



## ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2015

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,  
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ,  
АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
**«ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2015»**,  
ПОСВЯЩЕННОЙ 70-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОЙ ПОБЕДЫ

КРАСНОЯРСК, СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

15-25 АПРЕЛЯ 2015 Г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

Сборник материалов  
Международной конференции студентов,  
аспирантов и молодых ученых  
«Перспектив Свободный-2015»,  
посвященной 70-летию Великой Победы

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2015 г.

Красноярск, 2015.

# **«Строительство-формирование среды для жизни Тепло-газоснабжение и вентиляция»**



**ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ-2015**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Красноярск, Сибирский федеральный университет, 15-25 апреля 2015 г.

**ВЕНТИЛЯЦИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Алексеев А.А

научный руководитель канд. техн. наук Панфилов В. И.

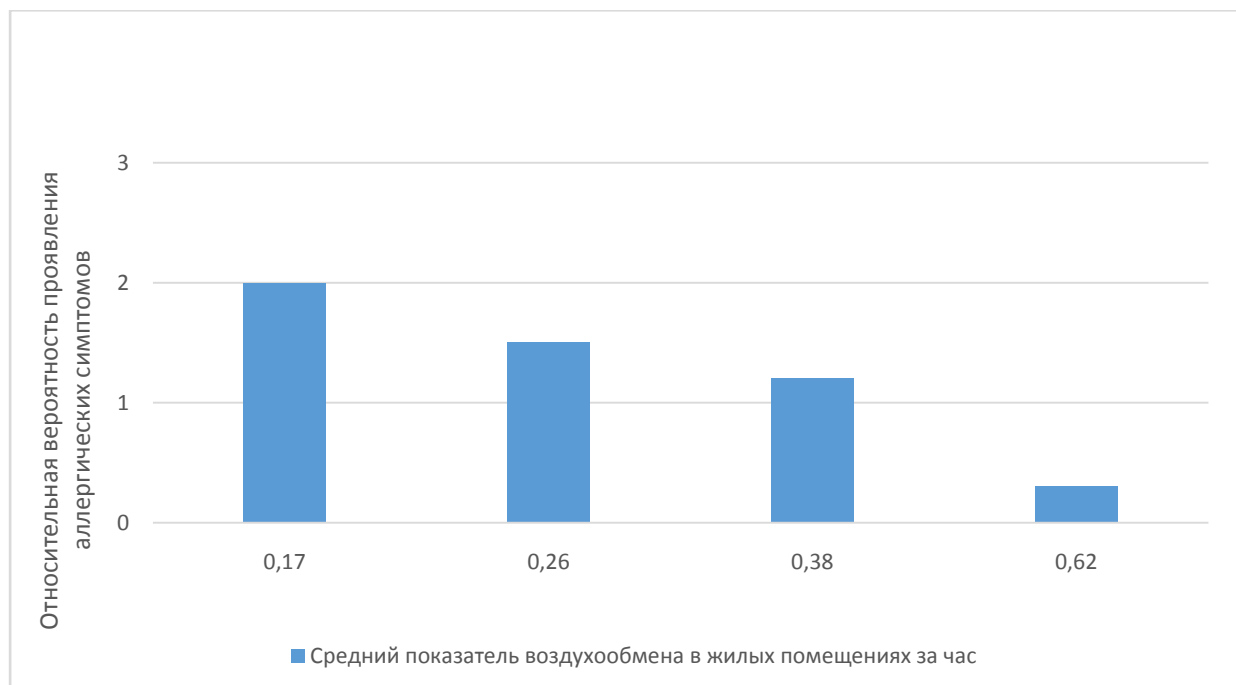
*Сибирский федеральный университет***Качество воздуха в жилых помещениях и его влияние на рост числа астматических и аллергических заболеваний**

В течение последних двух десятилетий в развитых странах количество аллергических и астматических заболеваний удвоилось.

В 2004 году была высказана гипотеза о том, что основной причиной увеличения количества таких заболеваний в развитых странах является ухудшение качества внутреннего воздуха в жилых помещениях.

Среди факторов, способствующих снижению качества внутреннего воздуха в жилых помещениях в последнее время, можно выделить внедрение множества новых материалов, особенно полимеров, и использование многочисленных электронных устройств, которые появились в зданиях в последние десятилетия, в том числе и в детских комнатах.

В ходе исследований связи между качеством воздуха и заболеванием астмой и аллергией, проводившихся в Скандинавских странах, было обследовано около 11 000 детей. В 200 домах, в которых проживали больные астмой дети, и в 200 домах со здоровыми детьми выполнялись подробные измерения химических, физических, биологических и медицинских характеристик. Все эти дома располагались в холодном климате Центральной Швеции, в регионах с прекрасным качеством наружного воздуха.

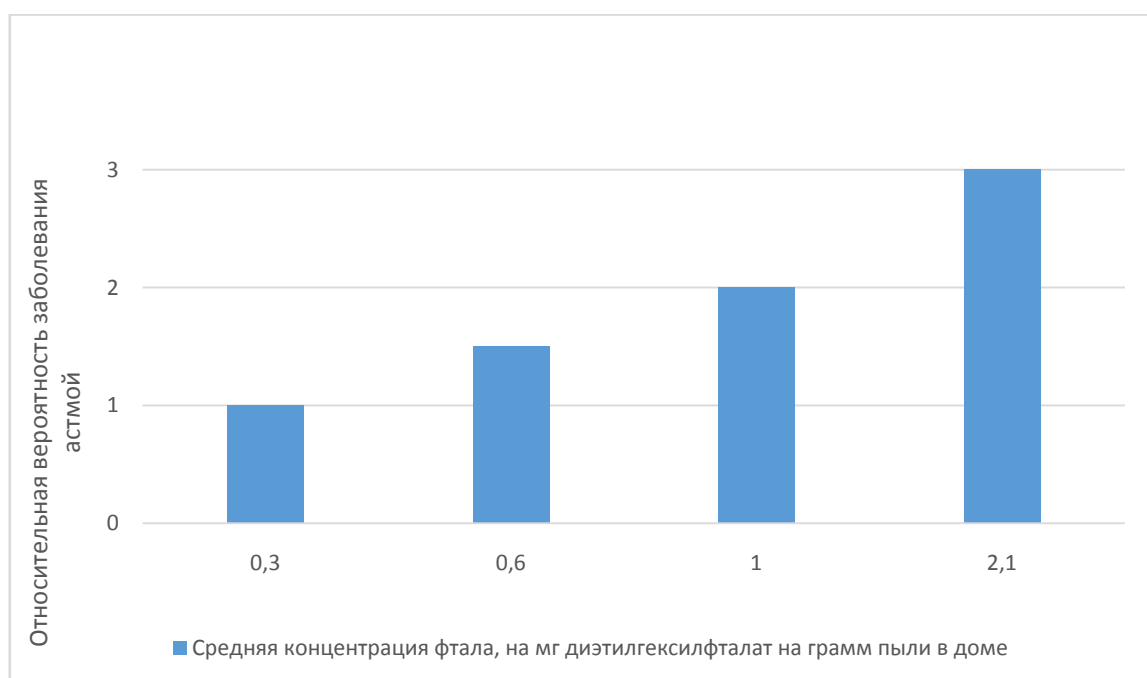


*Рисунок 1. Низкая интенсивность вентиляции в жилых помещениях повышает риск проявления аллергических симптомов среди детей (каждый столбец представляет около 90 жилых помещений)*



Полученные результаты показали, что аллергические симптомы связаны с вентиляцией (рис. 1). Увеличение в 4 раза интенсивности вентиляции и, следовательно, показателя качества внутреннего воздуха снизили вероятность появления аллергических симптомов наполовину. Результаты данных исследований также выявили связь между концентрацией фталатов и риском заболевания астмой (рис. 2). Снижение концентрации фталатов в 7 раз снизило вероятность заболевания астмой на треть.

Таким образом, было показано, что увеличение в жилых помещениях показателя качества внутреннего воздуха в 4–7 раз оказывает значительное влияние на уменьшение риска заболевания астмой и проявления аллергических симптомов. Фталаты - Химические вещества, соли и эфиры фталевой (ортофталевой) кислоты, которые очень широко используются в промышленности для придания мягкости, прочности, гибкости и эластичности, пластиковым изделиям.



*Рисунок 2. Пластификаторы, например из поливинилхлорида, применяемые в жилых помещениях, увеличивают вероятность заболевания астмой у детей (каждый столбец представляет около 90 жилых помещений)*

### **Описание диэтилгексилфталата**

Представляет собой низковязкую однородную прозрачную маслянистую жидкость слабого желтоватого оттенка с несильным, но горьковатым запахом, при контакте с кожей оставляет маслянистый налет.

### **Влияние углекислого газа в содержание воздуха на человека**

По данным современной медицины, в составе метаболитических (жизнедеятельностных) выделений организма человека выявлено несколько сотен химических соединений, из которых более двухсот веществ – с поверхности кожи и свыше ста – с выдыхаемым воздухом. Одним из наиболее интересных веществ является углекислый газ. Это относительно безвредный газ по ГОСТ 12.1.007-76 относится к 4 классу опасности, он содержится в небольших количествах в составе чистого атмосферного воздуха. По данным большинства источников, его концентрация составляет 589 мг/м<sup>3</sup>. В таких количествах углекислый газ необходим для

жизнедеятельности человека. Европейский стандарт EN 13779 «Вентиляция для нежилых зданий - Эксплуатационные требования для систем вентиляции и кондиционирования» в качестве общего базового руководства предлагает принимать концентрацию углекислого газа в сельской местности  $685 \text{ мг/м}^3$ , в небольших городах  $783 \text{ мг/м}^3$ , в центрах городов  $881 \text{ мг/м}^3$ . На самом деле она может быть существенно выше. Например, измерения в центре Москвы в безветренную погоду в конце лета в районе Садового кольца показали, что при достаточно интенсивном движении транспорта уровень  $\text{CO}_2$  поднимался до  $1762 \text{ мг/м}^3$ . Погуляв несколько часов, эту концентрацию и без приборов ощутит на себе каждый в виде головной боли.

