

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ»

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

ЧАСТЬ 1

по дисциплине «Основы энергосбережения»

для студентов специальности Т.19.05.00, 70.04.02 - «Теплогазоснабжение,
вентиляция и охрана воздушного бассейна»

НОВОПОЛОЦК 2008

Содержание

1. Введение
- 1.2 Политика энергосбережения в Республике Беларусь. Государственная Программа Республики Беларусь «Энергосбережение»
2. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В ОБЛАСТИ РЕСУРСОВ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ
3. Виды ТЭР. Условное топливо. Тепловой эквивалент. Учёт расходования ТЭР.
- 4 Традиционные способы получения тепловой и электрической энергии
5. ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ. ТОПЛИВО И ЕГО СВОЙСТВА
6. Энергосбережение в зданиях и сооружениях. Бытовое энергосбережение.
- 6.1. Потребление ТЭР в жилищно-коммунальном хозяйстве Республики Беларусь
- 6.2. Опыт зарубежных стран в бытовом энергосбережении
- 6.3. Тепловой баланс индивидуального жилого дома (зданиях)
7. Бытовое энергосбережение
8. Тепловая изоляция зданий методом «Термошуба»
9. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ
10. Применение биогаза
- 10.1. Общие сведения о получении биогаза
10. 2. Биогазовые установки

1. Введение

Основные социальные и экономические достижения общества связаны с использованием энергии, энергетических ресурсов. Сегодня доступность энергии стала для нас привычным явлением, без которого трудно обойтись каждую минуту и без которого сложно представить жизнь современного общества. В тоже время огромно техногенное воздействие на окружающую среду современных объектов энергетики и промышленности. Основной причиной данного явления можно назвать не гармоничность сегодняшней модели потребления и производства в обществе. Для удовлетворения растущих энергетических потребностей необходимо мобилизовать ещё больше капиталовложений. Но есть альтернативный путь, который показала нам Центральная и Западная Европа после первого нефтяного кризиса – это путь самообеспеченности энергоресурсами за счёт развития программы энергосбережения во всех сферах – от собственного жилья до промышленности и транспорта. Энергосбережение подразумевает эффективное использование энергоресурсов за счёт внедрения перспективных энергосберегающих технологий, оборудования и материалов, модернизацию производства, переход на безотходные, малоотходные ресурсосберегающие и ресурсозаменяющие технологии, использование вторичных материальных ресурсов, переход на местные виды топлива при одновременном улучшении среды и условий жизнедеятельности человека. Такой путь энергосбережения топливно-энергетических и материальных ресурсов определён в Директиве Президента Республики Беларусь № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» от 14.06.2007 г. Поставлена задача для всех отраслей экономики снижать удельные материальные затраты на единицу выпускаемой продукции при одновременном росте производства и его модернизации. Так же, необходимо снизить энергоёмкости валового внутреннего продукта в 2010 году не менее чем на 31 процент, в 2015 году не менее чем на 50 процентов, в 2020 году не менее чем на 60 процентов к уровню 2005 года /1/.

Для нашей республики важно также изучение и использование возобновляемых энергетически чистых источников энергии, прежде всего, энергии солнца и ветра /1/, /6/.

Для индивидуальных и небольших потребителей энергии перспективно развивать применение биогазовых установок, отечественных установок для сжигания быстрорастущей древесины. В республике важно развивать использование нетрадиционных способов получения энергии, вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), возобновляемых источников энергии (ВИР), развитие малой гидроэнергетики и т.д.

Основной целью курса «Основы энергосбережения» рассматриваемой дисциплины является формирование у каждого студента 3-го курса основных понятий дисциплины, дать знания и понимание вопросов и задач государственной политики в области энергосбережения; знание по традиционным источникам энергии, вопросам производства, распределения и потребления энергии; ознакомить с мировыми и отечественными показателями, программами и мероприятиями по эффективному использованию энергетических ресурсов; ознакомить с основными нормативными законодательных актов Правительства Республики Беларусь направленных на развитие политики энергосбережения; научить принципам энергоэффективного освещения и бытового энергосбережения; дать знания по организации и управлению энергосбережением в жилищно-коммунальном хозяйстве, на производстве; изучить способы тепловой изоляции зданий, применение и расчёты биогазовых установок, установок для сжигания.

1.1 Основные понятия курса «Основы энергосбережения». Мировые и государственная (Республики Беларусь) энергетические программы и программы в области энергосбережения.

Для изучения курса «Основы энергосбережения» необходимо знать основные понятия /1/:

Определение: **Энергосбережение** – это организационная, научная, практическая, информационная деятельность государственных органов, юридических и физических лиц, направленная на снижение расхода (потерь) топливно-энергетических ресурсов в процессе их добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства, использования и утилизации.

Определение: **Эффективное использование топливно-энергетических ресурсов** – это использование всех видов энергии экономически оправданными, прогрессивными способами при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении законодательства.

Определение: **Показатели энергоэффективности** – научно обоснованная абсолютная или удельная величина потребления топливно-энергетических ресурсов (с учётом их нормативных потерь) на производство единицы продукции (работ, услуг) любого назначения, установленная нормативными документами.

Определение: **Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР)**– это совокупность всех природных и преобразованных видов топлива и энергии, используемых в республике.

Определение: **Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР)**– это энергия, полученная, в ходе любого технологического процесса в результате неиспользования первичной энергии или в виде побочного продукта основного производства и не применяемая в этом технологическом процессе.

Определение: **Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов** – это достижение максимальной эффективности использования ТЭР при существующем уровне развития техники и технологий и соблюдении законодательства.

Определение: **Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии** – это источники электрической и тепловой энергии, использующие энергетические ресурсы рек, водохранилищ и промышленных водостоков, энергию ветра, солнца, редуцируемого природного газа, биомассы (включая древесные отходы), сточных вод и твёрдых бытовых отходов.

Определение: **Пользователи топливно-энергетических ресурсов** – это субъекты хозяйствования независимо от форм собственности, зарегистрированные на территории РБ в качестве юридических лиц или предпринимателей без образования юридического лица, а также другие лица, которые в соответствии с законодательством РБ имеют право заключать хозяйственные договоры, и граждане, использующие ТЭР.

Определение: **Производители топливно-энергетических ресурсов** – это субъекты хозяйствования независимо от форм собственности, зарегистрированные на территории Республики Беларусь в качестве юридических лиц, для которых любой из видов топливно-энергетических ресурсов, используемых в республике, является товарной продукцией.

Мировой нефтяной кризис начала 70-х годов дал резкий толчок усилиям западных развитых стран по снижению энергоёмкости промышленности и выработки политики энергосбережения, причём процесс подъёма энергоэффективности /22/ занял примерно 10...12 лет. Принятые меры, в странах имеющих недостаток собственных ТЭР, особенно в Великобритании, Дании, Ирландии, Люксембурге позволили совершить достаточно резкий скачок, повысив энергоэффективность на 25...32% уже к 1980 году /22/ (№ 11, 1997 г., с.4-7). Значительные успехи были достигнуты *в первую очередь перестройкой отраслевой структуры*, направленной на уменьшение удельного веса наиболее энергоёмких и материалоемких отраслей и производств, вытеснением их в развивающиеся страны.

Большинство развитых стран, в целях снижения негативных последствий от нефтяного кризиса и недостатка собственных энергоресурсов, а так же чтобы исключить зависимости от поставщиков нефти и в целях обеспечения своей энергетической безопасности, пошли на объединение своих усилий и создали Международное энергетическое общество (МЭА), целью которого является повышение уровня энергетической безопасности, в частности путём создания стратегических запасов нефти на случай перерывов в нефтеснабжении из внешних источников/22/ (№ 1, 2002 г., с.2-3).

Энергетическая безопасность касается многих аспектов. Она означает ограничение уязвимости от краткосрочных и от долгосрочных перерывов в поставках энергоносителей. Велика в ней ценовая составляющая на энергоресурсы. Всё возрастает экологическая составляющая энергетической безопасности.

Отдел устойчивой энергетики Европейской Экономической Комиссии ООН в 1997 году выступил с инициативой к странам Содружества независимых государств (СНГ) по реализации проекта «Энергетическая эффективность и энергетическая безопасность стран-членов СНГ», так как к тому времени стало очевидным, что в большинстве стран СНГ энергосбережение становится очень важным направлением в политике и в обеспечении их энергетической безопасности. Эта инициатива была поддержана Исполкомом СНГ и Министерством науки и технологий Российской Федерации. В разработке проекта приняло участие 11 экспертов из государств СНГ, назначенные правительствами этих государств.

В Беларуси постоянно повышается рост цен на энергоносители, а из-за высокой энергетической составляющей в себестоимости выпускаемой продукции часто происходило снижение её конкурентоспособности на внешних и внутреннем рынках. Эта тенденция стала характерной для всех стран СНГ. В последние годы в результате политики энергосбережения эта тенденция стала изменяться.

Поэтому для *Беларуси* основой устойчивого развития является *решение трёх глобальных проблем*:

- ресурсосбережение экономики;
- конкурентоспособность производимой продукции;
- улучшение экологии (снижение техногенного воздействия на окружающую среду).

Таким образом, энерго- и ресурсосбережение на основе современных научно-технических достижений является одним из основных долговременных направлений мировой экономической политики и она в полной мере должна быть реализована в нашей республике.

1.2 Политика энергосбережения в Республике Беларусь. Государственная Программа РБ «Энергосбережение».

Еще 25 лет назад страны Европы обратили внимание на проблему недостатка собственных энергоресурсов. Первая заявила об этом Дания и разработала Программу энергосбережения, в которой была программа обучение детей в детских садах энергосбережению. В результате решения энергетической проблемы некоторые страны достигли больших результатов в

самообеспеченности энергоресурсами. Так, картина самообеспечения энергоресурсами в различных странах с 1974 года и по 2000 год следующая – смотри таблицу 1 /22/ (№ 11, 1997 г., с.5).

Первый этап в политике энергосбережения в Республике Беларусь был связан с модернизацией производства в таких отраслях как:

- * Электроника;
- * Приборостроение;
- * Производство средств связи;
- * Химико-фармацевтическая промышленность;
- * Промышленность полимерных и конструкционных материалов.

При отсутствии начальных средств важный рычаг в политике энергосбережения – привлечение *инвестиций*.

Второй этап – достижение финансовой активности и отладка инвестиционного механизма объектами технического перевооружения производств с наукоемкими и ресурсосберегаемыми технологиями, реформирование агропромышленного комплекса (АПК) и перевооружение отраслей народного хозяйства, обеспечивающих жилищное строительство.

Особенно большой потенциал энергосберегающих мероприятий заложен в жилищно-коммунальном секторе, где возможно внедрение конструкционных материалов с новыми свойствами, использование новых учетов и контроля потребляемой энергии, ведение компьютерных систем регулирования теплоснабжения.

