

## ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**В. Д. Волков**

*Заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов  
Воронежского архитектурно-строительного университета*

Трудно переоценить значимость энергосберегающих технологий в строительном производстве и, в первую очередь, в жилищном строительстве.

«Сначала мы делаем дом, а затем дом делает нас», – заметил в свое время У. Черчилль. В 2006 году кубометр газа в Европе будет стоить около \$200, считает зампреда правления Газпрома, гендиректор Газэкспорта Александр Медведев. Большинство же котельных, используемых для отопления жилых и общественных зданий, работают на газе, следовательно, расходы на отопление в структуре оплаты услуг жилищно-коммунального комплекса будут неуклонно возрастать. Единственный выход – рационально использовать имеющиеся тепловые мощности, сокращать теплопотери. Здесь необходимо решать триединую задачу:

- строительство теплосберегающих домов;
- поиск технических и технологических решений, направленных на снижение стоимости и повышение КПД теплогенерирующих установок;
- снижение теплопотерь при транспортировке и отоплении.

Предлагаемый обзор составлен по материалам Интернет-публикаций.

В последние десятилетия мировым сообществом была проделана большая работа по осмыслению ситуации, в которой оказалась наша цивилизация. Были выделены ключевые проблемы, которые составили существо принятой мировым сообществом программы «Повестка дня на XXI век». Развитие городов и жилищная проблема в быстро урбанизирующемся мире как две ключевых проблемы стали основными темами второй по значимости мировой программы «Повестка дня Хабитат». После принятия этих программ наступил этап поиска различных механизмов их осуществления. Одним из механизмов, позволяющих произвести экологическую реконструкцию городов, является жилищное строительство. Главная задача администраций всех уровней – создать условия, когда люди будут строить для себя экологическое жилье с применением новых, экологически эффективных технологий, учитывающих местные традиции и природно-климатические

условия. Это позволит начать сложную и долгосрочную экологически ориентированную реконструкцию городов и нашей жизни в целом. Для успешной экологической реконструкции городов профессионалам необходимо выработать такие градостроительные концепции, которые будут учитывать и местные традиции, и действующие тенденции, и природно-климатические условия, и лучшие примеры из мировой практики. В наше время сформировались условия, при которых обеспечение жильем может не только решить социальные проблемы, но и уменьшить антропогенную нагрузку на окружающую среду, улучшить экологическую обстановку в населенных пунктах.

Примером может служить строительная концепция, выработанная в Новосибирском институте теплофизики РАН, получившая название «Экодом». Экодом – это дружелюбный окружающей природной среде, комфортабельный, очень теплый индивидуальный или сблокированный дом с приусадебным участком. Экодом оборудован собственной системой отопления, использующей, в дополнение к традиционным вариантам, солнечный обогрев дома и солнечный нагрев воды для бытовых нужд. Все органические отходы жизнедеятельности в простейших биореакторах перерабатываются в удобрение и используются на приусадебном участке (для утилизации органических отходов достаточно небольшого участка). Благодаря заложенным свойствам экодома у семьи, живущей в нем, возникает независимость от надвигающегося энергетического кризиса, роста цен на жилье и коммунальные услуги, возможность самообеспечения качественным питанием.

В идее экологического жилья заложено восстановление используемой воды и земли, а также наращивание биологической активности приусадебного участка и, следовательно, экодом повышает способность среды к жизнеобеспечению, то есть люди, живущие в экодомах, превращаются в биологически активную силу, восстанавливающую, а не угнетающую окружающую среду. Экодом обеспечивает существенно более высокое качество жизни.

Технология создания и эксплуатации экологического жилья – пример возможности экономически выгодного использования альтернативной энергетики. В качестве важных факторов устойчивого развития поселений можно рассматривать переход на энергообеспечение за счет солнца, биогаза, ветра и воды, сокращения затрат на отопление.

