сравнению с реальной стоимостью тепла за 2010 – 2011 гг., хотя в 2010 – 2011 гг. качество отопления было неудовлетворительным. При качественном отоплении в 2010 – 2011 гг. эта разница была бы меньшей.

Оплата за отопление в 2011 – 2012 производилась по однозонному тарифу. Уменьшение расхода тепла за этот период стало возможным при отоплении от современных жидкостных электродных электронагревателей отопительных производства предприятия «Альянс – Украина», в которых была реальная возможность регулировать расход тепла без ухудшения качества отопления.

На физической потребности в тепле предложенный способ обогрева помещений не отразился. Но появилась возможность активно влиять на его расход.

Известно, что в отопительный период помещения через ограждающие конструкции теряют тепло и эти потери зависят от теплозащитных качеств этих конструкций и от разности температур внутреннего и наружного воздуха. Теплопотребления от отопительного оборудования должны восполнять эти теплопотери.

И совершенно естественно, что теплопотери не зависят от способа получения тепла для их возмещения, т.е. ни от сжигания газа, или дров, или за счет электроэнергии.

Предложенный обогреватель является средством индивидуального отопления, и он имеет значительные возможности уменьшить расход тепла на отопление, т.к. в нем можно реализовать эффект от регулирования расхода тепла в отличие от централизованного отопления, при котором возможность регулирования расхода тепла весьма ограничена.

В условиях г. Сумы на обогрев 1 м² отапливаемой площади в многоэтажных жилых домах в год нужно 0,163 Гкал тепла или 190 кВт-часов, а на обогрев 100 м² – 19000 кВт-час/год.

В случае, когда известно максимальное часовое потребление тепла, Q_о, на отопление, согласно (2) годовой его расход, Q_о^{год}, определяется по формуле:

$$Q_{о\text{год}} = Q_{о} * (t_{вн} - t_{ср.от}) * n_{о} * 24 * 10 - 6 / (t_{вн} - t_{р.о}) \quad (1)$$

Откуда:

$$Q_{о} = Q_{о\text{год}} * (t_{вн} - t_{р.о}) / (t_{вн} - t_{ср.от}) * n_{о} * 24 * 10 - 6 \quad (2)$$

где: t_{вн} – усредненная расчетная температура внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях, °С. В данном расчете принято, что t_{вн} = 18⁰С;

t_{ср.от} – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С. В данном расчете принята минус 1,4⁰С (для условий г. Сумы);

t_{р.о} - расчетная для проектирования отопления температура наружного воздуха, град. С. Для г. Сумы она равна -25 градусов.

n_о – продолжительность отопительного периода, дней. В данном расчете принято, что n_о = 187 дней;

24 - количество часов работы системы отопления в течение суток, час.

По ф. (2) расчетный часовой расход тепла (электроэнергии) на обогрев того же помещения:

$$Q_p = 19000 * (18 + 25) / (18 + 1,4) * 187 * 24 = 9,38 \text{ кВт-час,}$$

а в среднем за отопительный период:

$$Q_ч = 19000 / 187 * 24 = 4,23 \text{ кВт-час}$$

При индивидуальном отоплении, независимо от его вида и способа получения, возникает много способов индивидуального воздействия на расход тепла.

В зданиях требуемое удельное теплотребление на отопление уменьшается за счет использования теплопоступлений от внутренних тепловыделений (осветительные приборы, бытовая техника) и за счет солнечной радиации.

В тепловом балансе зданий с повышением температуры наружного воздуха увеличивается доля бытовых тепловыделений и теплопоступлений от солнца.

Без учета названных теплопоступлений при отпуске тепла на отопление зданий только по графику центрального регулирования в системе централизованного теплоснабжения расходы теплоносителя примерно на 20% выше, чем при учете названных выше факторов. Поэтому оплата за тепло по расчетному методу значительно выше оплаты по показаниям приборов учета тепла (теплосчетчиков).

Для уменьшения расхода тепла в каждом помещении используются побатарейные регуляторы - термостаты, с помощью которых можно регулировать подачу тепла в помещение. Исследования показали, что даже в закрытом положении термостата остаточная теплоотдача отопительных приборов составляет до 15%. Кроме того, в помещении, в котором проходят вертикальные стояки системы отопления, имеются теплопоступления от стояков.