Таблица 1 - Степень самообеспечения энергоресурсами в различных странах с 1974 года и по 2000 год

Страна	1974	1980	1986	1990	1992	1999	2000
1. Бельгия	8	14	28	23	20	22	21
2. Дания	0	1	25	50	59	57	57,3
3. Франция	14	21	44	44	45	44	44,7
4. Германия	53	49	55	55	45	47	47
5. Великобритания	48	94	117	97	96	95	96
6. Финляндия	16	27	37	37,2	44,1	41,6	46
7. Швеция	21	33	55,2	61,8	62,6	64,4	64
8. Швейцария	21	32	38	39	40	39	39

Из таблицы на примере таких стран как Дания, Великобритания, Швеция видны результаты проводимой в государствах политики энергосбережения. Наша страна проанализировав лучший опыт так же взяла на вооружение некоторые положительные методы.

В настоящее время *структурная перестройка* – наиболее эффективное мероприятие в энерго- и ресурсосбережении для Республики Беларусь, требующее разумного научного подхода. Как правило, снижение ресурсоёмкости (стоимости) технологий и изделий способствует повышению конкурентоспособности на внешнем рынке. Политика энергосбережения в Республике Беларусь была начата в 90-х годах, когда в стране стали считать затраты на приобретение ТЭР, большей частью покупая их из-за границы. Так в 1998 г. Беларусь импортировала 85 % потребляемых в стране энергоресурсов из России /22/ (№1,1998 г.,с.2). На сегодняшний день согласно данным /1/ Беларусь импортирует 80 % энергоресурсов.

Уже в 1997 году Правительством Республики Беларусь был создан *Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору (сокращённо – Госкомэнергосбережение или ГК)*, а с 28 мая 1998 согласно Постановления Совета Министров РБ начал работу *экспертный Совет Государственного комитета по энергосбережению и энергетическому надзору в РБ (Совет)*.

Основной целью деятельности этого *Совета* является **разработка** технических направлений энергосберегающей политики и стратегического развития этих направлений. Так же экспертный совет будет проводить **экспертизу** научно-технической и технико-экономических разработок, проектов строительства новых, расширение и реконструкцию действующих объектов, разработку и рассмотрение новых стандартов, норм и правил, технических условий (ТУ), технологий оборудования, приборов учета, регулирования относящихся к сфере использования топливно-энергетических ресурсов.

19 июня 1998 палатой представителей РБ и Советом Министров принят **Закон** Республики Беларусь **«Об энергосбережении»**, который подписан Президентом РБ. Закон имеет 5 глав, где даны основные понятия терминов, используемых в энергосбережении, и указаны все стороны взаимоотношений в процессе деятельности физических и юридических лиц в РБ в сфере энергосбережения, записаны цели и задачи политики энергосбережения в нашей стране.

Законодательство Республики Беларусь об энергосбережении состоит из названного выше Закона и иных актов Законодательства РБ, регулирующих вопросы энергосбережения. На сегодняшний день Закон имеет более 30 *дополнений* принятых Советом Министров в виде Постановлений Совета Министров Республики Беларусь. Постановлением № 1583 от 31.10.01 г. СМ РБ

утвердил Положение о Комитете по энергоэффективности, где прописаны его основные функции и решаемые им задачи /5/.

В республике в 1998 году с целью пропаганды политики энергосбережения СМ РБ утвердил при РУП «Белэнергосбережение» в г.Минске Учебно-выставочный и информационный центр (УВИЦ), основными направлениями деятельности которого являются:

- 1) обучение и повышение квалификации специалистов, работающих в области энергосбережения;
- 2) выставочная деятельность;
- 3) издательско-полиграфическая деятельность (с 21.05.02 г.).

В 1999 году создан Координационный межведомственный совет по энергосбережению и эффективному использованию местных топливных энергетических ресурсов. Национальная Академия Наук Республики Беларусь (НАН РБ) разработала ряд программ совместно с заинтересованными министерствами в области энергосбережения и разработала «Программу неотложных мер по энергосбережению в НАН Беларуси», где указаны основные направления деятельности Институтов НАН Беларуси в этой программе.

С 1999 года в РБ введена экспертиза на стандарты. В каждом городе ведется надзор за выполнением государственной Программы по энергосбережению в регионе.

В 2001 году согласно Указа Президента РБ /4/ № 516 Госкомэнергосбережение был преобразован в Комитет по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь (сокращённо СМ РБ) или сокращённое название - Комэнергоэффективность. С 2007 года он переподчинён Государственному комитету по стандартизации Республики Беларусь и получил новое название - Департамент по энергоэффективности.

В республике создан внебюджетный фонд «Энергосбережение», откуда для предприятий по решению Департамента выдают льготные кредиты на энергосберегающие мероприятия. В республике создан инновационный фонд Минтопэнерго (концерн «Белэнерго»), инновационные фонды Министерств и объединений. На местном уровне (город, область) также созданы фонды финансирования энергоэффективных мероприятий. Каждое предприятие в свою очередь должно создать свой счёт «Энергосбережение» и раздел планирования «Энергосбережение». Также правительство РБ получало авансовые займы от Международного Банка Реконструкции и Развития (МБРР) на подготовку различных Проектов по энергосбережению. Например в 1998 г. был получен займ на Проект по повышению энергоэффективности в социальном секторе, выполнение его рассчитано на 5 лет на всей территории Беларуси и в результате были проведены энергосберегающие мероприятия по реконструкции на многих

объектах социальной сферы во всех регионах республики: больницы, детские сады, школы.

Ежегодно в Минске при УВИЦ проводятся семинары, конференции и выставки по энергосбережению и энергоэффективным технологиям. Основная информация печатается в журнале «*Энергоэффективность*» (издательство *Департамента* в г.Минск) и сводном каталоге «Энергоэффективность» к нему. В России издаётся журнал «АВОК», на Украине «Энергосбережение», где рассматриваются аналогичные вопросы.

Департамент в соответствии с /1/ всячески поддерживает разработки в области новых источников выработки электроэнергии (ЭЭ) на нетрадиционных источниках энергии /5/, /6/. Перед всеми министерствами республики и другими республиканскими органами управления поставлены задачи по энергосбережению, которые выражается в следующих показателях:

1. Прирост валового внутреннего продукта (ВВП), %
2. Расход котельно-печного топлива (КПТ), тонны условного топлива (т.у.т. или т у.т.).
3. Энергоемкость ВВП, %.
4. Экономический эффект от реализации мероприятий по энергосбережению за год, т.у.т., в том числе от использования ВЭР и отходов производства, т.у.т.

В стране приняты к выполнению большие задачи /1/ по обеспечению в 2012 году не менее 25 процентов объема производства электрической и тепловой энергии за счет использования местных видов топлива, вторичных энергетических ресурсов и альтернативных источников энергии и в 2015 году вовлечение в топливный баланс бурых углей белорусских месторождений; выполнить диверсификацию поставок в республику нефти, природного газа, электроэнергии, угля и ядерного топлива, обеспечивающую начиная с 2020 года импорт из одной страны-поставщика не более 65 процентов объема потребляемых энергоресурсов; активизировать работы по строительству АЭС, работающих на угле ТЭС, ГЭС малой и средней мощности, мини-ТЭЦ, а также производств по выпуску биотоплива, ветроэнергетических установок, биогазовых комплексов, установок, использующих энергию твердых коммунальных и иных отходов; провести реконструкцию действующих и строительство новых подземных хранилищ природного газа, нефте- и мазутохранилищ; по уменьшению затрат на производство энергоресурсов за счет применения энергосберегающих технологий и оборудования, а также сокращение потерь при добыче, переработке, транспортировке и реализации продукции топливно - энергетического комплекса; наладить выпуск нового вида топлива «пеллет» из отходов деревообработки и другие.

1.3 Виды ТЭР. Условное топливо. Тепловой эквивалент. Учёт расходования ТЭР.

Согласно /5, п.4.7/ в республике введены *нормативные показатели* расхода по следующим *видам ТЭР*:

- 1. Электрической энергии, кВт·ч
- 2. Тепловой энергий, Мкал
- 3. Котельно-печному топливу (КТП), кг.у.т. (килограмм условного топлива)

Котельно-печное топливо (**КТП**) или реальное топливо **включает отдельные виды топлив** в различных состояниях:

- твердое топливо (уголь различных месторождений, торф, сланцы, дрова и др.);
- жидкое топливо (сырая нефть, мазут топочный и флотский и др.);
- газ (природный газ, попутный, коксовый и др.).

Для сопоставления расхода различных реальных топлив на выработку единицы тепловой или электрической энергии введено понятие **«условное топливо»** /4/, для которого принята теплотворная способность (низшая теплота сгорания)

$$Q_{\text{н}}^{\text{усл.топл}} = 7000 \text{ ккал/кг} = 29,3 \text{ ГДж/т} = 293 \text{ кДж/кг} = 29300 \text{ кДж/м}^3.$$

Реальные виды топлива переводятся в условное топливо с помощью **калорийных эквивалентов (тепловых эквивалентов)** \mathcal{E}_T /4, п.5.4/ и /8, с.323/, которые представляют собой отношение низшей теплоты сгорания (теплотворной способности) нормируемого вида топлива $Q_{\text{н}}^P$, кДж/кг (кДж/м³), и условного $Q_{\text{н}}^{\text{усл}}$. Данные некоторых калорийных эквивалентов приведены в таблице 2 / 9/.

$$\mathcal{E}_T = \frac{Q_{\text{н}}^P}{Q_{\text{н}}^y} = \frac{Q_{\text{н}}^P}{29300}, \text{ кДж/м}^3$$

(1.1)

Топливо в том виде, в котором оно сжигается, то есть поступает в топку, называется **«рабочим топливом»** / 8/. Перевод количества (расхода) рабочего (натурального) топлива $V_{\text{н}}$ /10, с.323/, /4/ в условное V , т у.т, ведется по формуле

$$V = \mathcal{E}_T \bullet V_{\text{н}}. \quad (1.2)$$

Согласно Положения /4/ всем *пользователям топливно-энергетических ресурсов* (Министерствам, другим органам государственного управления, местного управления, местным исполнительным и распорядительным органам, подведомственным им юридическим лицам) *необходимо вести учёт*

расходования ТЭР. Учёт взаимозаменяемости расходов различных видов энергоресурсов в производственных процессах важен при замене одного энергоносителя другим, а также при анализе полного энергоиспользования. Введен Перечень энергоэкономических показателей по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии (ТЭР): прямые обобщённые энергозатраты $A_{ТЭР}$, т у.т.; энергоёмкость продукции (работы) $A_{П}$, т у.т./е.и.п. (единица измерения продукции); электроёмкость продукции $Э_{П}$, тыс.кВт•ч/е.и.п.; теплоёмкость продукции $Q_{П}$, Гкал/е.и.п.; энерговооружённость труда, $A_{М}$, т у.т./чел.; электровооружённость труда $Э_{М}$, тыс.кВт•ч/чел.; электрвооружённость труда по мощности, $Э_{Р}$, тыс.кВт•ч/чел.; коэффициент электрификации $Э_{П}$, тыс.кВт•ч/т у.т.; теплоэлектрический коэффициент $Q_{Э}$, Гкал/ тыс.кВт•ч; электротопливный коэффициент $Э_{В}$, тыс.кВт•ч/т у.т..