### Строительство дома

Независимо от жилищной концепции основополагающим фактором, который необходимо принимать во внимание при строительстве тепло-сберегающего дома, является выбор строительных материалов.

В соответствии с современными требованиями, направленными на решение задач по энергосбережению и снижению эксплуатационных затрат в строительстве, традиционные строительные материалы (железобетон, пенобетон, кирпич, дерево) не способны в однослойной ограждающей конструкции обеспечить требуемое значение термического сопротивления. Оно может быть достигнуто лишь в многослойной ограждающей конструкции, где в качестве утеплителя применяется эффективный теплоизоляционный материал.

Анализ конструктивных решений ограждающих конструкций, ориентированных на новейшие технологии, в том числе, на системы наружной теплоизоляции, вентилируемые ограждения, трехслойные конструкции и опыт, накопленный в регионах РФ при разработке этих решений на практике, привел к выводу, что оптимальным техническим решением, удовлетворяющим одновременно всем предъявляемым выше требованиям к наружным стенам в большинстве случаев являются мелкие многослойные блоки с эффективным плотным утеплителем на гибких стеклопластиковых связях.

В разработке технологии производства многослойных блоков, проектировании и производстве технологического оборудования, разработке рекомендаций по возведению зданий из многослойных блоков приняли участие ряд производственных, строительных и машиностроительных предприятий, научно-исследовательские и проектные институты. Основными разработчиками явились ООО «Магнолит», ЗАО «Теплостен», ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя России, ООО «СКТБ МПСМ». Научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы по разработке номенклатуры многослойных блоков и освоению производства технологического оборудования были проведены в течение 1997–2004 гг. В настоящее время производство многослойных блоков по стендовой технологии освоено рядом предприятий. Разработанная система строительства из многослойных блоков получила название «Полиблок».

Блоки предназначены для возведения наружных ограждающих конструкций (несущих, само-

несущих, ненесущих для заполнения каркасов) жилых, общественных, отапливаемых промышленных и сельскохозяйственных зданий с нормальным тепловлажностным режимом внутренних помещений.

Блоки представляют собой трехслойную конструкцию: наружный и внутренний основные слои из поризованного бетона на пористых заполнителях, соединенные стеклопластиковыми связями. Наружный основной слой дополнительно имеет лицевой декоративно-защитный слой из бетона плотной структуры на пористых заполнителях. Средний слой – термовкладыш из пенополистирола. Внутренний основной слой может иметь лицевой слой из мелкозернистого бетона плотной структуры для стен под сплошную шпательку.

Типоразмеры блоков: длина 200, 400, 600 мм; ширина 300, 400 мм; высота 200 мм; толщина пенополистирольного вкладыша 50–200 мм. Разработаны четыре основных типа блоков с переменной толщиной блока и утеплителя в зависимости от требуемой несущей способности стен и теплофизических характеристик, предъявляемых к стенам. В зависимости от назначения выпускают следующие блоки: рядовые, проемов, угловые, сопряжений, поясные, эркерные, фронтонные, декоративные.

Широкая гамма блоков (около 100 типов) позволяет возводить здания любой конфигурации во всех климатических зонах Российской Федерации.

Альтернативным, особенно для районов с умеренным климатом, может оказаться освоение технологии выпуска и использования для строительства домов кирпича, аналогичного производимому на челябинском кирпичном заводе «Афина». Кирпич изготавливается буквально из отходов – из золы, остающейся после производственных циклов ТЭЦ. Раньше ее просто сбрасывали в отвалы, занимая значительные площади города. Перед тем, как «Афина» взялась за утилизацию золошлаковых отходов, промышленники подумывали уже найти новое место для их захоронения. Теперь эта проблема отпала. Причем с экологической точки зрения новый кирпич из легкого материала ничуть не хуже, а по уровню радиации имеет даже меньшие показатели, чем обычный красный или силикатный кирпич.