Регулируемая экономия тепла за счет двух перечисленных факторов достигает 12 - 15% от общих затрат на отопление и в настоящее время эта экономия остается полностью нереализованной, если здание не оборудовано средствами учета расхода тепла.

Отопление с помощью электронагревателей позволяет использовать эффект так называемого пофасадного регулирования.

В свое время нормы предусматривали пофасадные системы отопления и регулирования расхода тепла.

Опыт пофасадного регулирования показал, что при наружной температуре 4- 8⁰С система отопления освещенного солнцем фасада выключается полностью не только на период освещения фасада солнцем, но и на какое – то время после окончания солнечного освещения за счет отдачи тепла, аккумулированного внутренними ограждениями и мебелью. Это явление используется при индивидуальном отоплении с помощью термостатов в электронагревателях.

В таблице 2 приведены данные о ежемесячном количестве дней в 2008, 2009, 2010, 2011 и 2012 гг. в г. Сумы со среднесуточной температурой наружного воздуха 4⁰С и выше, полученные из справки Сумского областного центра по гидрометеорологии.

Таблица 2.

Месяц Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Всего за год	Приме- чание
2008	---	4	16	15	16	9	7	67	
2009	---	---	3	15	13	20	2	53	
2010	---	---	2	15	12	23	3	55	
2011	---	---	4	10	5	5	4	28	
2012	2	---	4	12	14	11	1	44	

В среднем за пятилетку ежегодно в отопительном периоде дней с температурой выше 4°C – 49,4 при фактической продолжительности самого периода 183 дня, т.е. в течение 27% от всего этого периода.

При использовании этого эффекта можно достичь значительной экономии тепла, которая многократно превысит затраты на регулирование.

Регулятор предназначен для автоматического регулирования расхода тепловой энергии в системе отопления и поддержания заданной температуры (на выходе бойлера) в системе ГВС в зданиях различного назначения.

Автоматическое устройство регулирования теплового режима здания обеспечивает непрерывную оптимизацию температурного режима помещений по расходу тепла.

Регулирование учитывает реальные метеорологические условия, которые контролируются с помощью датчика наружной температуры, датчиков температуры воды в отопительной системе в подающей и обратной магистрали, заданного температурного режима в помещениях в течение суток, в выходные и праздничные дни.

Температура внутреннего воздуха устанавливается на контроллере (термостате) в зависимости от назначения помещения: в жилье – 20°C , в учебных заведениях – 20°C , в дошкольных и лечебных учреждениях – 22°C .

Ориентировочно в условиях г. Сумы на отопление 60- квартирного жилого дома с отапливаемой площадью 3300 м^2 при годовом расходе тепла на отопление $1 \text{ м}^2 - 0,163 \text{ Гкал}$ по расчетному методу в год расходуется:

$$Q_0^{\text{год}} = 0,163 * 3300 = 540 \text{ Гкал}$$

В рассматриваемом здании при наличии электронагревателей «Екопот» расход электроэнергии определяется по показаниям электросчетчиков, что эквивалентно поквартирной установке теплосчетчиков в зданиях с централизованным теплоснабжением.

При оплате по показаниям счетчика расход тепла снижается не меньше, чем на 15% по сравнению с принятым по расчетному методу. В 60-квартирном доме годовой расход тепла уменьшается на 81 Гкал в год и составляет:

$$Q_0 = 540 - 81 = 459 \text{ Гкал}$$

На 15 – 20% реально сокращается расход тепла на отопление за счет регулирования его расхода в каждой комнате многокомнатной квартиры в течение суток, т.е. расход тепла уменьшается еще примерно на 80 Гкал в год - до 379 Гкал.

И еще не меньше 10% экономии происходит за счет поступлений тепла, связанных с солнечным нагревом, с жизнедеятельностью проживающих в квартирах людей.

Даже этот набор факторов, снижающих расход тепла, доводят его до 340 Гкал в год или уменьшается на 37% по сравнению с расчетным.