Основным показателем являются *прямые обобщенные энергозатраты*, т у.т., выражается в формуле:

$$A_{ТЭР} = B + K_{Э} \cdot Э + K_{q} \cdot Q, \quad (1.3)$$

Где B – количество топлива (в расчете на условное), поступившее на предприятие извне, т у.т.;

$Э$ – количество электроэнергии, полученное предприятием от системы, МВт•ч;

Q – количество тепловой энергии, полученное предприятием от системы, Гкал;

$K_{Э}, K_{q}$ – *топливные эквиваленты*, выражающие количество условного топлива, необходимого для производства и передачи к месту потребления единицы электрической и, соответственно, тепловой энергии (для Республики Беларусь), т у.т., принимаем:

$$K_{Э} = 0,296 \text{ т у.т./МВт}\cdot\text{ч}; \quad K_{q} = 0,17 \text{ т у.т./Гкал.} \quad (1.4)$$

Таблица 2 - Примерные тепловые эквиваленты некоторых видов топлива /10/

Горючие материалы	Низшая теплота сгорания		Тепловой эквивалент $Э_{т}$
	ккал/кг	кДж/кг	
Твердое топливо			
Дрова смешанные	3000	12580	0,43
Торф (30% влажности)	2680	11300	0,38
Бурый уголь	2980	12460	0,43
(Подмосковный бассейн)	6940	29000	0,99
Каменный уголь марки	6820	28500	0,97
	3000	12580	0,43

ПЖ (Донбасс)	6400	26800	0,91
Антрацит	6800	28400	0,97
Сланец			
Кокс			
металлургический			
Древесный уголь			
Жидкое топливо			
Нефть	10000	41868	1,43
Бензин	10200	42850	1,46
Мазут	9740	40700	1,39
Спирт этиловый	6400	26800	0,91
Бензол	9590	40100	1,37
Толуол	9690	40500	1,38
Горючие газы			
Доменный (колошниковый газ)	900	3700	0,13
генераторный газ	1200	5030	0,17
водяной газ	2400	10030	0,34
двойной водяной газ	2700	11300	0,39
коксовый газ	4300	18000	0,61
Природный газ	8500	35600	1,21
Попутный газ	9500	39750	1,36
Сжиженный газ	22400	93750	3,2
(технический пропан)	29100	122000	4,16
Сжиженный газ (технический бутан)			

2. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В ОБЛАСТИ РЕСУРСА И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

В 1973-1974 гг. произошёл первый мировой нефтяной кризис, что дало резкий скачок усилиям западных стран по снижению энергоёмкости промышленности, причем процесс подъема энергоэффективности, как мы уже смотрели ранее, занял около 10-12 лет. Принятые меры, особенно в Великобритании, Ирландии, Люксембурге, Дании позволили совершить резкий скачок в энергоэффективности на 25-32% уже к 1980 г.

В настоящее время структурная перестройка – наиболее эффективное мероприятие в ресурсосбережении для РБ, требующая разумного научного подхода /6/. Эта задача и поставлена перед Национальной академией наук РБ.

Как правило, снижение ресурсоемкости и энергоёмкости технологий и изделий, способствуют повышению ее конкурентоспособности на внешнем рынке.

В настоящее время имеющиеся природные ресурсы в РБ используются плохо из-за несовершенства технологий (добыча из нефтяных пластов нефти позволяет получать не более 30% нефти). При добыче теряется 50% калийных солей, потери древесины доходят до 30% вырубке, а сельхозпродуктов по отдельным видам – до 40%. Высока энергоёмкость промышленной продукции в РБ, которая пока еще в 2 раза выше, чем аналогичных изделий развитых стран, а величина затрат на топливно-энергетические ресурсы себестоимости продукции выросла за последние годы с 5-7% до 20-25%.

Вывод: оптимизация ресурсосбережения и ресурсопотребления на основе современных научно-технических достижений является одним из основных направлений мировой экономической политики и она должна быть реализована и в Беларуси.

Национальная академия наук Республики Беларусь уделяет большое внимание работам в области ресурсо- и энергосбережения и сосредоточила работу в направлениях, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3- Пути и направления модернизации технологий в ресурсосберегающей политике

Основные источники потерь ресурсов	Пути технологической модернизации (с 1997 г)
1	2
1. Нерациональный расход материалов в технологиях и изделиях	1 Ресурсный мониторинг. 2 Совершенствование методов расчета и конструирования. 3 Использование современных технологий: высокоэнергетические воздействия, порошковая металлургия, замена резания пластическим деформированием. 4 Использование новых полимерных и композиционных материалов. 5 Технологический рециклинг.
2 Коррозия и износ	1 Расчет и конструирование систем с высокой стойкостью коррозии и износу. 2 Использование современных методов защиты поверхностей: покрытия, уплотняющая обработка, упрочнение и т.д. 3 Использование новых материалов.

<p>3 Нерациональные технологические потери энергии при переработке материалов, изготовлении и эксплуатации изделий</p>	<p>1 Мониторинг энергопотерь и усиление теплозащиты. 2 Расчет и конструирование энергосберегающей техники. 3 Замена энергоемких технологий. 4 Использование нетрадиционных источников получения энергии. 5 Рециклинг тепла (создание и использование различных теплообменников, тепловых насосов и т.д.)</p>
--	--

В 1999 г. НАН РБ разработала ряд неотложных мер совместно с заинтересованными министерствами в области энергосбережения. Была также разработана программа по эффективному использованию местных топливных ресурсов до 2001г. Одним из разделов этой программы является "Программа неотложных мер по энергосбережению НАН РБ". Ежегодно обновляется программа мероприятий НАН по энергосбережению в Беларуси.

Основными направлениями деятельности институтов НАН РБ в политике энергосбережения являются:

1. Создание и внедрение систем автоматического регулирования и учета тепловой энергии в производственных и др. помещениях.
2. Создание и внедрение замкнутой системы охлаждения индукционных печей охлаждения.
3. Создание и внедрение пофасадного регулирования отопления в административных зданиях.
4. Создание и внедрение систем смешения обратной и подаваемой воды для уменьшения расхода тепловой энергии при отоплении помещений.
5. Разработка и внедрение гелеосистем для подогрева воды.
6. Разработка удельных норм расхода топлива.
7. Разработка и внедрение инфракрасных излучателей.
8. Экономия электроэнергии за счет внедрения экономичных светильников.
9. Разработка и внедрение систем местного отопления с использованием более дешевых видов топлива.

4. ТРАДИЦИОННЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Энергия потребляемая человеком делится на:

1. тепловую, Гкал/кг
2. электрическую, МВт*ч

Все виды энергий вырабатывают на предприятиях энергетического комплекса страны:

1. теплоэлектростанции - ТЭС (47% всей энергии)
2. Крупные котельные
3. Котельные средней и малой мощности (10 Гкал/час и менее)
4. Атомные станции теплоснабжения (АСТ), атомные электростанции (АЭС), атомные теплоэлектростанции (АТЭС).

Всего в РБ функционирует 22 тысячи котельных (24% энергии получают на котельных средней и большой мощности)

Т.к. большой процент от всей электроэнергии производится на малых котельных с КПД менее 80%, то стоит задача увеличить КПД работы котельных, а следовательно, снизить расход топлива. Также число обслуживающего персонала в мелких котельных в 4-5 раз больше, чем на крупных котельных или ТЭС. Поэтому актуальной задачей является и экономия топлива, которое не добывается в РБ, и улучшение режима работы котельной.

Одним из видов местных энергоресурсов являются древесные отходы. В результате хозяйственной деятельности в РБ ежегодно получается 12-13 млн. м³ древесных отходов, что равно около 2.5 млн. т у.т.

В основном эти отходы рассредоточены по территории РБ, что требует создания обширной сети мелких потребителей и обеспечение их эффективными средствами для производства энергии.

К мелким потребителям относятся мастерские, коттеджи, частный сектор и т.д.

Средства получения энергии:

- малые котлы;
- новые печи;
- эффективные горелки и т.д.

Возле крупных деревообрабатывающих предприятий желательно строить малые ТЭС и по возможности помещать их в уже готовых зданиях и сооружениях, с использованием местных видов топлива.

В мировой практике уже имеется опыт строительства таких котельных. В РБ рассматривается проект строительства такой котельной на базе Гомельского деревообрабатывающего предприятия.

Перспективным направлением для РБ может быть создание специальных *энергетических плантаций*. Они представляют собой быстрорастущие и урожайные растения:

- 1) сор быстрорастущей ивы (к нему предлагается набор котельного и

перерабатывающего оборудования институтом «Сосны»);

- 2) растение топинамбур, растительная масса которого с 1 га земли составляет 100-150 т., что эквивалентно 10 т. у.т. в год.

Правда в связи с этим будет происходить замещение производства продовольствия топливом, что может негативно сказаться на реакции общественности. Поэтому, прежде чем начинать «выращивать» топливо на энергетических плантациях, которое можно будет потом обменивать на продовольствие, необходимо провести глубокий экономический анализ, особенно для земель неудобиц.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Дефицит топливных ресурсов во всем мире требует дополнительных источников получения энергии, а также острота проблемы охраны окружающей среды сделала для многих стран очень актуальной задачу развития атомной энергетики.

Первая атомная электростанция АТЭЦ была построена в г.Белибина в 1973 г.

АТЭЦ и АЭС могут быть 2-х и 3-х контурными [13]. Кроме того на АТЭЦ требуется дополнительно обеспечить радиационную защиту сетевой воды, а следовательно потребителей теплоты. Для АТЭЦ защитная зона вокруг станции $R=50$ км. Это соответственно удорожает стоимость тепловых сетей, а следовательно и вырабатываемой теплоты. Этот недостаток в дальнейшем был устранен на АСТ, которая была максимально приближена к городской черте. Для АСТ принята 3-х контурная схема передачи теплоты от атомного реактора к потребителю. Рабочее давление уменьшено в 8 раз. Температура теплоносителя уменьшена с 300 до 200 С. На АСТ в качестве топлива используется повторно вырабатываемое из АТЭЦ ядерное горючее.

Первые АСТ были построены в 1988 г. в г. Горьком (ГАСТ) и в г. Воронеже (ВАСТ). Вновь строящиеся АЭС после Чернобыльской аварии используют принцип само затухания ядерной реакции при разгерметизации хотя бы одного уровня защиты. Также увеличено расстояние для АЭС до 40 км.