«Термолюкс» – так назвала «Афина» свое детище – хорошо дышит, обладает высокой тепловой инерцией. Стена из «термолюкса» выходит более чем в два раза теплой, чем стена из привычного нам кирпича. Точные размеры кирпича позволяют не тратить лишнего раствора на его укладку. Этому же способствует и то, что верхняя постель кирпича сплошная: раствор не проваливается в пустоты и не нарушает теплотехнические свойства материала. Воздушные перемычки внутри кирпича расположены в шахматном порядке, так что не образуется «мостиков холода», по которым лютые морозы пробирались бы

в тепло квартир. Единственную сплошную линию образует внешняя тычковая стенка, но если и сами кирпичи при кладке располагать в шахматном порядке, то этот «мостик холода» уравновесится пустотами соседнего кирпича. Получается своеобразный термос...

Другими словами, здания, возведенные из «Термолюкса», обеспечивают жильцу комфорт, владельцу значительно сокращают расходы на отопление, а попутно ни много ни мало решают экологические проблемы захоронения золошлаковых отходов. Надо заметить, что по всей России (да и в мире, судя по вниманию иностранцев) так больше никто не утилизирует золу, есть только редкие случаи, когда ее подмешивают, скажем, в цемент-600, доводя его до уровня цемента-400.

### **Генерация и транспортирование тепла**

О том, какие источники лучше, во все времена было достаточно споров, и в каждом случае есть свои плюсы и минусы. Скажем, производство атомной энергии (при соблюдении четкой дисциплины, что всегда зависит от людей) обходится дешевле и экологичней, нежели деятельность множества ТЭЦ; но атомные реакторы в каждом городе не поставишь, стало быть, встает вопрос о транспортировке энергии в отдаленные точки, а здесь возможны свои потери. В каждом конкретном случае, в каждой местности есть свои особенности и свои оптимальные решения и здесь уместнее всего начинать с проведения энергетических обследований – именно они покажут все слабые места и поставят наиболее актуальные вопросы, которые и решаться будут в зависимости от местных условий. Во-первых, и сами недостатки могут быть разными, а во-вторых, возможностей применять новые технологии много, но у каждой из них свой срок окупаемости, и всегда приходится искать «золотую середину», чтобы и о будущем позаботиться, и самому до этого будущего дотянуть.

Итак, котельная. Первый вопрос в ней, конечно, касается КПД установленных котлов. В большинстве муниципальных котельных часто стоит устаревшее оборудование с очень низким КПД, а то и вовсе используются котлы кустарного производства, КПД которых даже никогда не измерялся. Кроме того, не производится необходимая профилактическая обработка котлов – можно представить, к чему это приводит при качестве нашей воды и прочих «местных условиях».

Далее, при традиционной схеме теплоснабжения, как правило, отсутствует специальная подготовка исходной воды или она недостаточна. В результате этого происходят интенсивные отложения на внутренних поверхностях нагрева, их коррозия, а отсюда и ухудшение качества сетевой воды, используемой на бытовые нужды. Потому сейчас уместен переход на разделенные

контуры котловой и сетевой воды с установкой пластинчатых теплообменников. В среднем переоборудование системы окупается в срок от пяти до восьми лет, а затем начинает давать уже чистую экономию. Также уместна специальная обработка подпиточной воды при помощи специальных антинакипинов. Далее, возможна установка дополнительных поверхностей нагрева на «хвосте» котла, если температура отходящих газов превышает нормативные цифры. Так называемые водяные экономайзеры окупаются за 3–4 года.

Традиционным для России типом обогревателя является бойлер. Но вместо бойлеров возможно устанавливать пароструйные насосы, которые могут одновременно и воду нагревать, и по трубам ее перекачивать – тогда отпадает необходимость в дополнительных насосах с электроприводом. Окупается такой насос в течение года-двух в зависимости от модели.