При возрастании содержания в воздухе значения  $\text{CO}_2$  выше определенной величины человек начинает чувствовать себя дискомфортно, может впасть в дремотное состояние, возникают головные боли, тошнота, чувство удушья. Его влияние настолько постепенное и слабое, что его трудно сразу обнаружить. Этот предел индивидуален для различных людей – мужчин и женщин, детей. Однако до недавнего времени в отечественных документах отсутствовал норматив качества воздуха помещений для углекислого газа. Лишь гигиеническими нормативами [ГН 2.2.5.2100-06.] в 2006 году введена максимально разовая ПДК равная ( $27\ 000 \text{ мг/м}^3$ ) и среднесменная ( $9\ 000 \text{ мг/м}^3$ ) для воздуха рабочей зоны производственных помещений. Для сравнения: в США эти цифры составляют ( $58\ 740 \text{ мг/м}^3$ ) и ( $9\ 790 \text{ мг/м}^3$ ), соответственно. В соответствии с ГОСТ 8050-85 «При концентрациях более 5 % двуокись углерода оказывает вредное влияние на здоровье человека. При этом снижается объемная доля кислорода в воздухе, что может вызвать явление кислородной недостаточности и удушья».

В своих работах, английский ученый D. S. Robertson пишет, что уровень углекислого газа в атмосфере, при котором человечество может выжить, значительно ниже, чем предполагалось, поэтому безопасный для человека уровень углекислого газа требует пересмотра. Он рассчитал максимальный безопасный для человека уровень углекислого газа в атмосфере, составляющий  $834 \text{ мг/м}^3$ . Ученый также считает, что под влиянием углекислого газа, уровень которого выше указанной цифры, происходит снижение величины рН в сыворотке крови, что ведет к ацидозу. Симптомы начальной степени ацидоза следующие: состояние перевозбуждения и умеренная гипертензия. Далее к ним добавляются сонливость и состояние беспокойства и как следствие уменьшение желания проявлять физическую активность. Существует вероятность того, что когда концентрация углекислого газа в атмосфере достигнет  $834 \text{ мг/м}^3$ , а это может случиться раньше, чем через два поколения, здоровье, по крайней мере, некоторой части населения Земли, ухудшится.

В пресс-релизе ежегодной конференции Европейского респираторного общества в 2006 году были опубликованы результаты исследований, проведенных в пяти странах ЕЭС группой итальянских ученых. Исследования показали, что 68 % детей испытывают на себе негативное влияние  $\text{CO}_2$  выше уровня  $2000 \text{ мг/м}^3$ . У них наблюдалось тяжелое дыхание, одышка, сухой кашель и ринит чаще, чем у других детей. Были сделаны следующие выводы: у детей, находящихся в помещении с высоким уровнем  $\text{CO}_2$ , в 3,5 раза выше риск возникновения сухого кашля и в 2 раза – развитие ринита

ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях», предусматривает четыре класса качества воздуха в помещении в зависимости от концентрации углекислого газа:

1-й класс (оптимальный микроклимат, высокое качество) – концентрация углекислого газа не более  $400 \text{ см}^3/\text{м}^3$ ;



2-й класс (оптимальный микроклимат, среднее качество) – концентрация углекислого газа от 401 до 600 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;

3-й класс (допустимый микроклимат, допустимое качество) – концентрация углекислого газа от 601 до 1 000 см<sup>3</sup>/ м<sup>3</sup>;

4-й класс – недопустимо высокая концентрация углекислого газа, низкое качество воздуха – более 1 000 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

#### **Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха**

Человек дышит атмосферным воздухом с большим содержанием кислорода (20,9%) и низким содержанием углекислого газа (0,03%), а выдыхает воздух, в котором кислорода 16,3%, углекислого газа 4% (табл. 1).

Состав альвеолярного воздуха значительно отличается от состава атмосферного, вдыхаемого воздуха. В нем меньше кислорода (14,2%) и большое количество углекислого газа (5,2%).

Таблица 1. Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха

	Содержание газов (в %)		
	Кислород	Углекислый газ	Азот
Вдыхаемый	20,94	0,03	79,03
Выдыхаемый	16,3	4	79,7
Альвеолярный	14,2	5,2	80,6

#### **Вывод:**

1. Углекислый газ является токсичным для человека даже в относительно низких концентрациях. Его нельзя рассматривать только как индикатор эффективности вентиляции. Наилучшим для человека в помещении является уровень углекислого газа, максимально приближенный к атмосферному.

2. Концентрация СО<sub>2</sub> требует постоянного контроля в помещениях с пребыванием людей в промышленных городах и крупных мегаполисах, где промышленность и транспорт постоянно загрязняют атмосферный воздух углекислым и другими газами. Особенно это касается детских учреждений и других общественных зданий.

3. Рост углекислого газа в атмосфере, особенно в крупных городах из-за выбросов автотранспорта, предприятий энергетики и промышленности, вызывает необходимость в увеличении воздухообмена в помещениях с пребыванием людей. Это приводит к повышенным затратам энергии и увеличению выбросов СО<sub>2</sub> при ее выработке. Выход из ситуации заключается в достижении разумного оптимума между количеством приточного наружного воздуха и требуемой очисткой от углекислого и других газов.

#### **Решение проблемы вентиляция в современном мире.**

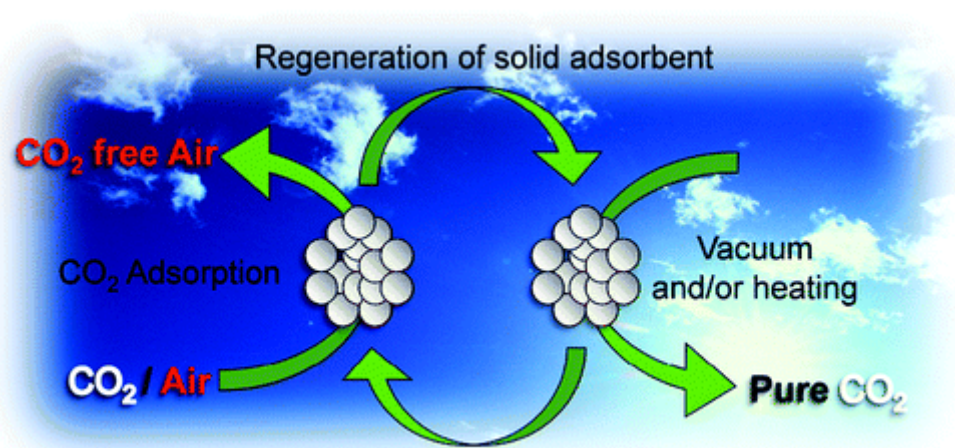
В современном мире существуют необходимые условия для проживания человека, к примеру зимой без отопления человек не будет получать комфорт от проживания в квартире, без электричества он не сможет получать те развлечения которые сейчас существуют и т.д, но в скором будущем, если выбросы углекислого газа не прекратят, то придется в каждом жилом доме устанавливать системы очистки воздуха, следовательно мы получим дополнительные затраты на оплату коммунально-бытовой услугу “вентиляция”. И если это произойдет, мы предлагаем простую схему очистки наружного воздуха.





Схема 1. регенерация удаляемого воздуха в жилом доме

### Новый материал очистит воздух от углекислого газа





Ученые сообщают об улучшении способа удаления диоксида углерода - основного парникового газа, который способствует глобальному потеплению - из дымовых труб и других источников, в том числе и атмосферы. Их отчет о процессе, который достиг одной из самых высоких степеней удаления углекислого газа, когда-либо известных, в реальных условиях, при содержании в воздухе влаги, опубликован в журнале Американского химического общества.

Алена Гепперт, Г. К. СурияПракаш, лауреат Нобелевской премии Джордж А. Ола и его коллеги объясняют, что ограничение выбросов углекислого газа (CO<sub>2</sub>) является одним из самых больших проблем, стоящих перед человечеством в 21 веке. Они указывают, что существующие методы для удаления углекислого газа из дымовых труб и других источников, в том числе атмосферы, являются энергоемкими и имеют много других недостатков. В целях преодоления таких препятствий, группа сосредоточила свое внимание на изучение твердых материалов на основе полиэтиленimina, легко доступных и недорогих полимерных материалов.

Их испытания показали, что эти недорогие материалы достигли одни из самых высоких показателей удаления углекислого газа для влажного воздуха, в условиях, в которых другие соответствующие материалы тормозят. После захвата углекислого газа, материалы легко его выпускают, так что CO<sub>2</sub> могут быть использованы в создании других веществ, или навсегда изолирован от внешней среды. Захват CO<sub>2</sub>, может быть произведен много раз без потери эффективности. Исследователи предполагают, материалы могут быть полезны на подводных лодках, в трубах или в открытой атмосфере, где они могли бы убирать загрязнения углекислым газом, что исходит от небольших точечных источников, таких как автомобили или дома обогреватели, что составляет около половины общего объема выбросов CO<sub>2</sub>, связанных с человеческой деятельности.