В расходе тепла на отопление 1 м² отапливаемой площади при заложенном в нормах однократном воздухообмене расходуется примерно 15 – 20% общего расхода тепла на подогрев вентиляционного воздуха, который частично поступает в отапливаемые помещения путем инфильтрации наружного холодного воздуха. В жилых помещениях за счет уплотнения притворов в существующих окнах «старой» конструкции со спаренными переплетами и двойным остеклением или за счет их замены на современные стеклопластиковые с двухкамерными стеклопакетами (для климатических условий г. Сумы) расход тепла на вентиляцию уменьшается практически вдвое, т.к. в жилых помещениях однократный воздухообмен не нужен. В Европейских странах он принят 0,5 и ниже. При этом расход тепла снижается еще примерно на 10 – 12%.

Годовой расход тепла в доме старой постройки за счет перечисленных выше факторов снижается до 300 Гкал.

По формуле (2) расход электроэнергии на отопление 1 м² жилого дома составляет:

$$Q_0 = 300 * 1163 * (20 + 25) / (20 + 1,4) * 187 * 24 * 3300 = 0,052 \text{ кВт-часа}$$

На обогрев комнаты площадью 20 м² максимальный часовой расход электроэнергии 0,88 кВт-час. И это в доме старой постройки.

Согласно ДБН В.2.6-31:2006 с изменениями № 1 от 1.07.2013 г. «Тепловая изоляция зданий» в современном пятиэтажном здании нормативные максимальные годовые затраты тепла на отопление 1 м² должны быть для I температурной зоны Украины не выше 55 кВт-часов, т.е. уменьшены по сравнению со зданиями старой постройки в:

$$n = 190 / 55 = 3,45 \text{ раза}$$

Таким образом, в современном здании максимальный часовой расход электроэнергии на отопление комнаты площадью 20 м² составит 0,26 кВт-часа.

В современных окнах из-за снижения их воздухопроницаемости возникает необходимость в принудительной вентиляции жилых помещений.

Расчеты показывают, что утилизация тепла вытяжного воздуха для нагрева приточного с 50% КПД теплообменников позволяет сократить расход тепловой энергии на отопление до 15% при сохранении кратности воздухообмена, равной единице.

Существует централизованная и автономная система реализации приточно-вытяжной вентиляции с утилизацией тепла. При централизованной системе создаются единые на секции, дом механические системы приточной и вытяжной вентиляции. При этом вентиляторы и теплообменники располагаются на техническом этаже и по системе воздуховодов подают и удаляют воздух из каждой квартиры или помещения.

При автономной системе вентиляции специальные установки (ТеФо) производства Севастопольского предприятия «Теплообмен» размещаются под окном, например, на кухне. Забор воздуха осуществляется в трубу небольшого диаметра, а вытяжка – через другую трубу, установленную внутри первой. Удаление отработанного воздуха и приток нового происходят через поверхностный теплообменник ТеФо.

Продукция довольно дорогая, но в связи с ростом цен за газ при цене газа 1,5 - 1,8 грн./м³ срок окупаемости установки – в пределах 6 – 7 лет.

Из санузла в ванной комнате - вытяжка самостоятельная.

Автономная система вентиляции становится экономически оправданной, а ее роль в помещении со стеклопластиковыми окнами становится еще и гигиенической. Поэтому применение такой вентиляции будет постепенно расширяться.

ООО «Альянс Эконом Украина» в марте 2013 г. предоставило ООО «Инвест–G» возможность оценить эффективность отопления электронагревателем «Екопом» жилого помещения.

Сложность проведения такого эксперимента состояла в том, что в эту пору отопительного периода средняя температура наружного воздуха в г. Сумы выше 0⁰С и значительно выше расчетной для проектирования отопления.

Климатической камеры у ООО «Инвест – G» не было

Для проведения эксперимента была выбрана квартира в построенном ПАО «Сумстрой» 10-этажном жилом доме по ул. Гагарина, пока еще не проданная и смежно с которой не было эксплуатируемых квартир. План квартиры приведен на рис. 2.