Есть в традиционных технологиях и такая ниша, как редуцирующие охлаждающие установки при паровых котлах и на иных ТЭЦ. В них бесполезно сбрасывается давление пара, которое можно использовать для получения электроэнергии. Такая процедура совершается в противодавленческих турбинах. Окупаются они за срок от девяти месяцев до двух с половиной лет.

В отдельных местах, где затруднено теплоснабжение от централизованных систем отопления, можно устанавливать локальные и даже крышные котельные, окупающиеся за 2–3 года.

Также можно помнить о том, что большинство котлов не газоплотные, другими словами, могут при работе «присасывать» извне холодный воздух, увеличивая нагрузку на мощности и понижая температуру. Так что не лишним будет все потенциальные щели тщательно уплотнить.

Эффективным теплогенератором является выпускаемый ООО «Термакс» ряд котлов, позволяющих сжигать: уголь, любой нефтекокс, природный газ, древесину, в том числе деревоотходы, включая опил, разработанный и запатентованный совместно с теплофаком УГТУ-УПИ (профессор Филипповский Н. Ф.). При этом дрова можно сжигать без предварительного превращения древесины в щепу. Вершинник и отходы деловой древесины требуют лишь распиловки на куски длиной от 1 до 1,5 м, они могут быть любой влажности.

Беспровальная водоохлаждаемая колосниковая решетка – запатентованное изобретение, которое и позволяет эффективно сжигать не только упомянутую древесину, но и рядовой несортированный уголь (котел мощностью 800 кВт с КПД 82% в среднем за сезон позволяет сэкономить минимум до 100 тыс. рублей), нефтяной кокс (отходы нефтеперегонки), низкосортный местный переизмельченный уголь из открытых разрезов с зольностью до 70%. Разработаны и успешно эксплуатируются котлы мощностью от 50 до 200 кВт для пристроенных котельных с топкой

длительного горения, загрузка топлива в которую осуществляется 2–3 раза в сутки. При этом не нужны протяженные тепловые сети, можно обходиться без постоянного обслуживающего персонала. Важно отметить, что выпускаемые твердотопливные котлы без особых переделок могут быть переведены на сжигание газообразного топлива в случае газификации и, наоборот, при установке их для сжигания газа возможно сжигание в них угля в аварийном режиме.

Как уже было сказано, за производством следует транспортировка, и здесь также можно терять или сохранять энергию.

Что происходит в трубах в разные времена года, каким напряжениям они подвергаются? Проще всего будет объяснить это на примере опрессовок – тех самых летних отключений воды, когда жильцы целый месяц, а то и больше уныло подогревают на плите всякие тазы и кастрюльки. Что же именно происходит в этот самый месяц в наших тепловых сетях, почему одни жители оказываются «счастливее» других, кто виной в задержках и кого хвалить за досрочные подключения?

Как ни печально вычеркивать дни на календаре, ожидая горячую воду, лучше делать это летом, нежели зимой, когда неожиданно прорвется обветшавшая труба. Вот и подвергают коммунальные артерии сверхнагрузкам. Сначала, в апреле, их ожидают тепловые испытания. Температура теплоносителя поднимается так, что трубы порядком расширяются, и в некоторых местах сальниковые компенсаторы, соединяющие трубы, дают течь. Считается, что максимальная температура проверки должна достигать где-то 150–170 °С, но топлива, как известно, не так много, и реально цифра колеблется обычно в районе 120–130 °С (в большие уральские морозы температура в трубах достигает примерно этих же отметок).