В Европе из-за малой территории стран норма защитной зоны не выполняется. Так, в 8 км от Парижа расположена АЭС (PWR), в Германии в 20 км от Гамбурга, в Японии в 20 км от Нагасаки, в Канаде – 8 км от Торонто, в США – в 15 км от Кливленда.

В 1985 г. в СССР действовало 14 АЭС включающие 36 энергоблоков с суммарной мощностью 24.1 млн. МВт, что составляло 9.5% вырабатываемой в стране электроэнергии.

В Беларуси принят план по строительству АЭС.

5. ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ. ТОПЛИВО И ЕГО СВОЙСТВА

В Республике Беларусь, согласно Постановления СМ «» № от подлежат учёту следующие виды топливно-энергетических ресурсов (ТЭР):

- 1) котельно-печное топливо, т.у.т.;
- 2) энергия:
 - тепловая энергия, Гкал/кг;
 - электрическая энергия, МВт*ч.

Топливом называются горючие вещества, которые экономически целесообразно использовать для получения значительных количеств тепловой энергии /8, с. 320/.

Топливо разделяются по происхождению на:

- **естественное** (натуральное) или **первичное**, т.е. добываемое в природе;
- **искусственное** или **вторичное**, получаемое путем переработки естественных топлив или в результате переработки других веществ в первоначальном виде не относящиеся к топливу.

Естественное или первичное топливо существует в нескольких агрегатных состояниях:

1. Твердое (дрова, солома, кора, лузга, костра и т.д.).
2. Жидкое (нефть).
3. Газообразное (природный горючий газ; попутный нефтяной газ).

Искусственное или вторичное топливо также может находиться в нескольких агрегатных состояниях:

1. Твердое (при термохимической переработке натурального топлива получаем: древесный уголь, торфяной и угольный полукокс, кокс торфяной, кокс угольный; при механической обработке: брикеты из древесных опилок).

2. Жидкое (полученное при термической обработке нефти и смол: бензин, лигроин, керосин, мазут; полученное при химической переработке натурального топлива: бензин, ДТ, спирт, бензол, толуол, коллоидное топливо).

3. Газообразное (полученное при термическом разложении нефти: нефтяные газы; полученные при химической переработке твердого топлива: генераторный газ, первичный газ, коксовый газ, газы синтез процессов).

В зависимости от поведения при нагреве, топливо делится на:

1. Теплостойкое.
2. Переходящее при нагреве из одного агрегатного состояния в другое без разложения.
3. Не теплостойкое (при нагревании разлагается)

Большинство жидких горючих веществ относится к теплостойкому топливу, так как при нагревании быстро переходит в газообразное состояние.

Твердые топлива в основном не теплостойкие.

Всякое топливо состоит из горючей и негорючей части. Горючая часть или органическая масса включает в себя сложные органические соединения, в состав которых входят углерод, водород, кислород, азот и сера. Часть серы, входящей в минеральные примеси относится к негорючей части. Негорючая часть состоит из влаги W и золы A минеральных веществ. Чем больше в топливе горючих элементов, тем выше теплота сгорания этого топлива и тем оно считается качественнее.

Содержащийся в топливе кислород не горит, но вместе с кислородом происходит окисление горючих элементов топлива.

Азот – элемент инертный. При сжигании топлива он в свободном состоянии выделяется и уносится дымовыми газами. Зола или минеральные примеси, а также влага топлива являются внешним балластом топлива. Кислород и азот являются внутренним балластом. Чем больше внутренний и внешний балласт топлива, тем ниже теплота сгорания топлива и тем хуже его качество.

В газообразных топливах к балласту относятся углекислый газ, водяной пар и азот. Внешний балласт при сгорании горючих материалов не только не дает тепла, но и забирает его значительное количество для своего нагрева. Большое содержание внешнего балласта в топливе приводит к излишним затратам на его транспортировку. А при сжигании – к сильному зашлаковыванию каналов котлов, к быстрому износу аппаратуры и к повышенному расходу энергии на перемещение топлива по аппаратам при его химической переработке.

Для улучшения качества топлива его как правило обогащают, то есть сушат и удаляют минеральные вещества. Содержание внешнего балласта колеблется в значительных пределах как в одном и том же топливе, так и в разных. Эти колебания зависят от природы топлива и целого ряда причин: месторождения, условий глубины залегания, условий добычи и т.д.

Основной горючей частью топлива является углерод, он же является источником тепла. Водород – второй по значению источник тепла. Если в топливе водород связан с углеродом в одну молекулу, то при сгорании можно получить все тепло соответствующее сгоранию свободного водорода. Если водород связан с углеродом через кислород, то тепла при сгорании будет выделяться меньше. Если отношение C/H имеет значительную величину, то твердое топливо горит без пламени. Если отношение C/H меньше единицы, то пламя будет коптящим со значительным выделением сажи.

Важной характеристикой топлива является теплота сгорания.

Теплотой сгорания называется количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании единицы массы или объема топлива (Дж/кг , Дж/м^3)

Высшая и низшая теплота сгорания топлива – соответственно теплота сгорания топлива определенная с учетом сгорания водорода с образованием

воды (дает больше теплоты) или водяного пара (дает меньше теплоты).

Низшая теплота сгорания получается из высшей, когда вода забирает часть теплоты на свое испарение и процесс горения идет с образованием водяного пара.

$$Q_n = Q_v - I \cdot \rho \cdot V \quad (\text{кДж}),$$

Где Q_n - низшая теплота сгорания топлива, кДж

Q_v – высшая теплота сгорания топлива, кДж

ρ – вес 1 м³ водяных паров, кг/м³

V – объем водяных паров, образовавшихся при сгорании 1 м³ газа.

Для сравнения различных видов топлива введено понятие условного топлива (у.т.). Величина показывающая во сколько раз теплота сгорания данного топлива больше или меньше теплоты сгорания у.т. называется тепловым эквивалентом.

Общие сведения о топливе, краткая характеристика отдельных видов топлива приведена в /8, раздел V, глава 17 /.

6. Энергосбережение в зданиях и сооружениях. Бытовое энергосбережение.

6.1. Потребление ТЭР в жилищно-коммунальном хозяйстве Республики Беларусь

В жилищном хозяйстве РБ потребление около 30% всей производимой энергии. Существует перерасход такой энергии в уже эксплуатируемых зданиях и потому вопрос энергосбережения является очень актуальным в жилом секторе. Известно, что согласно закона РБ «Об энергосбережении» все ТЭР в республике подлежат обязательному учёту. Издан документ прописывающий правила нормирования и учёта ТЭР «Положение по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве Республики Беларусь» /5/, где приведены энергоэкономические показатели по нормированию ТЭР, дана размерность норм расхода ТЭР и указано, что необходимо экономить и учитывать следующие виды ТЭР:

1) энергию, которая делится на два вида:

- тепловая энергия, Гкал;
- электрическая энергия, МВт*ч;

2) топливо, из которого подлежит учёту:

- котельно-печное топливо (КПТ), т у.т., которое в свою очередь делится на: а) первичное; б) вторичное или преобразованное.

Если рассмотреть %-ое соотношение потребления энергии городским и сельским населением республики за 2002 год (по данным

Комэнергоэффективность / 9/) в сравнении со всей выработанной в стране энергией, то увидим, что:

- потребление электрической энергии бытовыми потребителями составляет: городскими 14,2 % и сельскими 5,4 % , что в сумме примерно 20 %;
- потребление тепловой энергии: городскими потребителями составляет 57,2 %, а сельским населением 0,8 %, что в сумме равно 58 %.

Поэтому, при таком высоком потреблении ТЭР в жилищно-коммунальном хозяйстве республики, Совет Министров РБ разработал совместно с Комэнергоэффективности и НАН направления по энергосбережению в этой сфере. За 4 года проведения политики энергосбережения в республике было показано, что в жилищном секторе можно экономить до 40 % потребляемой энергии.

6.2. Опыт зарубежных стран в бытовом энергосбережении

Показательным является опыт ряда зарубежных стран в политике энергосбережения и самообеспечения энергоресурсами, которая проводится с 1973-1974 гг., то есть после первого нефтяного кризиса. Например, в таких странах как Дания, Канада, США, Германия. В Дании уже 26 лет (с 1974 по 2000 год) проводится энергосберегающая политика, разработанная для разных сфер жизни общества, в том числе и политика бытового энергосбережения. За этот период уровень самообеспеченности энергоресурсами в Дании вырос с 0 % до 57,3 %. Количество энергии, расходуемой на отопление за этот период было сокращено на 24%, при этом строительный сектор вырос на 20%, что означает общее снижение расхода энергии на квадратный метр почти вдвое. Однако это, несмотря на рост потребления электроэнергии и увеличение энергопотребления транспортом, позволило Дании сегодня не превысить уровень потребления ТЭР двадцатилетней давности.

К примеру, уже более 20-ти лет в Дании происходит постоянное снижение энергопотребления на отопление, которое связано с **выполнением следующих мероприятий:**

- 1) повышения теплоизоляции зданий как новых, так и реконструируемых;
- 2) внедрением эффективных систем теплоснабжения и отопления с автоматическим регулированием;
- 3) жестким требованиям к энергоэффективности оборудования и в новом строительстве согласно изменениям в законодательстве.

Опыт западных стран однозначно свидетельствует в пользу энергосберегающих мероприятий в жилом секторе.

6.3. Тепловой баланс индивидуального жилого дома (зданиях)

Чтобы знать, где необходимо экономить тепловую и электрическую энергии (то есть энергии, которые нужно учитывать) необходимо рассмотреть и знать, как происходит потеря энергии в здании. Проиллюстрируем этот процесс потери и поступления энергии в помещение индивидуального дома (квартиры, здания) на примере рисунка 1. **Поступление теплоты** в помещение осуществляется: 1) от системы отопления, 2) от человека, 3) от работающих электрических приборов (холодильник/морозильник, телевизор, компьютер и т.д.), 4) от плит (во время приготовления пищи), 5) от осветительных приборов (освещения), 6) от солнечной радиации. В сумме теплоступления составляют 100 %.

Потери теплоты в холодный и переходный период года в большей степени компенсируются системой отопления.