Электронагреватель, состоящий из 10 секций, был установлен в спальне у внутренней стены. Поскольку в квартире не были установлены двери во внутренних помещениях, дверь в смежную комнату была завешена пологом. В эксперименте не ставилась задача определить количественные характеристики отопления с помощью электронагревателя. Было желание дать качественную оценку этому отоплению. Учет расхода электроэнергии на отопление оценивался по показаниям квартирного электросчетчика. Множество обстоятельств, сопутствующих проведению эксперимента, не позволили сделать окончательные выводы о его эффективности.

Но даже и те, что были получены, свидетельствовали о том, что этот вид индивидуального отопления, по сравнению с централизованным, достаточно эффективный. Он отличается простотой в эксплуатации, если его использование допускают электросети в квартире. Этот вид отопления привлекательнее по экологии любого другого с использованием существующих невозобновляемых видов топлива.

Использование его целесообразно в хорошо утепленных домах, где расход тепла по сравнению с домами «старой» постройки примерно в 3,5 раза ниже.

В рекламном проспекте утверждалось, что электрообогреватель EKONOM для отопления жилого помещения площадью 15 м^2 потребляется $0,250 \text{ кВт}$ за час.

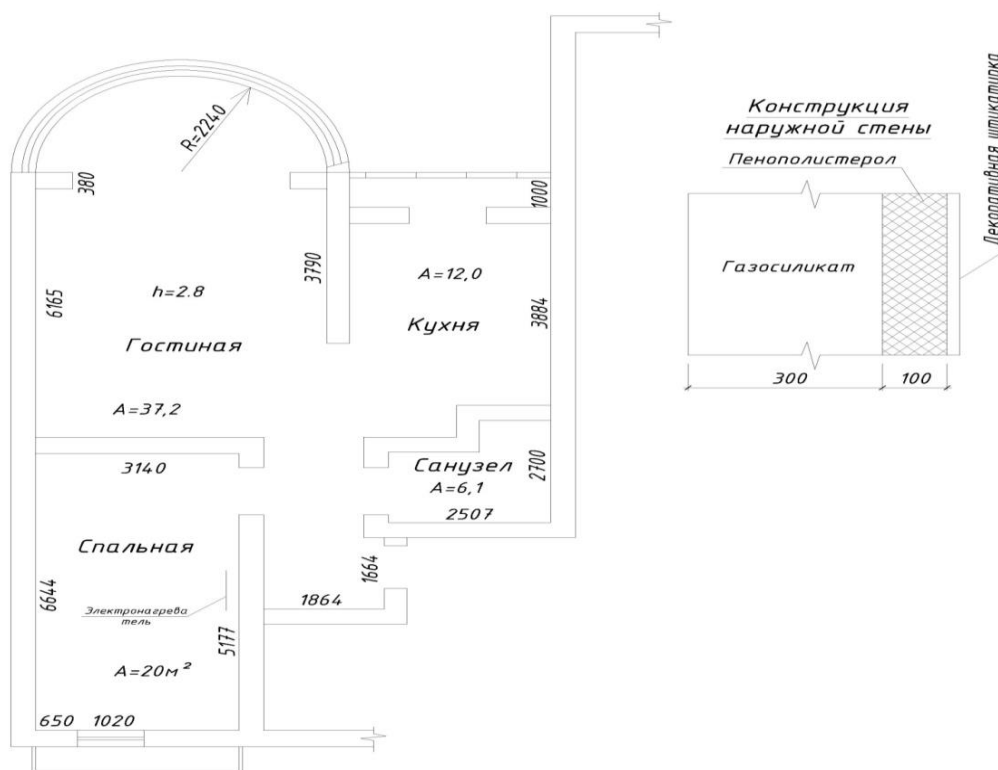


Рис. 2 План квартиры

В этой информации:

- не был указан климатический район, в котором был получен приведенный расход электроэнергии на отопление 15 м^2 площади.

- не были указаны существующие теплопотери здания. В многоквартирных 5-ти этажных зданиях старой постройки годовой расход тепла на отопление 1 м^2 в климатических условиях г.Сумы около 190 кВт-часов , а в современных домах около 55 кВт-часов ;

- не была указана этажность дома, в котором использовался этот обогреватель. А от нее в значительной мере зависит расход тепла на отопление 1 м^2 отапливаемой площади.