Когда все неисправности устранены, начинается второй этап испытаний, когда давление в трубах поднимается до 16 атмосфер. Вот тут и начинается разлом хлестать вода из всех старых и новых щелей. Город местами превращается в «котлованные скопления», движение на дорогах тоже становится неровным из-за многочисленных раскопок. Но случается и так, что после замены кусков труб и наложения всяческих заплат при повторной опрессовке образуются новые прорывы, иногда совсем рядом со старыми, и приходится заново раскапывать чуть ли не то же самое место. Да и в целом аварии бывают разной степени сложности: одни можно устранить в течение 8–10 часов, на другие требуются дни. Длительность ремонта зависит и от того, какая служба его выполняет, какие у нее имеются на данный момент материалы, сколько еще случилось аварий в это же самое время в других местах сети. Иногда порядочное время уходит и на то, чтобы выяснить, кто отвечает за то или иное повреждение. Есть также участки, находящиеся в частном

владении, с ними у коммунальщиков больше всего проблем, потому что никому не подконтрольные частники не торопятся ремонтировать свои трубы.

По существующим нормативам в год должно заменяться до 35 километров теплотрассы, только тогда ее можно будет содержать в нормальном состоянии. Муниципалитеты на такие цифры давно не выходит. Например, для Челябинска полтысячи одновременных повреждений – дело сегодня не удивительное. И с каждым годом ремонт сетей все более осложняется.

Но относительно благополучные участки (где новые трубы или воздушная прокладка) все-таки изредка встречаются, испытания там проходят быстро, и горячую воду в домах включают досрочно. Бывают задержки с подключением в отдельных домах, где местные участки трубопровода находятся в таком состоянии, что ЖЭК не успевает произвести их починку в нужные сроки. Причина чаще всего все та же – нехватка материалов и средств.

Это «текущие» проблемы текущих труб. По всему миру сейчас начинают переходить с металлических труб на трубы, в изготовлении которых используется пластик, а изолируются они при помощи не минваты, а пенополиуритана.

Эксплуатация 1 км теплотрассы диаметром 159 мм из труб с пенополиуретановой изоляцией дает экономический эффект в год 13 тысяч долларов США. Тот же показатель для труб диаметром 426 мм составляет 36 тысяч долларов. Расчет этот произведен с учетом нормативных потерь тепла, тогда как фактически они превышают допустимые государственным стандартом в два-три раза...

Состояние нынешних теплосетей видно невооруженным глазом. Парят колодцы, в местах залегания тепловых коммуникаций тает выпавший снег, и бродят в поисках еды довольные поворотом судьбы птицы. С так называемой «воздушки» срывают оболочку, и куски минеральной ваты разносятся ветром по улицам города, дробясь и оседая в легких людей. А на оголенных трубах в лучшем случае греются бомжи, в худшем – тепло попросту уходит в воздух. При вскрытии подземных сетей специалисты также видят голый металл: минвата оседает на дно траншей.

Использование новой изоляции может значительно изменить ситуацию. На 20–30% снижается стоимость строительства, теплопотери уменьшаются в 3–4 раза, снижаются и эксплуатационные затраты. Долговечность труб с ППУ-изоляцией – 30 лет без капитального ремонта. (Для обычных труб эта цифра составляет 7–12 лет). Итак, преимущества налицо, а в траншее продолжают укладывать минвату.

Любую технологию имеет смысл применять только с выполнением всех ее пунктов: например, как бы ни были хороши трубы, если рабочие неверно заварят стык, он, конечно, потечет.



А в нашей стране все как-то экономят на том, на чем не надо бы экономить. Например, при пенополиуритановых трубах хороша специальная система оперативно-дистанционного контроля: вдоль труб под изоляцией закладываются проводки, которые выводятся либо на диспетчерский пункт, либо просто на поверхность в специальных местах, где к ним может подойти и снять показания обходчик. Если труба дает течь, то электропроводимость среды меняется, соответственно, по сигналу можно достаточно точно вычислить, где именно произошла авария.

### Отопление

Экономия или потери тепла подомовой разводки зависят не только от материала труб, но и, конечно, от эффективности всех конструкций и строений, начиная от свойств кирпича или технологии укладки кровли, продолжая правильной системой разводки труб в доме (без которой невозможна нормальная теплорегуляция), и кончая вопросом о теплосчетчиках. Застройщики новых зданий могут очень существенно повлиять на экономичность будущего жилья. Причем к вопросу необходимо подходить комплексно, если не хватает одной из необходимых составляющих – рушатся и остальные.