Простота подготовки твердых материалов на основе пирогенного кремнезема пропитанного полиэтиленimina (PEI), оказалась превосходной для адсорбентов, захватывающих углекислый газ непосредственно из воздуха. В первые часы экспериментов, эти адсорбенты эффективно удаляют весь CO<sub>2</sub> из воздуха, несмотря на очень низкую концентрацию. Влияние влажности на характеристики адсорбции и мощность была изучена при комнатной температуре. Регенеративной способности определялась также в короткой серии адсорбции / десорбции циклов.

### **Электроимпульсная обработка воздуха**

Ионизатор воздуха вырабатывает отрицательно заряженные ионы, в то время как застоявшийся (использованный) воздух содержит больше положительных ионов. Аргументация производителей ионизаторов воздуха сводится к тому, что чистый природный воздух содержит больше отрицательных ионов (на природе, особенно в горах, лесах, вблизи водопадов). Пыль, копоть, дым, пыльца растений, бактерии, аллергены и все твердые частицы воздуха заряжаются под воздействием ионизатора воздуха и начинают медленно дрейфовать к плюсовому электроду, в качестве которого выступают стены, потолок, пол, где и оседают. Воздух помещений очищается, но все загрязнения придется удалять со всех окружающих предметов и конструкций, это портит внешний вид комнат и считается недостатком люстр Чижевского. В противовес этому, производители приводят следующий аргумент: все то, что оседает на стены, потолок, пол, предметы без ионизатора воздуха находится в воздухе и человек это вдыхает. Ионизация воздуха инициирует реакции осаждения зловонных газов и аэрозолей. Так, сосуд, наполненный дымом, внезапно делается совершенно прозрачным, если внести в него острые металлические электроды, соединенные с электрической машиной, а все твердые и жидкие частицы будут осаждаться на электродах. Объяснение опыта заключается в следующем: как только между



электродами зажигается коронный разряд, воздух внутри трубки сильно ионизируется. Ионы воздуха заряжают частицы пыли. Заряженные частицы пыли движутся под действием поля к электродам, где и оседают.

Согласно санитарно-гигиеническим нормам допустимых уровней ионизации воздуха (СанПиН 2.2.4.1294-2003 от 16 июня 2003 года), минимально допустимая концентрация ионов в воздухе производственных и общественных помещений должна составлять 400 положительных или 400 отрицательных ионов на  $\text{см}^3$  воздуха. Максимальная же концентрация регламентируется на уровне 50 000 положительных или 50 000 отрицательных ионов на  $\text{см}^3$  воздуха. Для создания и поддержания необходимого аэроионного состава воздуха используют ионизаторы воздуха.



**ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ОТХОДОВ В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ КРАЯ****Алюков С.Р., Ковалева В.Н., Барсуков А.В.****научные руководители канд. техн. наук Авласевич А.И., канд. техн. наук****Оленев И.Б., канд. техн. наук Безруких В.Ю.***Сибирский федеральный университет, ООО «Балткотломаш»*

В настоящее время в основном используется способ обезвреживания коммунальных отходов - это захоронение на полигонах. Полигонный метод обезвреживания ТБО технологически несложен, однако требует больших земельных площадей, значительных капиталовложений, эксплуатационных и транспортных затрат. Находящиеся в почве отходы отравляют её, попадая через подземные воды в водоёмы, представляют огромную опасность для человека и животных. Почва на подземных свалках отравлена и разрыхлена, не пригодна для строительства, земледелия и выпаса скота. С поверхности почв над свалками испаряются едкие токсичные вещества. Затраты на борьбу с последствиями отрицательного влияния захоронений отходов, т.е. на охрану окружающей среды, здравоохранение, во много раз превышают расходы на строительство заводов по переработке ТБО. Отходы жизнедеятельности миллионных городов исчисляются сотнями тысяч тонн и кубометров. По данным департамента городского хозяйства Красноярск ежегодно на городские свалки вывозится в среднем 50 тыс. м<sup>3</sup> отходов – 24 самосвала в сутки, и это только уличный мусор. В районах с неблагоприятными климатическими и инженерно-геологическими условиями с многолетнемерзлыми породами строительство основания полигона становится крайне сложно. При захоронении твердых бытовых отходов (ТБО) на общегородских свалках и полигонах северных регионов возникает ряд проблем, которые не позволяют полноценно утилизировать ТБО без ущерба для окружающей среды: - длительный срок разложения отходов в условиях вечной мерзлоты; - особые условия для обустройства полигонов ТБО (дорогостоящие работы и материалы строительства); - дорогостоящая транспортировка — «длинное логистическое плечо» по доставке мусора из места сбора в точку утилизации (расстояния достигают 300-400 км); - нарушение экологического баланса, при этом выводятся из хозяйственного пользования огромные земельные участки, рядом с которыми запрещены любые виды жизнедеятельности. Все это требует разработки современных способов утилизации мусора, такие как сортировка и переработка во вторичное сырьё, а также сжигание. Но не просто сжигание, а использование в качестве источника тепловой энергии. Для решения этой задачи необходимы следующие технологические операции : а) транспортировка; б) сортировка (рис.1); в) подготовка крупно габаритных отходов; г) подача отходов в газогенератор; д) организация процесса газификации (рис.2); ж) утилизация твердых отходов после газификации.

Газификация представляет собой процесс частичного окисления, в результате которого горючие отходы преобразуются в синтез-газ. Синтез-газ — это уникальное сырьё для получения множества экологически чистых и дорогостоящих продуктов, таких как моторные топлива, различные удобрения, синтетический природный газ, водород, метанол и более сотни других различных продуктов.

Процесс газификации характеризуется практически нулевым уровнем выбросов, по сравнению с традиционным сжиганием отходов, а побочные продукты газификации (азот, аргон, сера и шлак) являются безопасными для окружающей среды.