На рис. 3 представлено сопоставление годового расхода тепла на отопление 1 м² отапливаемой площади в жилых домах разной этажности в условиях г. Сумы – в Гкал/м².год, в кВт.час/год, в %.

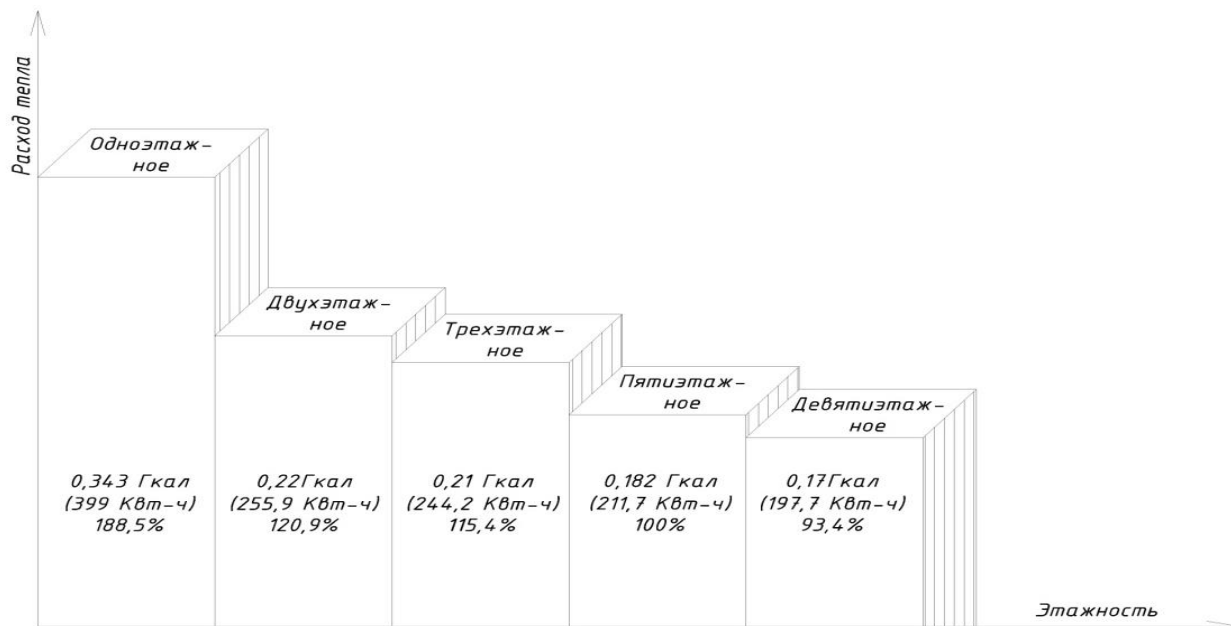


Рис. 3 Взаимосвязь расхода тепла на отопление 1 м² и этажности здания

В условиях г. Сумы в одноэтажном доме, построенном до 1991 года, годовой расход тепла на отопление 1 м² отапливаемой площади почти вдвое выше годового расхода тепла на отопление 1 м² в пятиэтажном здании.

Для отопления жилой площади требуется расчетный расход тепла:

$$Q_0 = Q_{0\text{год}} / K \quad (3)$$

При среднем годовом расходе тепла на отопление 1 м² площади 190 кВт-час на отопление 70 м² в пятиэтажном здании требуется:

$$Q_{0\text{год}} = 190 * 70 = 13300 \text{ кВт-час}$$

Для г. Сумы при средней температуре отопительного периода $t_{\text{ср.от.}} = -1,4^{\circ}\text{C}$, расчетной для проектирования отопления температуре наружного воздуха $t_{\text{р.о.}} = -25^{\circ}\text{C}$, продолжительности отопительного периода $187 * 24 = 4488$ часов для отопления помещения площадью 70 м² с внутренней температурой $t_{\text{вн}} = 20^{\circ}\text{C}$:

$$K = (20 + 1,4) * 4488 / (20 + 25) = 2134$$

Максимальная часовая потребность в электроэнергии:

А среднечасовое потребление электроэнергии в доме старой постройки:

$$Q_{\text{о.ср}} = 6,23 * 2134 / 4488 = 2,96 \text{ кВт}$$

В доме старой постройки с помощью перечисленных выше факторов при наличии индивидуального регулирования максимальный часовой расход электроэнергии можно снизить до 3,1 кВт, а средний – до 1,6 кВт.