Известно несколько принципов, на которых строится регулирование отопительной системы. У нас наиболее распространено эквитермальное регулирование. Оно настраивает отопительный режим на основании температур, измеряемых в образцовом помещении и вне дома. В усовершенствованном виде оно может учитывать и температуру обратного теплопровода, но не обеспечивает режимы, когда необходимо быстрое изменение температурных установок или когда требуется поддержание постоянной разницы температур в различных помещениях. Поэтому происходит переотапливание одних помещений и недоотапливание других, что приводит к потерям тепла и дополнительным затратам. Этих недостатков можно избежать, используя иной принцип – термостатический. Однако он должен быть осуществлен комплексно – иначе эффект будет тот же, что у часовщика, который вдруг решит «сэкономить» на каком-то колесике и не вставит его в часы.

Итак, один из очевидных шагов – установка термостатических вентилях в отдельных радиаторах. Это приведет к максимальной экономии тепла при значительном повышении комфорта проживания, поскольку в зависимости от солнечного излучения, излучающих тепло бытовых приборов, человеческого фактора расходы радиаторного отопления могут быть сокращены. Во время отсутствия жильцов целесообразно поддерживать стабильную температуру, поддерживающую экономное отопление пустой квартиры – таким образом, помещения не могут

быть избыточно отоплены или чрезмерно охлаждены. Практика показывает, что такой метод ведет к экономии на 18–30% большей, чем при эквитермальном регулировании.

При внедрении термостатических радиаторных вентилях закономерно встает вопрос о регулировке разницы давлений, поскольку принципиально изменяются гидравлические соотношения во всей отопительной системе. Частичные решения здесь не оправдывают себя (появляются такие проблемы, как неравномерное отопление, шум и иные производственные неполадки). Поэтому регулировка наиболее эффективна, когда производится в рамках целой системы, для чего необходимо достигнуть соглашения между хозяином объекта, эксплуатационщиком теплосети и поставщиком тепла. Вопрос этот едва ли не самый сложный, однако, вполне решаемый.

Для автоматической регулировки разницы давлений на объекте хорошо зарекомендовали себя мембранные регулировочные вентилях. Разработаны специальные интеллектуальные реле, которые учитывают разницу давлений между подающим и обратным трубопроводом и нужным образом регулируют обороты нагнетающих насосов при помощи изменения напряжения частоты питания. Другими словами, при закрытии термостатических вентилях увеличивается давление, реле уменьшает обороты насоса, и поток остается постоянным. Такая регуляция снижает потребление электроэнергии насосом на 40–60%, причем значительно увеличивается срок эксплуатации отопительной системы, поскольку она не подвергается отклонениям и экстремальным значениям рабочего давления. Зарубежная практика показывает, что кроме уже упомянутой экономии при правильно определенных размерах насосов непрерывание давления дает еще и ощутимое повышение надежности пассивных элементов системы.

В системах, которые в совершенстве регулируются, созданы все условия для точной и надежной системы начисления оплаты за фактические расходы на отопление. Как показывают расчеты, в среднем температура в панельных домах без измерения и регулировки подаваемого тепла оказывается на 4 °С выше, чем в коттеджах с самостоятельным отоплением. А каждый дополнительный градус – это 6% роста потребления теплоэнергии. В итоге получаем разницу в 24%. Очевидно, что при постоянном росте цен на тепло такое положение экономически невыгодно. И потому следующим шагом на пути уменьшения расходов будет установка теплосчетчиков в каждой комнате здания.