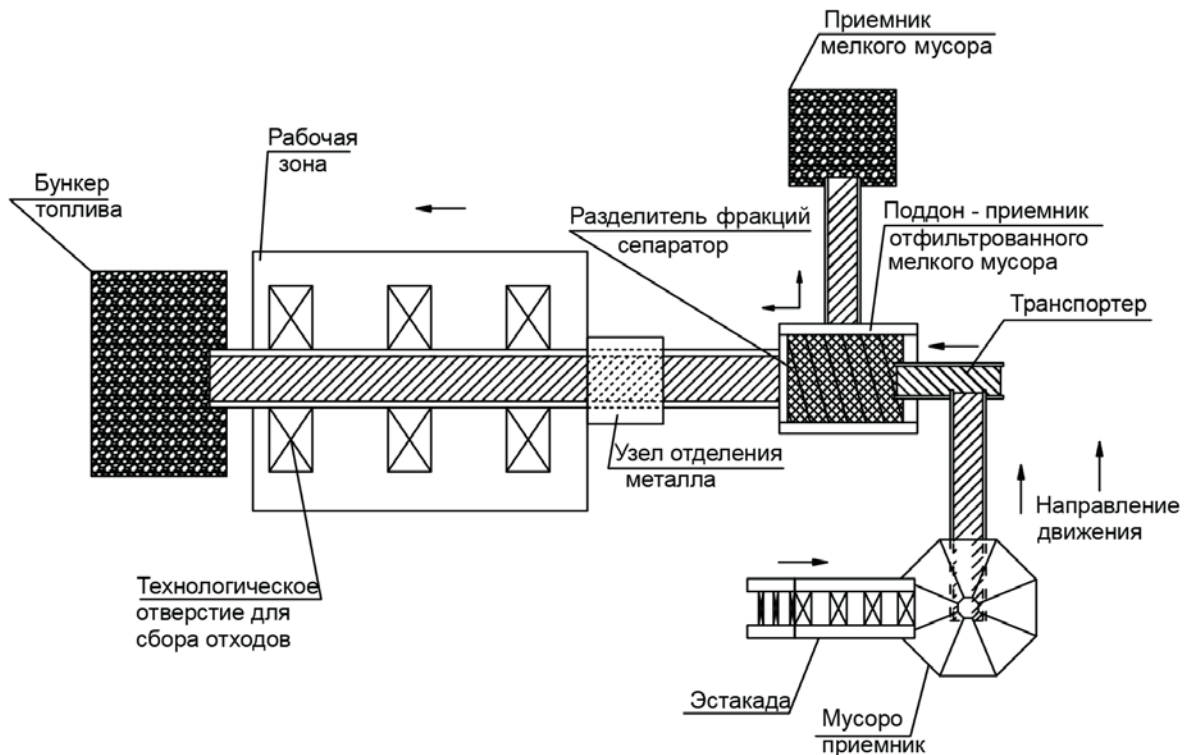


Рис.1. Схема процесса сортировки отходов

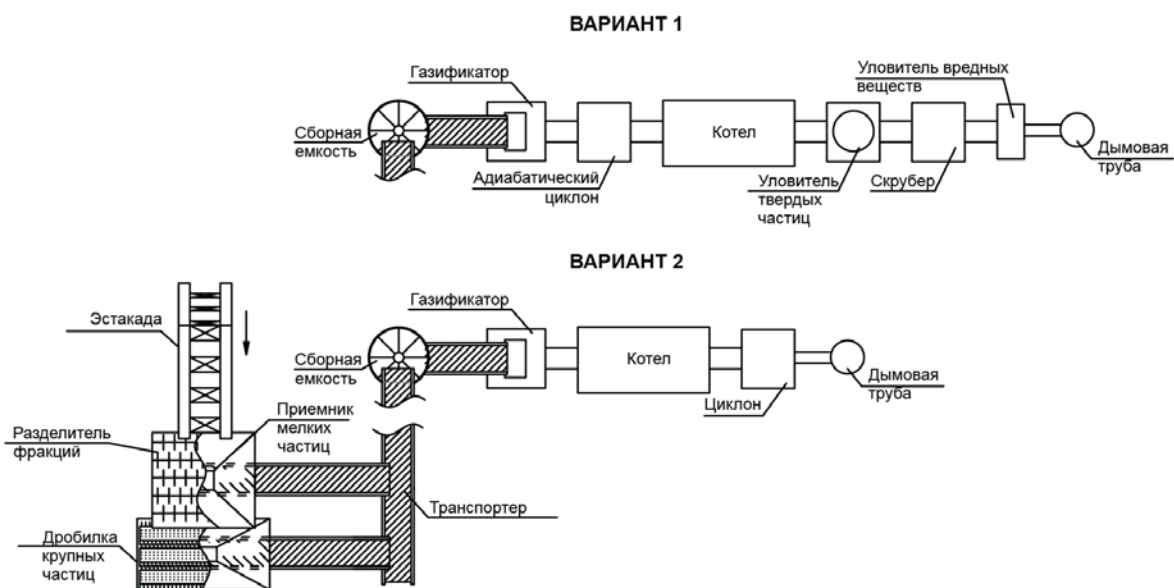
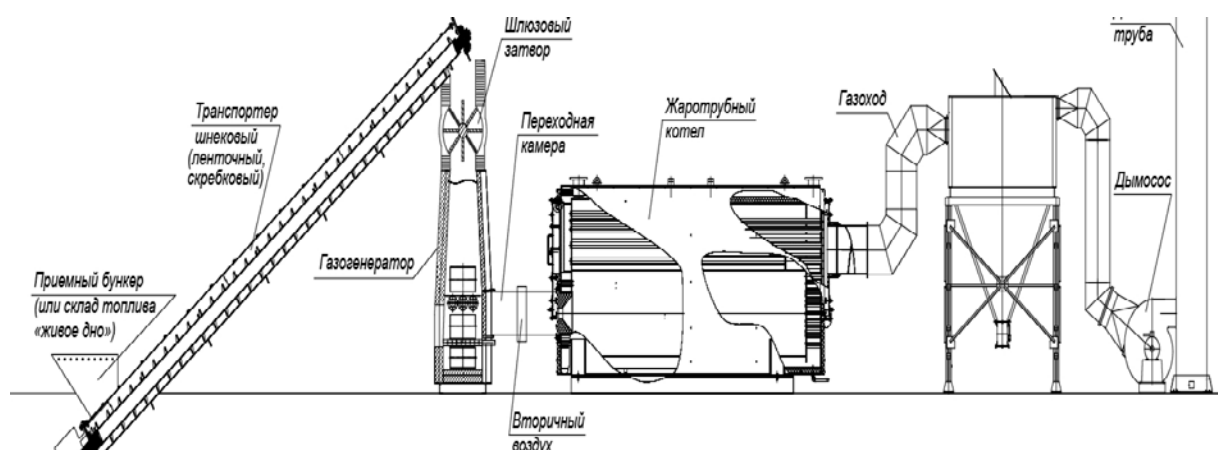


Рис. 2. Схема процесса термического обезвреживания

Вышеуказанная технология газификации твердого бытового мусора (ТБО) реализована на опытно – промышленной установке разработанной ООО «Балткотломаш» г. Санкт-Петербург. Складирование ТБО осуществляется на складе, который может быть оборудован тельферным погрузчиком, подвижным полом «живое дно» и т.д. ТБО по транспортеру поступает в газификатор, который не чувствителен к фракционному составу мусора (допускается небольшой процент мелочи и крупных

кусков до 100 мм) В газификаторе мусор газифицируется, а шлак в мелкодисперсном составе поступает на дожеговую колосниковую решетку, где происходит горение всех углеродных частиц в шлаке. Газы газификации поступают в переходную камеру, где поступает вторичный воздух (фактически-это газовая горелка) и газы сгорают в топочном объеме жаротрубного котла. Передав тепло в котле, продукты сгорания поступают в мультициклон, где очищаются от взвешенных частиц, а затем через дымосос выбрасываются дымовой трубой. Газогенератор работает непрерывно, что позволяет обеспечивать теплом потребителей в течение всего отопительного периода.



*Рис.3. Опытно-промышленная установка газификации отходов ООО «Балткотломаш»*

Данный способ газификации позволяет поддерживать температуру процесса выше  $950^{\circ}\text{C}$ , а установка адиабатического циклона после газификатора (на рис. 3 не показан) продлевает нахождение вредных веществ в высокотемпературной зоне более двух секунд, тем самым обеспечивает полное окисление углеводородов и безопасность продуктов сгорания.

Выводы:

1. Для северных районов Красноярского края не целесообразно использование полигонов для захоронения твердых бытовых отходов.
2. Для районов Севера целесообразно сжигать отходы в качестве источника тепловой энергии.
3. Разработана технология сжигания твердых бытовых отходов путем их газификации.
4. Установка газификации твердых бытовых отходов ООО «Балткотломаш», позволяет обезвреживать отходы и осуществлять экономию топлив, не требует предварительной подготовки мусора, отличается высокой надежностью, обеспечивает выполнение экологических требований к продуктам сгорания и позволяет резко снизить потребность в полигонах. Данная технология является высокоэкономичной и может рассматриваться как способ использования возобновляемых источников энергии

## **ПРОБЛЕМА ЕСТЕСТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ. РАЗРАБОТКА ДЕФЛЕКТОРА ЭЖЕКЦИОННОГО ТИПА**

**Кривогорницына И.Н.**

**научный руководитель канд. техн. наук, доцент. Панфилов В.И.**

*Сибирский федеральный университет*

Проблема естественной вентиляция жилых зданий актуальна на сегодняшний день. Все чаще поступают жалобы на вентиляцию, которые в прошлом практически отсутствовали, но в последние годы они стали обычным явлением, предметом разбирательств и судебных исков. Единственная причина жалоб на вентиляцию в нашей стране сегодня – это плохая и недостаточная вентиляция.

Специалисты говорят о плохой работе вентиляции в двух случаях.

Во-первых, когда она не обеспечивает нормативного воздухообмена в каждой из комнат, либо вытяжные вентиляционные решетки работают как приточные, открывая доступ в комнату воздуху из вытяжного коллективного канала (обратная тяга).

Во-вторых, когда вентиляция избыточна. Например, в зимнее время воздухообмен может в несколько раз превышать нормативное значение.

Климат большей части территории нашей страны благоприятен для применения естественной вентиляции, и такая вентиляция всегда считалась у нас оправданной для жилых домов массового строительства. Что же изменилось в настоящее время?

Главной причиной плохой, недостаточной вентиляции объясняется простым законом: нет вытяжки без притока. В старых домах инфильтрация была достаточной и даже чрезмерной: в домах стояли деревянные окна, в которых присутствовали щели и форточки – обязательная принадлежность каждого окна. Сейчас ситуация изменилась. Современные конструкции зданий из монолитного железобетона с окнами из стеклопакетов и с герметичными дверями квартир обладают очень низкой воздухопроницаемостью, инфильтрация, которая подразумевает поступление в помещение воздуха из окружающей среды, слишком мала для нормативного притока, а без притока нет и вытяжки.

Принцип действия естественной вентиляции в ее классическом исполнении основан на разности плотности воздуха снаружи и внутри помещения: движущая сила процесса, так называемое гравитационное давление, прямо пропорциональна разности плотностей воздуха и высоте вытяжного «теплого» канала.

Известны способы, улучшающие естественную вентиляцию:

### 1. Тепловое побуждение

Речь идет о подогреве вытяжных каналов. Для обеспечения расчетного воздухообмена в течение всего лета достаточно подогреть воткана на 15 °С выше температуры наружного воздуха.

### 2. Механическое побуждение

Где в приточных и вытяжных системах перемещение воздуха происходит за счет работы вентиляторов.

### 3. Ветровое побуждение

Сегодня мы будем рассматривать именно этот способ улучшения работоспособности систем естественной вентиляции. Ветровое побуждение – это использование энергии ветра для эрекции отработанного воздуха из вентиляционных каналов.



Такое устройство как, дефлекторе использует энергию набегающего ветра для создания разрежения у устья шахты, что усиливает вытяжку из помещения.

Виды дефлекторов весьма разнообразны. В основном они различаются конструкцией корпуса. Эффективность работы дефлектора зависит от его формы и высоты расположения. Чем большее сопротивление оказывает корпус дефлектора потоку воздуха, тем большее разрежение создает дефлектор. Самыми распространёнными дефлекторами являются статические дефлекторы серии ДС и дефлекторы АСТАТО.

Эти дефлекторы состоит из конических дисков, соединенных друг с другом стойками, два из которых выполнены усеченными, смещены по оси дефлектора друг относительно друга и обращены друг к другу малыми основаниями с образованием канала, напоминающего сопло Вентури. Нижний диск имеет центральное отверстие, равное диаметру трубы вентиляционного канала. Защитная сетка прикреплена к стойкам.

Достоинства:

1. Усиливают тягу в вентиляционном канале
2. Служат зонтом, защищающим от осадков.
3. Могут служить комбинированным средством ветрового и механического побуждения естественной вентиляции.

Недостатки:

В зимний период в периферии нижнего конуса может намерзать лед, вплоть до полной закупорки проходного сечения.