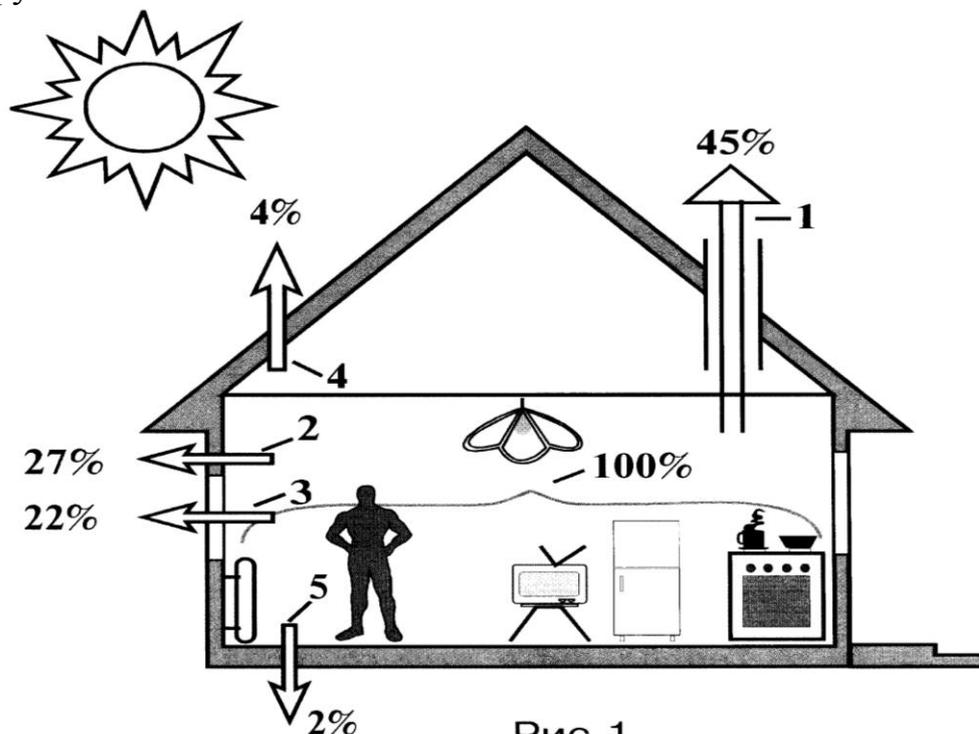


Рис. 1

Рисунок 1 - Примерная структура теплового баланса жилого дома в холодный период года:

1. - Теплотери за счет воздухообмена, включая инфильтрацию и вентиляцию.
 2. - Теплотери через наружные ограждения.
 3. - Теплотери через неплотности световых проёмов.
 4. - Теплотери через крышу, перекрытие.
 5. - Теплотери через пол или подвал.
 6. - Теплотери через тамбур или лестничную клетку.
- 100 % - поступление теплоты в помещение.

Потери теплоты (*теплопотери*) в здании в процентном отношении, согласно рисунка 1, выглядят примерно так:

1. До 39 ÷ 45 % - за счёт воздухообмена (через вентиляционные отверстия, дымоход) и учитывая инфильтрацию.
2. До 26 ÷ 27 % - через наружные стены (наружные ограждающие конструкции).
3. До 22 ÷ 24 % через не утеплённые двери и окна.
4. В индивидуальном доме: до 4 % - через крышу и перекрытия; до 2 % - через пол, подвал. В многоэтажном многоквартирном доме: до 11 % - через подвал, перекрытия, лестничные клетки.

Как видно, наибольшие теплопотери в жилом здании происходят через *наружные ограждения и потери теплоты связанные с вентиляцией*.

Кроме сбережения теплопотерь резерв экономии электрической и тепловой энергии существует в рациональном размещении и эксплуатации бытовых приборов в жилом помещении. На базе УВИЦ при УП «Белэнергосбережение» были разработаны плакаты по теме «Бытовое энергосбережение», которые рекомендуется вывешивать для обучения населения во всех подъездах жилых домов. Они просто и наглядно показывают основные способы экономии тепловой и электрической энергии, сохранения тепла в квартирах. Далее по ходу лекции «Бытовое энергосбережение» будут приведены эти плакаты.

Также в республике на уровне Совета Министров приняты **«Основные энергосберегающие мероприятия для зданий и сооружений»**, которые включают:

- 1) Снижение потерь теплоты через наружные ограждающие конструкции зданий и сооружений (для реконструируемых и вновь проектируемых), которое может быть выполнено с помощью тепловой изоляции, которая выполняется по следующим указаниям: 1) Используя рекомендации **Пособия** П1 – 99 к СНиП 3.03.01-87 «Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом **«термошуба»**» /10/ (название СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции») и 2) необходимо принимать при проектировании значения сопротивления теплопередачи согласно белорусским требованиям СНБ 2.04.01-97 «Строительная теплотехника»;

- 2) снижение количества поступающего в помещение наружного воздуха (через не плотности притворов в заполнениях световых проёмов) до требуемой величины, поэтому необходимо заменить в оконных проёмах остекление на *тройное остекление* (рекомендации СНБ 2.04.01-97 «Строительная теплотехника») или выполнение каждым жителем в квартире оклейки стекол в оконных проёмах дополнительным слоем плёнки, что создаст эффект «тройного» остекления (подробнее смотри Лекцию 10);

- 3) снижение расхода тепловой энергии в системе отопления здания (в частности отопление через греющие полы дает экономию энергии 15÷20%), применение воздушного отопления в индивидуальных домах;
- 4) снижение расхода тепловой энергии в системе горячего водоснабжения здания, применение тепловых насосов;
- 5) снижение расходов топлива в котельных (смотри Лекцию № 6);
- 6) использование экономичных источников света (энергоэффективное освещение) (смотри Лекцию № 12);
- 7) применение приборов регулирования и приборов учета расхода газа, воды и тепловой и электрической энергии, введение жёстких требований к энергоэффективности используемого оборудования; применение автоматических систем контроля и управления (АСКУ); создание нового поколения систем учёта и контроля, систем регулирования;
- 8) использование теплоутилизаторов в системах вентиляции и горячего водоснабжения (смотри Лекцию № 13, табл.2)

Каждое из перечисленных выше мероприятий в свою очередь состоит из комплекса других мероприятий. Рассмотрим подробно какие пути можно использовать для выполнения такого мероприятия, как *снижение потерь теплоты через наружные ограждающие конструкции зданий (для реконструируемых и вновь проектируемых)*:

1) Согласно ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника» в пунктах 3.1 до 3.3 даны рекомендации по сокращению расхода энергии на отопление зданий и поддержанию тепловлажного режима помещений и ограждающих конструкций зданий. Введено значение нормативного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $R_{т.норм.}$, ($m^2 \text{ } ^\circ C$)/Вт, для вновь проектируемых и реконструируемых зданий, а также экономически целесообразное сопротивление теплопередаче $R_{тэк}$, ($m^2 \text{ } ^\circ C$)/Вт, с целью максимально сократить теплотери через ограждения зданий.

Для наружных крупнопанельных стен $R_{т.норм} = 2,5 \text{ (} m^2 \text{ } ^\circ C \text{)}/Вт$

Для световых проёмов $R_{т.норм.} = 0,5 \text{ (} m^2 \text{ } ^\circ C \text{)}/Вт$

Учитывая требования СНБ 2.04.01-97 необходимо проектировать для зданий тройное остекление и рассчитывать толщину теплоизоляционного слоя для наружных стен и перекрытий по $R_{т.норм}$ и $R_{тэк}$.

2) при реконструкции действующих зданий необходимо **утеплять наружные ограждения** согласно рекомендациям Пособия П1 – 99 к СНиП 3.03.01-87 «Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом «термошуба»" /10/.

7. Бытовое энергосбережение

В жилом секторе для экономии ТЭР (в виде тепловой и электрической энергии), на бытовом уровне можно применить ряд простых мероприятий, которые не требуют привлечения дополнительных средств, и рекомендуются всеми жителями страны. В комплексе эти мероприятия получили название «Бытовое энергосбережение», перечислим их:

1) утеплить окна и наружные двери, балконы и лоджии: оклеить толстой бумагой или липкой лентой, завесить окна и балконные двери толстыми занавесками, но так, чтобы они не закрывали отопительные приборы и не препятствовали циркуляции тепла. Прокомментируем эти рекомендации /35/ плакатами изображёнными на рисунке 2 а, б, в, г.

а

Экономь своё тепло:
Ты одень балкон в стекло!
Оживуй цветы под солнцем
У такого вот окна.

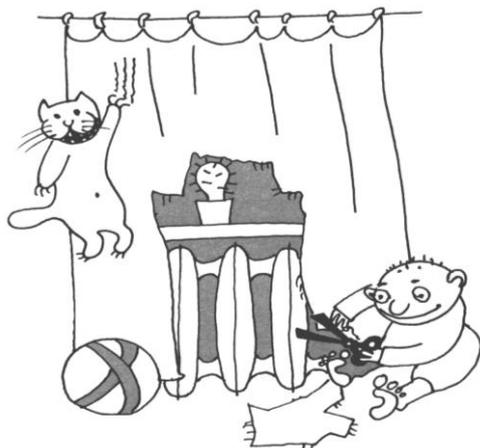


б

Если ветер
в окна свистит
Или дождь
в портверы брызгает —
Значит ясно нам одно:
Не заклеено окно.

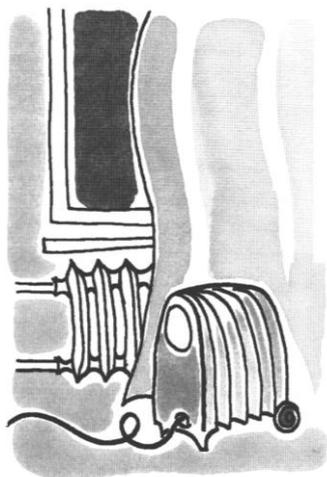


в

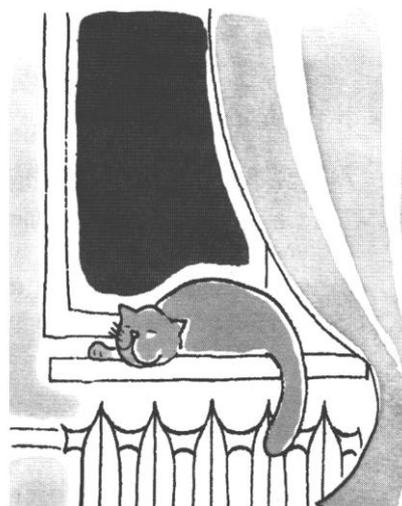


те закрывайте батареи
плотными шторами!

Г



Открывайте батареи -
Будет лучше и теплее!



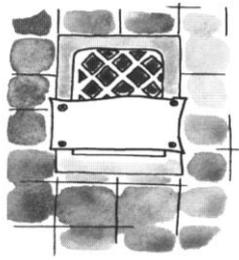
Открывайте батареи -
Будет лучше и теплее!