В таком пятиэтажном доме для нужд отопления нужна дополнительная электрическая мощность:

$$N = 1,2 * 2,96 * 3300 / 70 = 167,6 \text{ кВт}$$

В современном пятиэтажном доме эти расходы соответственно:

$$Q_{o. \max} = 3,1 / 3,45 = 0,9 \text{ кВт}; Q_{o. \text{ср}} = 0,45 \text{ кВт}; N = 45 \text{ кВт}$$

С учетом иных нагрузок (холодильник, холодильная камера, микроволновая печь, стиральная машина, телевизор, компьютер, кухонная электротехника, кондиционер) для одной квартиры площадью 70 м² нужно максимально в час иметь возможность расходовать 3 – 3,5 кВт электроэнергии.

Выводы. Электрическое жидкостное отопление – достаточно дорогое отопление. К достоинствам отопления электрооборудованием можно отнести:

- Невысокая стоимость оборудования
- Легкая возможность контроля температуры в каждом помещении
- Экологичность
- Легкость монтажа и обслуживания

Сравнительный анализ экономической эффективности прямого электронагрева показал, что его применение целесообразно для автономных потребителей тепловой энергии при площади отапливаемых помещений до 400 м². При большей площади или нескольких потребителях тепловой энергии использование электронагрева экономически нецелесообразно вследствие долевого компенсации стоимости услуг, связанных с доставкой тепловой энергии потребителям.

Литература

1. Методичні рекомендації щодо нормування витрат палива, теплової енергії на опалення житлових, громадських будинків, споруд та на господарсько – побутові потреби в Україні» КТМ – 204.

2. Міжгалузеві норми споживання електричної та теплової енергії для установ і організацій бюджетної сфери України. Київ. 2000.

3. ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки».

4. ДБН В.2.5-24-2003 «Електрична кабельна система опалення»

5. ДБН В.2.6-31:2006 зі змінами № 1 від 1 липня 2013 р. «Теплова ізоляція будівель».

Анотація. Наведено теоретичні основи розрахунку параметрів електрообігрівачів, що використовуються на побутовому рівні. Отримано експериментальне підтвердження ефективності роботи електрообігрівачів в житлових приміщеннях.

Ключові слова: електрообігрівачі, рідинні опалювальні прилади, опалення житлових приміщень.

The electric liquid heating devices

Summary. *Using of the electric liquid heater devices for habitation heating becomes today very actual. In an alternative kind of heating and progress.*

Progress consists in many questions: ease of installation and operation; an economic expenditure of electric power; safety and reliability in operation; a wide range of application (apartment, houses, preschool centre, schools, offices, shops and so on); ecological compatibility; relative cheapness, both at installation and at operation (cost of services); it is most economically to use this kind of heating at night when electric power payment can be carried out under the lowered reduced rate; stable work of heaters at differences of electric voltage in network to 50 volt.

It is possible to carry the following to lacks of the given system: the obligatory coordination of application of this kind of heating with the organization which delivers the electric power.

The given kind of heater is very easy in installation, simple and safe in operation, with very high efficiency (to 96%).

Makes the given kind of the heater our Ukrainian manufacturer. Practical application of the given kind of heating has yielded good results. The offered heater is means of individual heating. Provides automatic control of a thermal mode of a building, provides continuous optimization of a temperature mode of a premise under heat expense.

The practical operational experience of some cities and settlements of the Sumy area during 2002-2006 years, has confirmed the valid efficiency of the given kind of heating. This kind is not material-intensive, simple in service by different levels of population, does not demand a lining of additional cables and the additional internal networks. Applied in a body of the heating device heat carrier quite accessible both on standard items of distribution, and under the price. Procedure of replacement or addition of the carrier of heat is rather simple and does not occupy a lot of time.

In connection with expected numerous increase of the price for gas to an average level in Europe, using of electric liquid heating devices for heating of objects of habitation, social and other appointment becomes very actual.

The key words: *an electroheater, electrosupply, current consumption regulation, profitability, individual heating.*