Еще один часто встречающийся вид - дефлекторы ЦАГИ. Они схожи по своей конструкции со статическими дефлекторами только имеющая защитная сетка представляет внешний цилиндр. Данный тип дефлектора имеет те же преимущества и недостатки.



*Рисунок 1. Дефлекторы АСТАТО и дефлектор ЦАГИ*

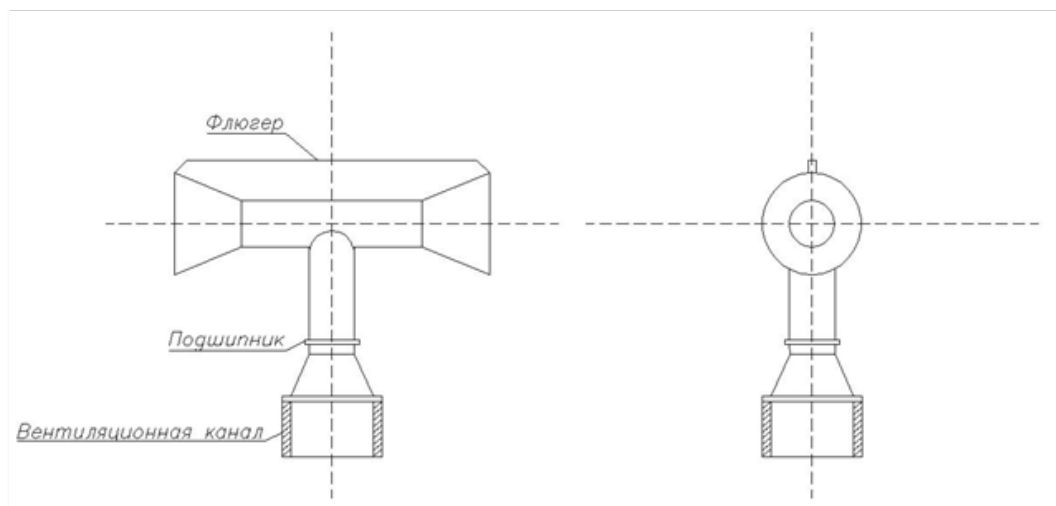
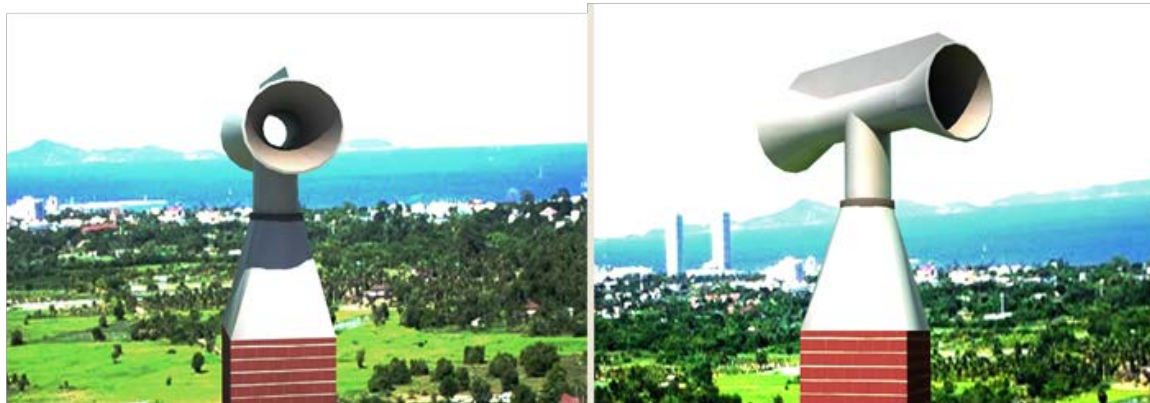
Нашей разработкой является дефлектор эжекционного типа с вращающимся корпусом, который располагается над вентиляционной шахтой.

Конструкция: Вращающийся элемент дефлектора представлен шарнирным механизмом. Сам корпус представляет собой соединенную вертикальную и горизонтальную трубу, на краях которой происходит расширение. Над вертикальной трубой имеется перегородка, которая служит флюгером.



Материал: Оцинкованное железо

Принцип работы: Флюгер помогает дефлектору принять положение по направлению ветра. Потoki ветра огибают внутреннюю часть, создавая разрежение в устье вертикальной трубы и увеличивая тягу.



*Рисунок 2. Дефлектор ижекционного типа*

Достоинства: Усиливают тягу в вентиляционном канале и защищает его от попадания осадков.

#### Список литературы

1. Багословский В.Н. учебник для ВУЗов ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ, Часть 2 «Вентиляция».
2. Харитонов В.П. статья «Естественная вентиляция с побуждением».



## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И МОНТАЖА СИСТЕМЫ НАПОЛЬНОГО И ПАНЕЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

В. А. Полуян

*Ростовский государственный строительный университет*

**Аннотация:** Проведено краткое описание нюансов монтажа и конструирования системы напольного отопления, даны рекомендации по монтажу «тёплого пола».

**Ключевые слова:** напольное отопление, панельное отопление, конвекция, тепловой комфорт, шаг укладки, краевые зоны, экономия энергии.

В 21 веке спрос на применение в большей степени систем панельно-лучистого отопления/охлаждения значительно увеличился. В Европе зачастую отдают предпочтение именно панельному/напольному отоплению. Для конструирования подобных систем применяют трубы различных известных европейских производителей и такую систему можно использовать достаточно долгое время без всяких проблем. На сегодняшний день экономические затраты на систему напольного/панельного отопления примерно сопоставимы с системой приборного отопления. При одновременном использовании панельного и радиаторного отопления, необходимо учитывать, что регулирование панельного отопления всегда должно осуществляться независимо от регулирования отопления радиаторного типа и система напольного отопления должна работать для создания теплового комфорта, а система приборного отопления для покрытия тепловых потерь помещений. Для систем панельного отопления требуется меньшая температура теплоносителя.

Напольная/панельная система отопления предполагает передачу тепла от всей поверхности пола/стены, а приборная система отопления – это точечные источники тепла.

За счет лучистого тепла в комнате всегда сохраняется постоянная температура. При температуре воздуха в помещении  $+20^{\circ}\text{C}$  средняя температура на поверхности пола в отопительном сезоне составляет  $23-24^{\circ}\text{C}$ , из чего видно, что разница температур составляет  $3-4^{\circ}\text{C}$ . А при радиаторном отоплении, при температуре радиатора  $50-60^{\circ}\text{C}$ , разница температур составляет  $30-40^{\circ}\text{C}$ . Именно большая разница температур является причиной сильной конвекции воздуха, которая способствует отрыву от поверхности пола и поднятию пыли вверх.

За счёт уменьшения температуры воздуха в помещении и увеличения площади теплообмена, напольное/панельное отопление экономичней на

12 %, чем радиаторное. Напольное/панельное отопление позволяет экономить полезное пространство и расширяет возможности для применения оригинальных идей в дизайне помещений и в расстановке мебели. Важное преимущество такого вида обогрева – отсутствие горячих металлических приборов, что снижает риск травматизма у детей. Вследствие использования пониженной температуры теплоносителя, панельное отопление не создает перепадов в температуре воздушных слоев – тем самым циркуляция воздуха (и пыли в том числе) минимальна. Данный фактор немаловажен для людей страдающих аллергией. Комфорт и экономия при использовании панельного отопления достигаются благодаря использованию низкотемпературного теплоносителя, но в свою очередь не следует избегать радиаторного/конвекторного отопления, так как конвективная составляющая у напольного отопления ниже и она должна присутствовать. Это также позволяет использовать альтернативные источники тепла с низкими температурами на подаче,



например, с тепловыми насосами или с солнечными коллекторами. Холодные полы в ваннах и санитарных помещениях с керамическим, мраморным или каменным покрытием также можно сделать теплее, используя напольное отопление. Экономия энергии происходит за счёт снижения температур внутреннего воздуха. Внутренний комфорт достигается благодаря незначительной конвекции. Отсутствие зон теплового перегрева или зон дискомфорта.

Во всех системах теплого пола под греющим контуром обязательно должен находиться слой теплоизоляции. В случае расположения отапливаемого помещения на полу на грунте необходимо применение слоя гидроизоляции. Для компенсации тепловых расширений стяжки пола, обязательна установка краевой ленты между стеной и стяжкой тёплого пола. При больших площадях в полу предусматриваются дополнительные температурные швы. Трубы, проходящие через эти деформационные швы, следует прокладывать в защитной гофротрубе [1].

#### **Теплоизоляция.**

При использовании напольного отопления тепло передается не только вверх, но и вниз. Если находящееся ниже помещение отапливается, то это тепло засчитывается как полезное тепло в его отопительной нагрузке. В противном



*Рис. 1. Пенополистиролл*

случае возникают тепловые потери. Соответствующая теплоизоляция под трубами препятствует этим потерям. Если обогреваемое помещение непосредственно примыкает

к грунту, то для теплоизоляции предусматривается дополнительная гидроизоляция. В качестве изолирующих используются материалы на вспененной основе.

#### **Гидроизоляция.**

Гидроизоляционный слой должен быть уложен в качестве защиты от влаги в виде





*Рис. 2.. Гидроизоляция перед укладкой контуров теплого пола*

строительной полиэтиленовой пленки номинальной толщиной 0,1-0,2 мм. В местах соединения пленочное покрытие следует уложить внахлест шириной 30 см [1].