Рисунок 2 – Плакаты рекомендуемые для населения

2) для индивидуального дома можно утеплить наружные стены методом «Термошуба» согласно рекомендациям Пособия П1-99 к СНИП 3.03.01-87 и справочного приложения к ним для РБ и указаниям ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника»; надёжно закрепить по периметру кровли (на парапете) гидроизоляцию, чтобы защитить от разрушения кровлю и наружные стены;

3) дополнительно укрепить прозрачную полиэтиленовую плёнку на окнах, создав, тем самым, эффект тройного остекления или установив рамы с тройным остеклением (согласно рекомендациям ТКП 45-2.04-43-2006 «Строительная теплотехника»);

4) закрыть более чем на половину вентиляционные отверстия в туалетной и ванной комнатах, на кухне, а так же дымоходы плотной бумагой или картоном (или пластиком) как показано на рисунке 3, но только для холодного периода года, когда из-за значительного перепада наружной и внутренней температур воздуха возрастает перепад давления и скорость движения удаляемого воздуха в вентиляционном канале или дымоходе, то есть становится повышенным воздухообмен в помещении. Если здание многоэтажное, то необходимо прикрывать более чем на половину отверстие вытяжного канала на этажах ниже нейтральной плоскости и менее половины площади канала на этажах выше нейтральной плоскости здания.

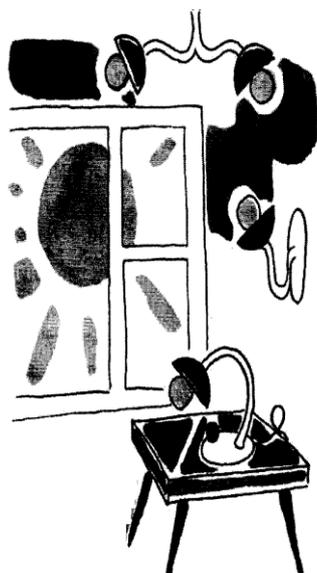


Как ещё тепло хранить?
Вентиляцию прикрывать!

Рисунок 3 – Плакат для населения показывает оформление вентиляционной решётки

5) Повысить эффективность теплоотдачи от отопительных приборов следующими способами:

- 5-1) установить *отражающий экран* за отопительным прибором и под подоконником из блестящей или алюминиевой фольги, алюминиевой плёнки или оцинкованной жести;
 - 5-2) между отражающим экраном и стеной положить теплоизолирующий слой из войлока или толстой ткани (картона), что позволит повысить температуру в помещении на $1 \div 2$ °С;
 - 5-3) установить на отопительных приборах термостаты РТД (терморегуляторы) и краны, в СНБ 4.02.01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» приведены рекомендации об установке терморегуляторов и энергосберегающие мероприятия, также в МГСН 3.01-96 «Энергосбережение в зданиях» регламентируют их установку на каждый отопительный прибор; в статье журнала «Энергоэффективность» /11/ приведены показатели по установке на конвекторы «Универсал» термостата РТД(ж) фирмы «Данфосс» (Россия), которые дают экономию в системах отопления на $15 \div 25$ %, а срок окупаемости составляет $1,5 \div 4$ года;
 - 5-4) изолировать все трубы горячей воды, также скрытые в каналах стояки и магистрали в подвалах, на чердаках (технических этажах) утеплителем или войлоком, пенистым материалом или теплоизолирующими сегментами фирмы «САРМАТ» (г.Минск) для снижения теплопотерь трубопроводами;
 - 5-5) не загромождать отопительные приборы мебелью, чтобы не препятствовать циркуляции тёплого воздуха по комнате – смотри рисунок 2г.
- б) снижать расход электроэнергии на освещение и бытовую технику:
- 6-1) использовать энергосберегающее и энергоэффективное освещение – это обеспечение необходимой нормы освещённости при уменьшении затрат на потребляемую энергию источниками освещения, смотри рисунок 4.



«Неужели Вам темно?»
 – удивляется окно.
 На один квадратный метр –
 Сотня лампочек нагретых!
 Так нельзя, неэкономно!
 Потребляйте свет свой
 скромно.



Выключайте свет,
 если вы в нём не нуждаетесь!

Рисунок 4 – Плакаты по энергосбережению

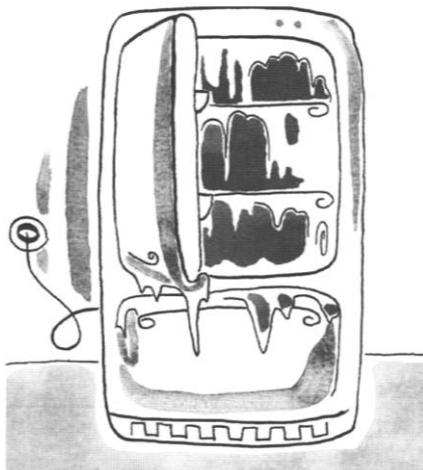
Более подробно мероприятия по энергоэффективному освещению рассмотрим в Лекции № 9;

б-2) правильно пользоваться холодильниками и морозильниками:

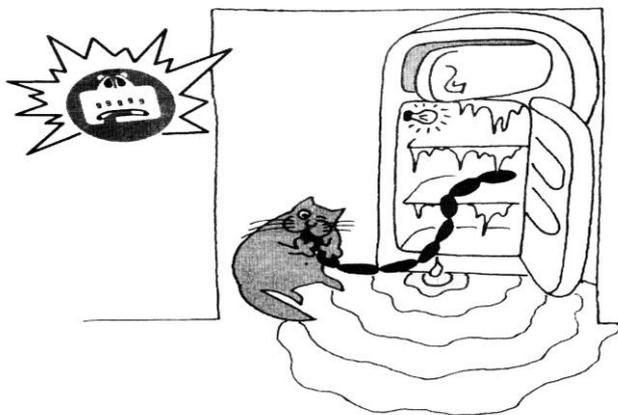
- а) размораживать холодильники/морозильники как только толщина льда достигнет 5 ÷ 10 мм, смотри рисунок 5а;
- б) не открывать холодильник/морозильник без надобности и надолго, смотри рисунок 5б;
- в) поставить холодильник/морозильник в самом холодном месте кухни, подальше от плиты и отопительных приборов, смотри рисунок 5в;
- г) класть на хранение в холодильник/морозильник только холодные продукты, смотри рисунок 5г;
- д) при покупке нового холодильника/морозильника учитывать его энергосберегающие характеристики (смотри статьи в журнале «Энергоэффективность» за 2002-2003, 2008 года);

а

Если много не хотите
 Вы платить за свет,
 спешите
 мыть и чистить
 холодильник,
 Разморозив морозильник.

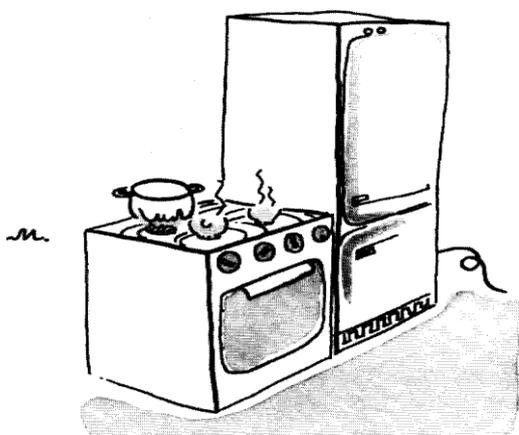


б



Правильно пользуйтесь
холодильником!

в



Знают взрослые
и дети:
Холодильник и плита –
Вовсе не соседи!

Рисунок 5 – Плакаты по энергосбережению

- 7) отключать все бытовые электрические приборы, которые не используются и холодильники/морозильники в том числе;
- 8) использовать меньше горячей и холодной воды, для этого выполнять следующие требования:
 - 8-1) оперативно устранять все течи в кранах и трубах, всегда иметь в доме запасные уплотнительные прокладки, смотри плакаты рисунок 6;



Если денег в доме хватит,
За все капли мы заплатим!



Без ремонта?
Эй, беда –
Мимо труб течет вода!

Рисунок 6 – Плакаты по энергосбережению

- 8-2) мыть посуду первый раз в ёмкости с моющим средством, а потом под струёй воды ополаскивать, смотри рисунок 7;

8-5) периодически удалять накипь с внутренней поверхности чайников и кастрюль, так как накипь является теплоизолятором и для нагрева воды потребуется затратить больше теплоты (смотри рисунок 10);



Не сжигай его огнём —
Выскреби всю накипь в нём.
Без присмотра не бросай,
Заклипел — и выключай!

Рисунок 10 – Плакат по энергосбережению

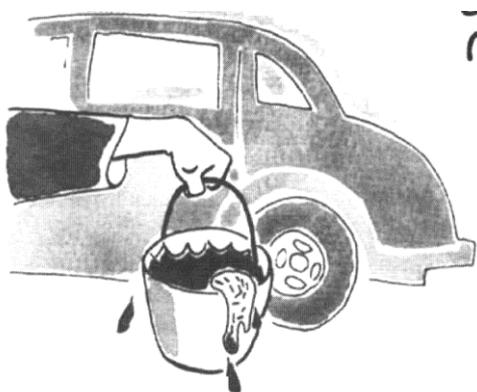
8-6) если мыться в душе, а не в ванной, то экономится большой объём воды (смотри рисунок 11);

В ванне мыться
не годится —
В ней
Большой расход воды.



Рисунок 11 – Плакат по энергосбережению

8-7) мыть автомобиль не из шланга, а из ведра или бутылки (смотри рисунок 12);



Водитель!
Знай тебе пора:
Мой машину из ведра!

Рисунок 12 – Плакат по энергосбережению

8-8) изолировать войлоком, пенистым материалом или теплоизолирующим материалом все трубы горячей воды, которые проходят в здании (подвал,

чердак и т.д.), для снижения теплопотерь и холодной воды для предотвращения замерзания;

8-9) установить счётчики электроэнергии, газа, тепла и воды, и регулярно записывать потребление в вашем доме. Министерство жилищно-коммунального хозяйства помогает малоимущим жильцам, согласно Директивы № 3 от 14.06.2007г., в установке счётчиков тепла и заключат договор с ЖРЭО. Причём срок окупаемости счётчика за счёт экономии денег на оплате составит 1,5 года, а потом вы будете экономить деньги в своём бюджете.

9) для вновь строящихся коттеджей можно запроектировать энергосберегающую систему воздушного отопления / 22/ (смотри рисунок 13).