Квартиры, как правило, снабжаются теплоносителем с нескольких стояков, и использование дорогостоящих абсолютных измерителей тепла (по несколько штук на квартиру) было бы невыгодно. Удобнее всего применять для учета так назы-

ваемые пропорционаторы. Они измеряют потребленное тепло в относительных цифрах, и затем, исходя из общедомового расхода, вычисляется доля каждого потребителя. Причем если раньше в практике использовался пропорционатор-испаритель, на показания которого влияли и дополнительные источники тепла, то теперь разработано электронное устройство, считывающее информацию непосредственно через подсоединенный к радиатору контакт. Существуют также технологии дистанционного снятия показаний – без необходимости входить в каждую квартиру.

После внедрения теплосчетчиков полностью меняется отношение к проблеме у потребителей. Теперь и они заинтересованы в том, чтобы уменьшить свой «вклад» в потребление теплоэнергии.

Чешский опыт внедрения подобной системы регулирования и учета говорит сам за себя. Всего десяток лет назад, когда эта работа только началась, ситуация в стране была подобна нашей, но вот первые смельчаки-новаторы решились установить систему в общественных домах. На следующий год на сэкономленные средства они смогли установить утепленные окна, что тоже дало свой эффект, дальше – больше... Комфорт проживания намного возрос, и за «пионерами» потянулись все прочие.

Сегодня около 90% жилья Чехии охвачено подобными системами. Еще одна из новых технологий касается использования электрической

энергии для отопления. С одной стороны, такую технологию желательно бы избегать, поскольку получается двойная переработка ресурсов. Но с другой стороны, есть в этом деле и свои особенности. В частности, перед всеми электростанциями стоит вопрос использования энергии, вырабатываемой в ночное время. Понятно, что большинство энергии тратится в рабочее время, меньше в вечернее, а ночью пользуются электричеством в основном только заводы, работающие круглосуточно. А турбину просто так не выключишь и не включишь; стало быть, ночью она вынуждена работать вхолостую, перегружая трансформаторы. И если бы эту энергию научиться использовать с помощью аккумуляторов, это было бы выгодно и в экономическом, и в экологическом отношении. Такие теплонакопители уже существуют. Теплоаккумулирующее ядро нагревается за ночь до 650 °С и понемногу отдает тепло в течение дня. Для потребителя выгода состоит еще и в том, что ночная энергия отпускается в большинстве городов по специальному ночному тарифу, который в среднем вдвое ниже дневного.

Для локальных потребителей (в саду, в деревне), которые не подключены к централизованному теплоснабжению, удобно использовать маленький газовый котел, который можно запросто повесить на стенку, а энергией он обеспечит весь дом. Выигрыш здесь заключается в том, что тепло не теряется при передаче его по трубам.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ БЕЛОРУССКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ

### Установки мембранной очистки воды

Установка включает набор фильтрующих модулей – мембранных элементов рулонного типа и фильтров предварительной очистки воды. Управление очисткой осуществляется посредством пульта с контрольно-измерительной аппаратурой и дросселем регулировки давления. Модульная конструкция установки, широкая гамма мембранных элементов (УФ, НФ и ОО) и предфильтров (матерчатые, пористые металлические, полимерные и т.д.) позволяют применять установку в широком диапазоне изменений параметров по компоновке установки, ее габаритам, производительности, мощности, а также степени очистки воды в зависимости от условий технологического процесса. По сравнению с традиционно используемыми предлагаемые установки мембранной очистки воды позволяют:

- повысить качество очистки воды в 3–10 раз;
- повысить производительность очистки воды в 1,5–2 раза;
- снизить энергоёмкость процесса очистки воды в 2–3 раза;
- снизить стоимость оборудования по сравнению с зарубежными аналогами в 1,5–2 раза.

Ознакомится с описанием и заполнить выражение интереса в сотрудничестве можно через прямую ссылку в Интернет:  
<http://80.94.168.54/ShowRequests/ShowTitlesOff.aspx?loc=1&ru=1&id=120>