#### **Демпферная (краевая лента).**

Демпферная лента дает возможность большего всестороннего теплового расширения для обогреваемого монолитного пола. Это необходимо, поскольку обогреваемые бесшовные полы из-за тепловой нагрузки подвержены большему расширению, чем необогреваемые. Благодаря



*Рис. 3. Краевая лента*

демферной ленте, уложенной между стеной и полом, тепловое расширение монолитного пола не окажет воздействия на стены, поскольку вдоль стены предусматриваются деформационные швы. Демферная лента должна иметь минимальную толщину в 10 мм. Для стен помещения, колонн и других постоянных элементов конструкции должно быть предусмотрено разъединение обогреваемого монолитного пола в форме огибающей демферной ленты. Лента должна быть выполнена из такого материала, который позволяет как минимум 5-и миллиметровое сжатие[1,2].

#### **Монолитный пол (стяжка).**

При заливке пола следует использовать добавки уменьшающие содержание в нем влаги. Это исключит образование воздушных полостей в слое бетона и увеличит

скорость прогрева пола. Высота монолитного пола зависит от его качества. Чтобы избежать контрастного пола в касе температуры его поверхности необходимо выдержать минимальную толщину стяжки над трубами. При обогреваемых полах выполненных на основе цементно-песчаного раствора это 45 мм [4]. При ангидридных монолитных полах необходимое минимальное покрытие от наружной поверхности труб 35 мм.

#### **Напольное покрытие.**

На стадии выбора напольного покрытия необходимо обратить внимание на теплопроводность материала и его способность воспринимать высокие температуры. Термическое сопротивление не должно превышать

$0,15 \text{ м}^2\text{К/Вт}$ , иначе само покрытие не пропустит необходимое количество тепла в помещение. Напольное покрытие (керамическая плитка, ламинат, ковры) следует выбрать заранее, то есть на стадии проектирования системы «тёплый пол» для того, чтобы корректно рассчитать необходимый тепловой поток, расход теплоносителя, диаметры контуров, шаг между трубами, рассчитать рабочую точку циркуляционного насоса иначе эта система будет работать не правильно.

#### **Деформационные швы.**

При больших площадях тёплого пола, каждый контур необходимо заливать отдельно друг от друга, оставляя между соседними контурами деформационные швы. Если требуется проложить трубу через деформационный шов, то к этой, на первый взгляд, не особо примечательной операции, следует подходить с особым вниманием и укладывать трубу в защитном кожухе, пересекающему этот деформационный шов, во избежание разрыва трубы [2].

Деформационные швы между контурами напольного отопления необходимо устраивать в случае, если одна из сторон контура превышает 8 метров, например, в случае отопления обходных дорожек бассейна ширина которых может быть около 1,5 м, а длина превышать 20 м.

#### **Трубы греющего контура.**

Трубы контуров тёплого пола заливаемые цементно-песчаным раствором должны иметь сертификаты соответствия. Трубы напольного отопления должны обладать кислородопроницаемостью менее  $0,1 \text{ г/м}^3$ . При использовании в качестве теплоносителя различные растворы гликолей следует учитывать характеристики труб данные производителем или вводить поправочные коэффициенты. В панельном отоплении обычно используются металлополимерные трубы следующего состава: первый слой из температуростойчивого полиэтилена либо сшитого полиэтилена, второй

слой из алюминия, сваренного встык, третий слой из полиэтилена высокого плотности либо сшитого полиэтилена. Слой алюминия толщиной от 0,2 до 0,5 мм позволяет сгибать трубу без надломов и в то же время повышает ее прочность. Кроме того алюминиевый слой служит барьером для проникновения в теплоноситель кислорода [3]. При расчёте греющего контура необходимо учитывать длину трубы в бухте, для того, чтобы предотвратить необходимость выполнения соединения труб и помещать это соединение в толщу пола. Исключением может быть – монтаж теплого пола из труб сшитого полиэтилена, соединения которых выполняются путём подвижной латунной гильзы, которую разрешается оставлять в стяжке пола.

#### **Отопительные коллекторы ("гребенки").**

Шкаф напольного отопления, как правило, состоит из распределительной и сборной гребёнки, циркуляционного насоса, трёхходового либо двухходового клапана с термоголовкой и накладным датчиком температуры, который устанавливается



подающую на гребёнку. Характеристика насоса постоянна, на коллектор подаётся расход теплоносителя с постоянным перепадом давления и для гидравлической увязки необходимо корректно подобрать диаметры контуров, а также выставить расходные значения на клапанах, которые установлены на гребёнке, чтобы добиться расчётных параметров расхода в контурах теплого пола. Клапан выступает в роли плавающей диафрагмы. Слив каждого из контуров "теплого пола"



*Рис. 4. Узел смешения тёплого пола*

производится принудительным способом с помощью компрессора или насоса. Принудительный слив производится через сливные штуцеры коллекторов.

#### **Шаг укладки.**

Минимальный шаг укладки отопительного трубопровода, который встречается в иностранных руководствах по монтажу, составляет 100-150 мм. Такого шага укладки можно добиться применяя трубы  $\varnothing 12 \times 2,0$  (труба из сшитого полиэтилена) в добавок к этому малые диаметры позволяют повысить скорость теплоносителя во избежание завоздушивания контуров тёплого пола.

#### **Список литературы**

1. HERZ Armaturen Ges. m. b. H. A-1230 Wien, Richard-Strauss-Straße 22
2. Крупнов Б. А., Шарафадинов Н. С. Р У К О В О Д С Т В О по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха//. 2006 С. 87-98.
3. ГОСТ Р 52134-2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления».
4. СНиП 2.03.13-88 ПОЛЫ



## ПОВЫШЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ ПРОЛОЖЕННЫХ В СЛОЖНОМ ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ РЕЛЬЕФЕ МЕСТНОСТИ

Титов В.Н.

научный руководитель д-р техн. наук Липовка Ю.Л.

*Сибирский Федеральный Университет*

Современные города имеют сложные, протяженные, разветвленные тепловые сети. В условиях роста города, потребители тепла значительно удалены от источников теплоснабжения. Это связано как с застройкой территории, так и с выносом предприятий по производству тепловой энергии за пределы городской черты, с целью улучшения экологического состояния города. Характерными проблемами данных сетей являются высокие потери как тепловой энергии, так и гидравлические потери потока движения жидкости. Проблемой перемещения теплоносителя является не только потеря энергии на трение и местных сопротивлениях, но и в условиях геодезических изменений рельефа, потери на преодоление статического сопротивления. В связи с большим перепадом высот появляется нехватка энергии напора, либо излишняя кинетическая энергия.

Построив условный пьезометрический график тепловой сети, не брав в учет потери на трение и местные сопротивления (рис.1), где через каждые 4000 м., происходит повышение геодезической высоты на 50 м., мы увидим, что через каждые 4000 м., появляется нехватка гидравлического напора жидкости в подающем трубопроводе и переизбыток в обратном трубопроводе.

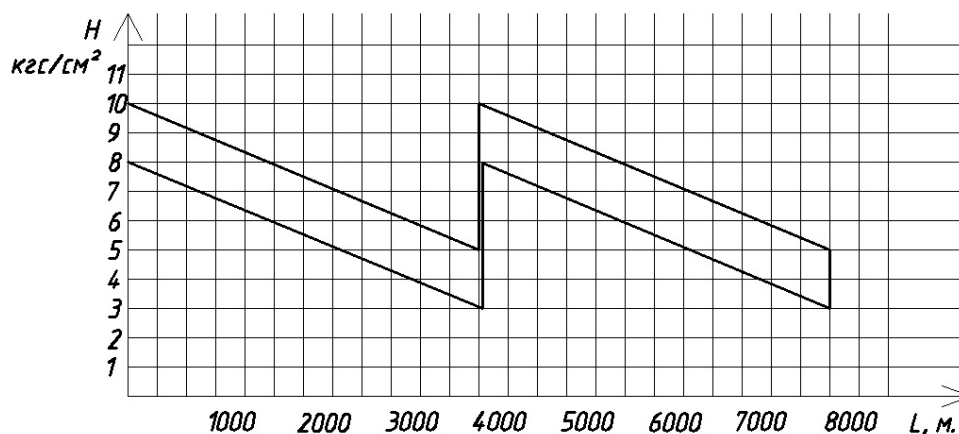


Рисунок 1. пьезометрический график тепловой сети

Применяя регулирование данной тепловой сети существующим способом, получим график, показанный на рис. 1. Принципиальная схема регулирования показана на рис. 2.



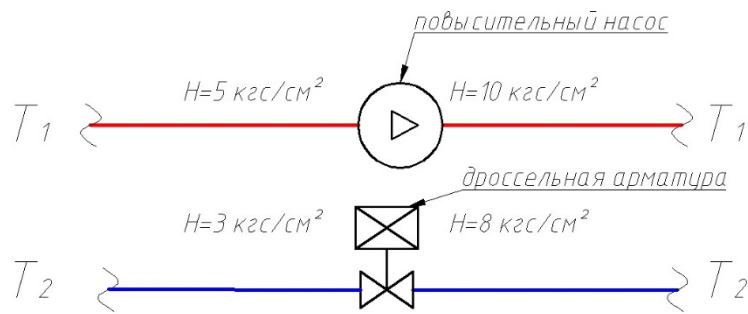


Рисунок 2. принципиальная схема регулирования тепловой сети

Анализируя данную схемы, видно, что для поддержания работоспособности системы необходим повысительный насос способный поднять давление в подающей сети на  $5 \text{ кгс/см}^2$ , и дросселирующая арматура, способная понизить напор в обратном трубопроводе на  $5 \text{ кгс/см}^2$ .