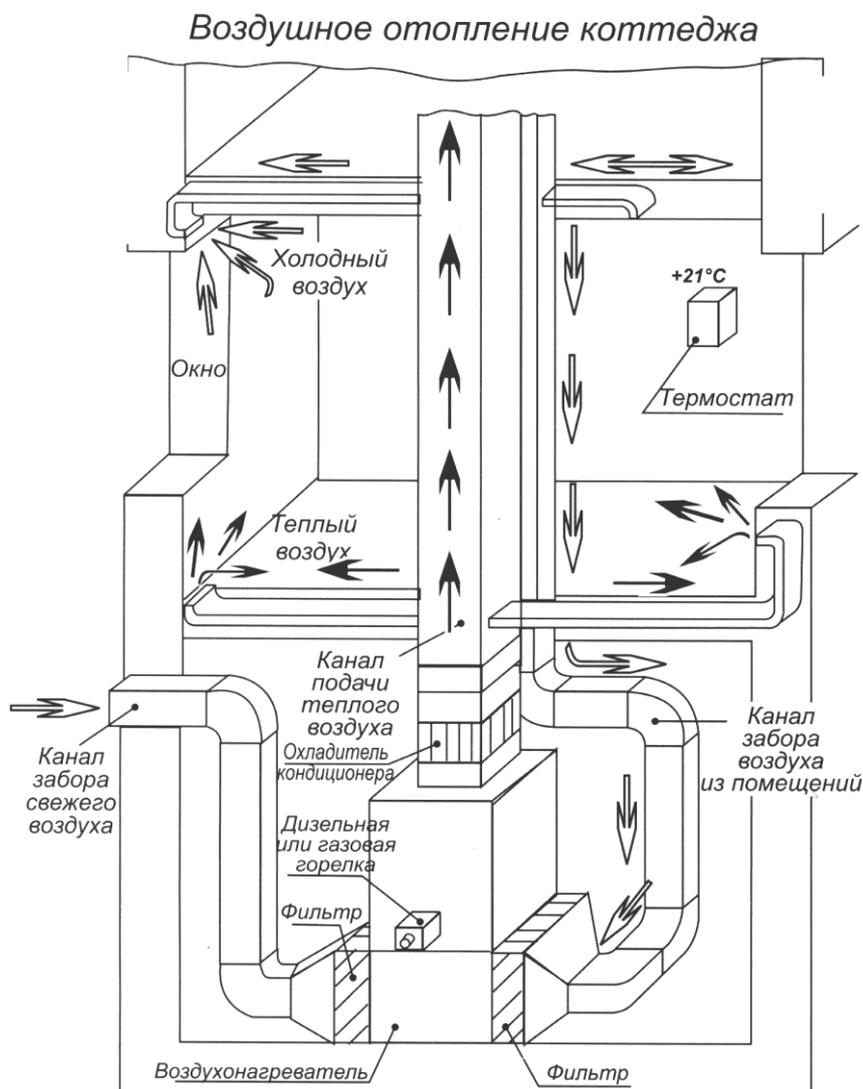


Рисунок 13 – Схема воздушного отопления коттеджа

10) применение тёплых полов в квартире (частном доме) в помещениях ванной, санузле, спальном комнате, кухне позволяет экономить энергию затрачиваемую на их обогрев; рекомендации по устройству таких полов с применением греющих полимерных проводов дают специалисты БГПА (НИЛ ИнТС), их конструкции успешно прошли апробацию в жилых квартирах, при устройстве систем отопления производственных, животноводческих и агротехнических помещений, обогреве трубопроводов, емкостей, кабин машин и их механизмов, грунта в грядках, парниках, удалении снега и льда с поверхностей, прогреве бетона в стыках сборных и устройстве монолитных конструкций, а также изготовлении обогревающих устройств различного назначения. Об этом подробно рассказано в книге «Полимерный провод в греющих полах и устройствах», вышедшей под авторством д.т.н., профессора Лысова В.П. /19/.

11) устройство тамбуров у входных дверей;

12) применение для теплоснабжения систем нагрева воды с использованием солнечной энергии;

13) применение тепловых насосов, теплоутилизаторов и другие мероприятия.

8. Тепловая изоляция зданий методом «Термошуба»

С 1 июля 1999 г. Государственный комитет по энергосбережению и энергетическому надзору РБ ввел в действие зарегистрированный в национальном комплексе нормативно-технических документов в строительное Пособие П1 – 99 к СНиП 3.03.01-87 «Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом «Термошуба» /10/. Это пособие упорядочило работы, проводимые в нашей республике по термической изоляции наружных стен зданий и сооружений и так же ликвидировало анархию, существующую с 1994 г. в области терморегуляции зданий (термореновации). В этом пособии четко описаны требования, которые должны предъявляться к многослойным системам утепления здания «под штукатурку». До 2000 года (до выхода пособия П1-99) в РБ существовало около десяти различных способов изоляции наружных стен, но официальных было *три системы тепловой изоляции наружных стен*, предложенные различными фирмами /14/:

1. «Термошуба» - разработчиком является СКТБ «САРМАТ» г. Минск. На основании исследований издано пособие П1 – 99 к СНиП 3.03.01-87.
2. «Радекс» - разработана фирмой «Радекс».
3. ПСЛ – разработана в г. Минске НИИСМ АП «Белпроект».

В 2000г. лаборатория строительной теплофизики БГПА было поручено исследовать все применяемые способы тепловой изоляции зданий начиная с 1995

г. Все перечисленные выше разработчики подали заявки на участие в испытаниях предлагаемых конструкций наружной изоляции зданий. В результате анализа была оставлена только одна система наружной изоляции зданий «ТЕРМОШУБА», а разработчикам было поручено подготовить Пособие по выполнению этого способа изоляции, которое получило название Пособие П1 – 99 к СНиП 3.03.01-87 «Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом «Термошуба» /10/, /12/.

Система тепловой изоляции наружной стены методом «Термошуба» состоит из следующих слоёв /12/:

1. Наружная стена; кирпичная кладка.
2. Клей полимерминеральный «САРМАЛЕП».
3. Специальная фасадная гидрофобизированная минераловатная жесткая фасадная плита марки FASROCK.
4. Пластмассовый дюбель.
5. Гвоздь оцинкованный вбивается в дюбель (для крепления плит).
6. Клей полимерминеральный САРМАЛЕП.
7. Защитный слой – стеклосетка армирующая ССШ-160 накладывается на слой клея полимерминерального САРМАЛЕП.
8. Состав отделочный полимерминеральный САРМАЛИТ или клей полимерминеральный САРМАЛЕП.
9. Микропористая фасадная краска на основе полиолитовой смолы СОФРАМАП.
10. Защитный алюминиевый уголок с перфорированными стенками 25x25x0,5 накладывается по краям конструкции утепления «Термошуба» поверх сетки армирующей и сверху покрывается слоями 8 и 9.

Производство гидрофобированных минераловатных плит из натурального базальта марки FASROCK налажено в Дании концерном ROCKWOOL, с которым сотрудничает СКТБ «Сармат», которые полностью отвечают между пригодным требованиям и предел прочности на разрыв утеплителя равен 0,015 МПа – отвечает международным стандартам.

Достоинства метода «термошуба» уже опубликованные /12/,/14/:

- Получена экономия энергоресурсов на снижение расхода теплоты на отопление здания и в целом за год сэкономлено 97,7 т у.т./ год.
- Улучшен внешний вид здания, в ряде случаев фасад здания защищен от начавшегося разрушения.
- Устранено промерзание стен, улучшен микроклимат помещений.
- Долговечность тепловой изоляции около 35 лет.
- Высокая ударопрочность тепловой изоляции: более 60 Дж. Низкая эксплуатационная влажность тепловой изоляции – менее 1 %.
- Увеличение сопротивления теплопередачи.

- Увеличен предел прочности на разрыв утеплителя – не менее 0,015 МПа.

Недостатки выявленные в результате испытаний у конструкций наружной изоляции зданий других производителей:

- Из-за отсутствия отечественного опыта по созданию многослойной системы отопления в первые годы использования наружного утепления стен были допущены ошибки в подборе материалов многослойных конструкций. Из-за этого были отстранены два других предлагаемых способа изоляции.
- Отсутствовал обоснованный подбор плит утеплителя и проверка на прочность и на разрыв. По нормативным нормам и приняты в РБ установлен предел прочности на разрыв не менее 0,015 МПа.
- Отсутствие в некоторых конструкциях у плит утеплителя водопоглощающей способности. Установлено, что водопоглощение не должно превышать 5 % по массе утеплителя; в противном случае происходит нарушение теплоизолирующих свойств утеплителя.
- Несовместимость при подборе плит утеплителя с клеящим и защитным полимерминеральными составами.

9. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

По данным статистики в 2006 году в Беларуси приборы освещения потребили 10÷13 % от общего объёма затраченной в стране электрической энергии. Из них по отраслям израсходовано:

- 1) промышленность 29 %;
- 2) жилищный сектор 26 %;
- 3) административные и общественные здания 20%;
- 4) уличное освещение 12 %.

Из сказанного выше видно, что основные затраты на освещение приходятся на социальную сферу деятельности и жилой сектор. Так же, можно сделать вывод, что большой потенциал энергосбережения заложен в применении энергоэффективного освещения в жилом и социальном секторах экономики.

Энергоэффективное освещение означает обеспечение необходимой освещённости по требуемым нормами количественных и качественных характеристик освещения при уменьшении затрат на потребляемую электроэнергию и замену источников света.

Необходимая освещённость должна соответствовать заданным нормам и параметрам в нужном месте и в нужное время при обеспечении качественных

характеристик освещения: требуемый спектральный состав излучения, ограничение пульсаций светового потока и неравномерность распределения яркости в поле зрения, отсутствие в поле зрения близких источников вызывающих слепящее действие. Необходимая освещённость достигается за счёт оптимизации размещения светильников, подбора цвета и контраста /15/, /16 и др./, а так же выполнения требований СНиП II-4-79 по нормам освещённости в лк (люк). Необходимую освещённость можно получить при рациональном сочетании естественного и искусственного освещения.

Освещение в нужное время означает гарантию того, что освещение обеспечивается всё время, когда в освещённом пространстве находятся люди. Освещение должно быть в нужном месте для обеспечения необходимой освещённости в определённых заданных пространствах.

Как отмечает автор статьи «Энергоэффективное освещение» Целуйко В.И. из института БелТЭИ, *энергоэффективное освещение может быть выполнено за счёт минимизации трёх переменных:*

- число часов использования;
- установленная мощность светильников;
- затрат на приобретение и установку или замену электрических ламп.

В настоящее время для большинства общественных зданий доля потребления электрической энергии (ЭЭ) на освещение составляет от 30 % до 45 % от общего потребления энергии в здании. Иногда до двух третей от этой величины можно сберечь благодаря *дешёвым и простым энергосберегающим мероприятиям:*

1) Выключение освещения при выходе из помещения – наиболее дешёвый способ по энергосбережению, потребление ЭЭ сокращается на 10-15 %;

2) Поддержания отражающей поверхности осветительных приборов в чистоте (на грязной поверхности теряется до 50 % освещённости) – наиболее дешёвый способ по энергосбережению.