Применяя данный подход управления системой теплоснабжения города в сложных геодезических условиях возникают следующие минусы:

1. Повысительные насосы затрачивают не малое количество электроэнергии, что в итоге влияет на конечную стоимость продукта;

2. В процессе перехода кинетической энергии в потенциальную, где энергия движения жидкости излишняя, в сети происходят гидроудары, которые негативно влияют на безопасную эксплуатацию тепловых сетей и срок их службы.

С целью применения «лишней» энергии потока движения жидкости группа ученых предлагает применять гидротаранный генератор Марухина-Кутьенкова [1]. Авторы идеи используют эффект гидроудара - явления, возникающего при резкой остановке потока жидкости в замкнутом объёме. При этом из-за практической несжимаемости жидкости её кинетическая энергия преобразуется в ударную волну, распространяющуюся по жидкости от места остановки, в обратную сторону, и обладающую большой разрушительной силой.

Минусом данного генератора является его не изученность и высокие затраты на производство и эксплуатацию, которые в конечном счете могут оказать более худший эффект чем стандартный способ решения.

Мною предлагается использование более рационального способа применения энергии, путем замены насосно – повысительных станций - центральными тепловыми пунктами, с применением теплообменников. Данная принципиальная схема показана на рисунке 2.

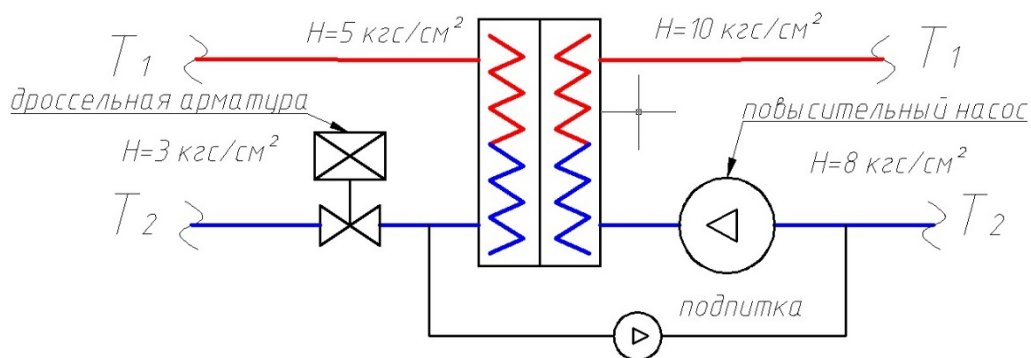


Рисунок 2. принципиальная схема независимого регулирования тепловой сети

Рассматривая данный вариант регулирования тепловой сети, видно значительное сокращение требуемого увеличения напора в трубопроводе  $T_1$ , и снижение требуемого дросселирования в трубопроводе  $T_2$ . Для поддержания работоспособности тепловой сети, используя данную схему, необходим повысительный насос способный поднять давление в подающей сети на  $2 \text{ кгс/см}^2$ , и дросселирующая арматура, способная понизить давление на  $2 \text{ кгс/см}^2$ .

Применяя предложенный вариант регулирования тепловой сети в сложных геодезических условиях с высоким перепадом местности, мы добиваемся уменьшения затрат на эксплуатацию сетей, так как повысительный насос требуется значительно меньшей мощности, и повышаем уровень надежности и долговечности системы, уменьшая требуемое дросселирование тепловой сети.





## МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ЗДАНИЙ

Шмидт В.К.

Сибирский федеральный университет

Изменение средней скорости теплоносителя приводит к изменению потерь давления в системе и, соответственно, к изменению характеристик насосов. С возрастанием скорости увеличивается установленная электрическая мощность насосов (рисунок 1). Стоимость самих насосов при этом увеличивается с увеличением средней скорости в системе.



Рисунок 1. Зависимость электрической мощности насосов от скорости теплоносителя

Для подбора циркуляционного насоса необходимо определить требуемые его подачу  $V_n$ , м<sup>3</sup>/ч и напор  $P_n$ , кПа (или м.вод.ст.). Подача насоса соответствует расчетному расходу в системе отопления  $V_n = V_{co}$ . Требуемый напор определяется суммой составляющих потерь давления в циркуляционном кольце – потерь давления участков основного циркуляционного кольца  $\sum \Delta P_{уч}$ , потерь в теплообменнике со стороны вторичного теплоносителя  $\Delta P_{то}$ , сопротивления фильтра  $\Delta P_{ф}$  и сопротивления обратного клапана  $\Delta P_{ок}$ .

$$P_n = \sum \Delta P_{уч} + \Delta P_{то} + \Delta P_{ф} + \Delta P_{ок}$$

При увеличении средней скорости движения теплоносителя в системе базовая стоимость системы отопления, которая включает в себя стоимость сети трубопроводов и стоимость насосов, уменьшается. Стоимость сети трубопроводов системы отопления уменьшилась почти на 20 %.

Изменение средней скорости теплоносителя приводит к изменению потерь давления в системе и, соответственно, к изменению характеристик насосов. С увеличением средней скорости движения теплоносителя в системе отопления

увеличивается расход электроэнергии на перекачку среды, то есть при перекачке одного и того же расхода среды эксплуатационные затраты существенно меняются.

Прогноз изменения стоимости электроэнергии в зависимости от средней скорости движения теплоносителя в системе отопления показан на рисунке 2.

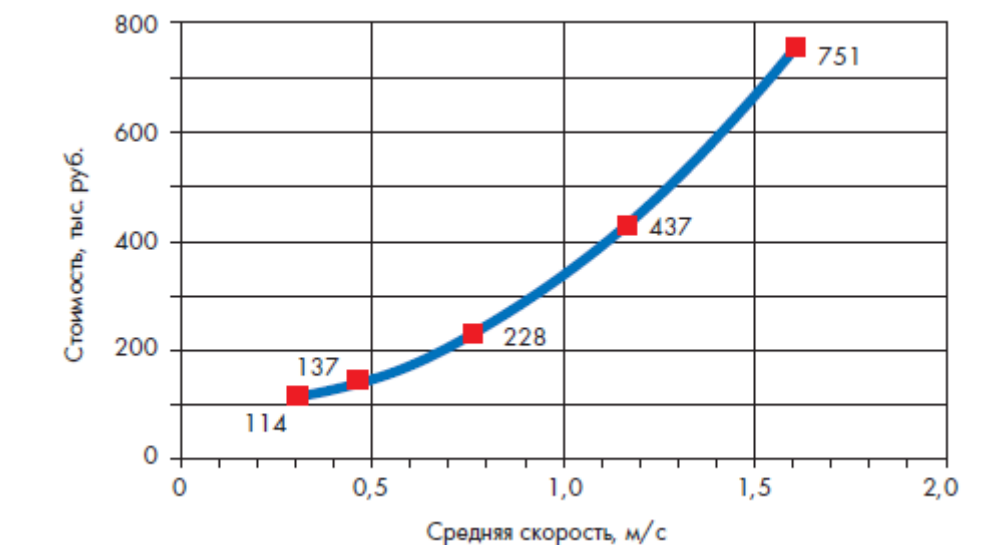


Рисунок 2. Зависимость стоимости электроэнергии от средней скорости движения теплоносителя за период эксплуатации системы отопления 10 лет

При увеличении средней скорости движения теплоносителя в системе базовая стоимость системы отопления, которая включает в себя стоимость сети трубопроводов и стоимость насосов, уменьшается. Стоимость сети трубопроводов системы отопления уменьшилась почти на 20 % [1].

Таким образом, учет инвестиционной составляющей за присоединение электроэнергии показывает, что экономически оптимальная скорость движения теплоносителя соответствует минимально допустимым скоростям. Кроме того, следует отметить, что в процессе эксплуатации стальных трубопроводов со временем их живое сечение «зарастает», приводя к увеличению линейных гидравлических потерь на 30–50 %. Применение вместо стальных трубопроводов полимерных принципиально не меняет технико-экономическую оценку. Стоимость системы отопления с использованием полимерных трубопроводов вместо стальных возрастает с учетом насосов и фитинга на 5–12 % в зависимости от средней скорости теплоносителя. Линейные гидравлические потери, а следовательно, и расход электроэнергии на перемещение рабочей среды в полимерных трубопроводах значительно ниже, чем в стальных [2].

При проектировании трубопроводных систем следует обратить внимание на ряд обстоятельств:

- Удельные линейные потери в сети при одной и той же скорости движения среды возрастают с уменьшением диаметра трубопровода. Так, при скорости в 1 м/с линейные потери для полимерного трубопровода диаметром 40 x 3,7 составляют 372 Па, а с уменьшением диаметра до 20 x 2 возрастают почти в 2,5 раза до 907 Па. В этой связи в сложных трубопроводных сетях следует принимать на участках с малыми диаметрами скорости движения среды ниже средней, а с большими диаметрами выше средней.

- Следует избегать избыточной регулирующей арматуры на трубопроводных сетях. Нередко в процессе проектирования закладывается «запас» производительности

насосов и целые группы балансировочных клапанов для дросселирования этого «запаса» в процессе наладки, что приводит к перерасходу энергии на работу систем.

- На крупных объектах следует применять зонирование трубопроводных сетей, в том числе и по критерию «энергоёмкость». Слишком протяженные сети требуют значительно большего напора нагнетателей и большего расхода электроэнергии по сравнению с зональными системами.

Так же, как и в системах отопления, значительный потенциал энергосбережения может быть реализован в водопроводных сетях, системах холодоснабжения, теплоснабжения калориферов, вентиляции и кондиционирования воздуха. Уменьшение рабочих скоростей в трубопроводных сетях улучшает и акустический режим работы инженерных систем.

Учитывая, что до 80 % электроэнергии в системах жизнеобеспечения зданий приходится на привод насосов и вентиляторов, оптимизация гидравлических и аэродинамических режимов работы инженерных систем позволит радикально снизить энергоёмкость зданий при сравнительно небольших затратах.

#### **Список использованных источников**

1. *Еремкин А.И., Королева Т.И.* Тепловой режим зданий.– М.: Изд\_во АСВ, 2000.– 368 с.

2. DINV 4701\_10:2002. Belblatt 1. Energetische Bevertung heiz\_undraum\_lufttechnischer Anlagen. Heizung, Trinkwassererewarmung, Luftung.



## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

Юдин А.В.,

научные руководители д.т.н. Емельянов Р.Т., доцент, к.т.н. Енютина Т.А.

*Сибирский федеральный университет*

Основной принцип действия тепловых труб, основанный на использовании гравитации, был изобретен еще в век пара. Современные концепции, которые базируются на использовании капиллярного эффекта, были предложены Р. С. Гауглером в 1942 г. году. Независимо от него преимущества капиллярных систем были продемонстрированы Джорджем Гровером в 1963 г.

Тепловая труба представляет собой устройство, обладающее очень высокой теплопередающей способностью. Если характеризовать ее эквивалентным коэффициентом теплопроводности, то он оказывается в сотни раз больше, чем у меди. Конструктивно тепловая труба представляет собой герметичный сосуд (чаще всего цилиндрическую трубу), заполненный жидкостью-теплоносителем. Высокая теплопередающая способность ее достигается за счет того, что в тепловой трубе осуществляется конвективный перенос тепла, сопровождаемый фазовыми переходами (испарением и конденсацией) жидкости-теплоносителя. При подводе теплоты к одному концу тепловой трубы жидкость нагревается, закипает и превращается в пар (испаряется). При этом она поглощает большое количество теплоты (теплота преобразования), которое переносится паром к другому более холодному концу трубы, где пар конденсируется и отдает поглощенную теплоту. Далее сконденсированная жидкость опять возвращается в зону испарения (рис.1).

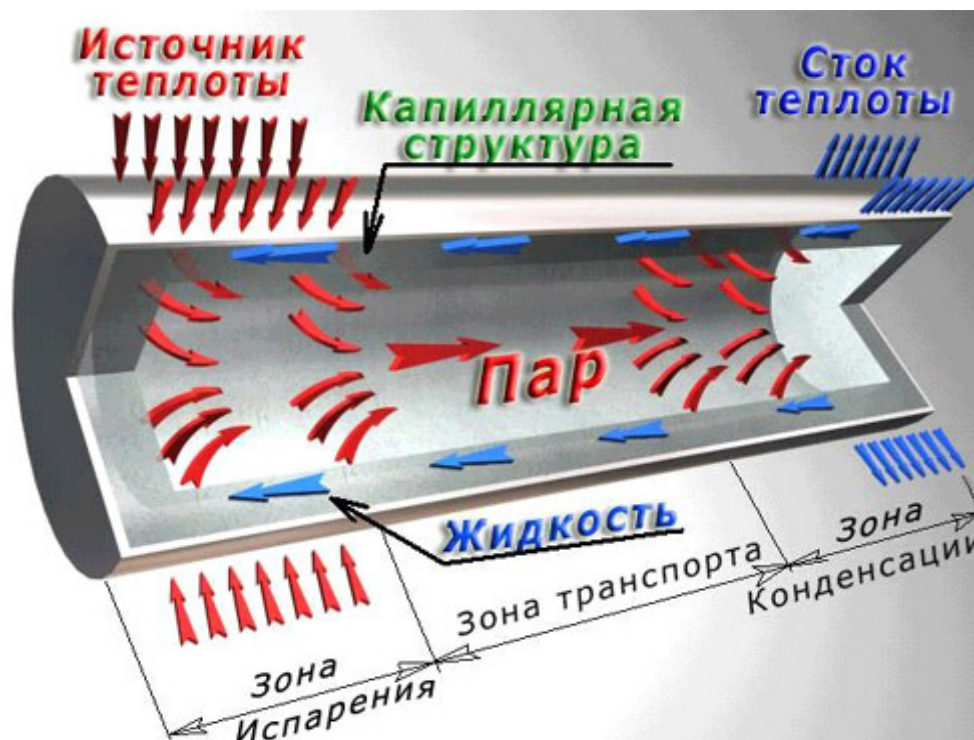


Рисунок 1. Схема тепловой трубы

Основными преимуществами таких тепловых труб являются: высокая эффективность теплообмена, автономность работы, малый вес и габариты, высокая надежность.

Тепловая труба может иметь различные формы и габариты. Внутренний диаметр труб составляет от нескольких миллиметров до десятка сантиметров, длина - до нескольких метров. Для изготовления корпусов и капиллярных структур (фитилей) используются стекло, керамика, различные металлы и сплавы. В качестве жидкостно-теплоносителя используются как легко испаряемые жидкости (ацетон, аммиак, фреоны) для низкотемпературных труб, так и вода, ртуть, индий, цезий, калий, натрий, литий, свинец, серебро, висмут и неорганические соли для труб, работающих при высоких температурах.

Внутри труб могут устанавливаться фитили для перемещения жидкого рабочего тела. Наиболее часто встречающимся типом фитиля является плетеная проволочная сетка или саржевая ткань, которая может быть изготовлена из многих металлов. Нержавеющая, монелевая и медная проволоки могут быть сплетены в сетку с очень малыми размерами пор. Выпускаются также металлические и керамические войлоки и металлические пенообразные материалы, которые с успехом могут быть использованы в качестве материала фитилей тепловых

Наиболее характерными областями применения тепловых труб являются энергетика, машиностроение, электроника, химическая промышленность, сельское хозяйство. Широкое применение находят тепловые трубы при обеспечении тепловых режимов космических аппаратов, для охлаждения электронных приборов и систем, для создания регенеративных теплообменников. Так, например, современные космические аппараты связи проектируются на основе специальных несущих панельных конструкций, которые буквально на каждом сантиметре пронизаны тепловыми трубами. Очень широкое применение тепловые трубы получили также и в различных приборах и системах электронной и медицинской техники, в энергетике и химической отрасли.

Сейчас в мире активно разрабатываются проекты с применением тепловых труб, которые позволяют эффективно использовать энергию альтернативных и возобновляемых источников энергии, в частности, грунта. Уже осуществляются конкретные работы по передаче тепловой энергии из глубин земли на поверхность для того, чтобы обогреть многоэтажные здания за счет геотермальной энергии.

Тепловые трубы использовались в Сибири для замораживания болот с целью создания «ледяных дорог», чтобы по ним можно было проехать тягачам: зимой трубы отводили тепло грунта, и болото замерзало.

Вот еще одно интересное применение тепловых труб - на железнодорожных «стрелках». Зимой на стрелочных переводах может появиться наледь, образуется риск плохого смыкания, что может обернуться аварией. А если под стрелку подвести тепловую трубу в несколько метров и закопать ее в землю, то благодаря теплу земли можно обеспечить подогрев стрелки и избежать обледенения. Обходчику не нужно раз за разом долбить лед.

Тепловые трубы позволяют создавать простые, экономичные и надежные теплообменные аппараты, обеспечивающие развитие современных энергосберегающих технологий выдвигает актуальную задачу создания теплопередающих устройств на базе тепловых труб крупногабаритных элементов (корпуса телескопа, радиаторов-охлаждателей, термоплат и др.).

Итак, что же конкретно привлекает конструкторов в тепловых трубах? В первую очередь, это возможность передачи сотен ватт и даже киловатт — скрытая теплота испарения характеризуется очень солидными величинами (тысячами джоулей на грамм



вещества). И если испарять массу жидкости порядка нескольких граммов в секунду, то с паром будет переноситься тепловой поток, оцениваемый киловаттами или десятком киловатт. Другая интересная особенность — это возможность концентрации тепловой энергии (системы тепловых труб могут работать в комплексе с большим количеством тепловых источников и гибко конфигурироваться под различные задачи). А в компьютерной области применения тепловых труб актуальной становится возможность развить большую площадь теплоотдающей поверхности далеко за пределами теплонагруженной области.

Наиболее характерными областями применения ТТ являются энергетика, машиностроение, электроника, химическая промышленность, сельское хозяйство. В каждой из этих отраслей они могут использоваться для утилизации низкопотенциальных вторичных энергоресурсов. Наибольшее применение ТТ находят при температуре ВЭР от 50 до 250 °С, поскольку в данном температурном диапазоне нет необходимости использовать дорогостоящие материалы и теплоносители.

Теплообменники на тепловых трубах (ТТТ) - разновидность рекуперативных теплообменников с промежуточным теплоносителем. Аппараты применяются в качестве воздухоподогревателей для промышленных процессов, в системах отопления и вентиляции помещения, для кондиционирования воздуха, в агрегатах-утилизаторах животноводческих ферм и т. д.

Для передачи теплоты по криволинейным каналам могут быть использованы гибкие тепловые элементы. Гибкость достигается установкой в корпус трубки (между испарителем и конденсатором) гибкого элемента типа сильфона или изготовлением трубки из какого-либо пластического материала с использованием обычных металлических секций для подвода или отвода теплоты.

Таким образом, тепловые трубы позволяют передавать значительные тепловые потоки при требуемой геометрии устройства, просты в эксплуатации, надёжны и долговечны в работе.