3) подбора цвета и контраста, так как светлый интерьер создаёт дополнительное ощущение более светлого пространства и уменьшает потребность в использовании искусственного освещения;

4) хорошее естественное освещение и хорошо регулируемое искусственное освещение; Сбережение электроэнергии на уровне 30-70 % даёт сочетание этих двух составляющих; естественное освещение зависит от размеров оконных проёмов и количества фонарей в потолочных перекрытиях;

5) рациональное размещение осветительных приборов в помещении с разделением ламп по зонам, которые включаются через отдельные выключатели.

Выключение всех или части светильников называется *дискретным управлением*.

Задача обеспечения необходимой освещённости по требуемым нормами количественных и качественных характеристик освещения устанавливается в технических нормативных правовых актах (ТНПА) в результате санитарно-гигиенических исследований. Однако они не являются постоянными и подвергаются периодическим уточнениям и изменяются. Эти изменения связаны с более точной адаптацией к психофизиологическим характеристикам человека, его практическим нуждам и учёта современных конструктивных решений систем освещения.

Лучшие светильники с энергоэффективными лампами обеспечивает удельные затраты электроэнергии от 9 до 15 Вт/м² при освещённости 500 лк.

С 2002 г. в Беларуси введен СТБ 1312-2002 «Энергосбережение. Информирование потребителей об энергетической эффективности бытовых электрических приборов. Общие требования». Введено в соответствии со стандартом Евросоюза *Energy seven classes energy efficiency*: А, В, С, D, Е, F и G, которым так же соответствует цветовое оформление, например красный цвет - соответствует классу G. Выставленный на этикетке (дополнительно к инструкции по использованию) или непосредственно на изделии знак красного цвета с буквой G на фоне означает, что изделие имеет минимальную энергоэффективность. Жёлтый знак (класс D) означает, что продукция средней энергозатратности. Зелёный знак (класс А) означает, что продукция наименее энергозатратна, а значит наиболее выгодна, с точки зрения энергосбережения. На основании СТБ 1312-2002 названные выше семь классов энергоэффективности относятся к следующим видам номенклатуры бытовых приборов: холодильники, автоматические стиральные машины, плиты, духовые шкафы, кондиционеры, аккумуляционные водонагреватели, сушильные и посудомоечные машины, микроволновые печи и электрические лампы. По мере совершенствования техники, с апреля 2006 года, введены новые специальные стандарты, где повышены требования по показателю энергоэффективности для стиральных машин и холодильников. Так для стиральных машин расход электроэнергии в расчёте на килограмм белья для стандартной программы в аппаратах наименее энергозатратного класса А составит не более чем 0,19 кВт*ч, а в классе G – выше 0,39. Для холодильников установлено девять классов энергетической эффективности. Дополнительно введены классы «А+» и «А++», что означает наименьшее количество потребления электричества холодильником.

Так же при производстве энергосберегающих светильников необходимо выполнять требования ГОСТ 8607. В Российской Федерации установлены свои стандарты соответствия на изготовление и качество энергосберегающих светильников.

Для воплощения в жизнь **концепции энергоэффективного освещения** необходимо осуществлять комплексный подход к системе освещения: *источник света – пускорегулирующий аппарат – светильник – осветительная установка – экология – эксплуатация.*

Из известного зарубежного опыта известно, что автоматизация работы системы освещения позволяет снизить энергопотребление на 30-50 % .

Так же нужно применять и *более дорогостоящие мероприятия*, в которых заложен значительный потенциал энергосбережения при *за счёт повышения эффективности преобразования электрической энергии в световую*, к таким мероприятиям относятся:

1) снижения установленной мощности источника света без ухудшения светоотдачи; этого достигаем благодаря применению энергоэффективных источников света с высокой светоотдачей $P_{уд}$ (лм/Вт);

2) применения высокоэффективных *пускорегулирующих аппаратов* (ПРА) с малым собственным потреблением энергии: высокочастотные электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА); электромагнитные пускорегулирующие аппараты ЭМПРА на кремниево-железных сердечниках с высокой магнитной проницаемостью;

3) применение светильников с высоким КПД и высоким классом энергоэффективности А или В, которые имеют высокую отражающую поверхность;

4) применение светильников отражённого света, что уменьшает затраты на освещение до 30 %;

5) оптимальное размещение светильников для освещения требуемого пространства, а так же разделение на зоны включения систем освещения;

6) применять автоматизированные системы учёта, контроля и управления потреблением энергопотреблением (АСКУЭ) для объектов непроизводственной сферы (жилые дома, сады, школы, поликлиники, общежития и т.п.);

7) автоматизировать работу систем освещения, применение дистанционных выключателей-регуляторов яркости освещения или светорегуляторов (диммеров), например, светорегулятор «Агат-К-200», «Агат-300» и др. для ламп накаливания и галогенных);

8) Совмещение работы всех инженерных систем здания (отопления, кондиционирования, вентиляции, охраны, пожарной и др.) с системами освещения;

9) применение датчиков в системах освещения (движения, освещённости и др.);

10) применение таймеров (например, таймеры – лестничные клетки, таймеры отключения освещения, таймер – сторож, таймер для санузлов и др.), фотореле, фотоавтоматов (оснащены датчиками присутствия);

- 11) надлежащее техническое обслуживание (периодическая замена ламп и чистка);
- 12) применение энергосберегающих ламп и светильников;
- 13) Применение светопроводов из полимерных материалов (для оформления вывесок и витрин, праздничного украшения зданий и др.);
- 14) Применение светодиодной техники;
- 15) Применять блоки защиты ламп накаливания и галогенных (например «Гранит-БЗ-500» и др. на сайте www.noo.com.by).

Бытует мнение, что энергоэффективное освещение дорогое. В действительности – это не так, так как оно выгодно и позволяет экономить деньги. Первоначальная стоимость новой системы освещения выше, чем малоэффективной. Однако в течение нескольких лет или месяцев она себя окупает за счёт сбережения электроэнергии и средств, которых хватает на замену источников света.

Применение светорегуляторов (диммеров) и таймеров для уличного освещения позволит сэкономить электроэнергию, так как в 2-3 часа ночи на улицах не требуется освещение как в 10-11 часов вечера. Так же необходимо регулировать уровень освещённости на лестничных клетках и у входов в подъезды домов в зависимости от времени суток и присутствия людей. Так же необходимо оптимизировать рекламное освещение.

Таймер – это электронное управляющее устройство, которое автоматически включает и выключает осветительные устройства.

Рациональное управление уличным освещением позволяет выполнять таймер ТЭУ-01Н. С его помощью достигается большая точность включения уличного освещения, переключение счётчиков, включение аварийной вентиляции, дежурного отопления и т.п. Промежутки времени включения регулируются.

Датчики движения применяется для управления энергетическими установками и световыми приборами. Датчики движения работают на чувствительных элементах к инфракрасному излучению человека и позволяют экономить до 50 % электроэнергии. Он обеспечивает подключение внешней нагрузки с потребляемой мощностью до 2 кВт при появлении в поле его чувствительности человека. Отключение напряжения после выхода из зоны датчика человека регулируется заказчиком. Энергоэкономично его использование в целях пожарно-охранной сигнализации, для освещения помещений с временным нахождением людей (коридоров, складов, лестничных площадок), с его помощью можно открыть дверь, не прикасаясь к ручке. Расходы на его приобретение окупаются за 6 месяцев. Они могут применяться при освещении управлении освещением жилых и вспомогательных помещений: лестничных площадок, коридоров, складов и др. Например, в подъездах с использованием

автоматических выключателей свет может отключаться через определённое время после включения.

Высокую отражающую поверхность в светильниках даёт применение: алязакированного алюминия с коэффициентом отражения 98 %; замена в светильниках рассеивателя из органического стекла на рассеивающую решётку из выше названного материала; небьющийся рассеиватель из канального светотехнического поликарбоната с современной технологией полимерного покрытия, применение термостойкого ABS-пластика и др. Данный вид небьющегося рассеивателя является белорусской разработкой и не имеет аналогов в мире.

В 1981 г. на мировом рынке появились *высокочастотные электронные пускорегулирующие аппараты* (ЭПРА или электронные ПРА) для люминесцентных ламп (ЛЛ). ЭПРА представляет собой электронный блок, выполненный на печатных платах (изготавливается в защитном корпусе или без него) с габаритными размерами, позволяющими свободно встраивать его в различные модификации светильников с люминесцентными лампами. Следует сказать, что некоторые новые линейные люминесцентные лампы, например типа T2 (с диаметром трубки 7 мм) и T5 (16 мм), не могут работать в схемах с обычными электромагнитными ПРА и рассчитаны на работу только с ЭПРА. Таким образом, ЭПРА имеет преимущества перед ПРА, а так же данные подтверждают, что ЭПРА имеет преимущества перед ЭМПРА.

Применения высокоэффективных энергосберегающих, с малым собственным потреблением энергии *высокочастотных электронных пускорегулирующих аппаратов* (ЭПРА) и электромагнитных пускорегулирующих аппаратов (ЭМПРА) на кремниево-железных сердечниках с высокой магнитной проницаемостью в комплекте со светильником позволяет достичь следующих результатов:

- 1) Сэкономить до 30 % электроэнергии по сравнению с питанием от электромагнитного ПРА и в шесть раз больше по сравнению с аналогичной лампой накаливания;
- 2) Повысить на 20 % светоотдачу благодаря высокочастотному функционированию люминесцентных источников света (30÷40 кГц);
- 3) Увеличить срок службы на 20 % и более за счёт оптимального режима с плавным включением благодаря плавному подогреву нитей накала (катодов);
- 4) Мгновенное включение (менее 1 секунды) без дополнительного стартера и бесшумная работа;
- 5) Ровный без мерцаний свет, не утомляющий глаза при длительной нагрузке, благодаря высокочастотному функционированию люминесцентных ламп;
- 6) Отсутствие стробоскопического эффекта.

В нашей республике разработчиком и производителем ЭПРА для люминесцентных ламп любой мощности для уличного и объектного освещения является СКБ «НЕМИГА» НПО «ИНТЕГРАЛ». Также выпуск

энергосберегающих галогенных светильников осуществляется «БелОМО» (Белорусское оптико-механическое объединение) ГП ММЗ им. С.И.Вавилова (220836, г. Минск, ул. Макаенка, 23). Эти светильники предназначены для локального и общего освещения жилых, административных и общественных зданий, для подсветки витрин, экспозиций, стендов. Удобством является шарнирное крепление платформы лампы к корпусу. Галогенные лампы позволяют снизить потребление электроэнергии в 2-2,5 раза по сравнению с лампой накаливания. А также использование в светильниках низковольтного источника питания повышает надёжность их работы и обеспечивает безопасность их эксплуатации.

В западной Европе с 1996 до 2000 г. объем выпуска ЭПРА возрос и составил по отношению к 1996 г. 300%, или 20 млн. шт. В Беларуси ЭПРА с 1992 года выпускают в г. Молодечно.

Люминесцентные лампы имеют ряд преимуществ по сравнению с другими осветительными приборами:

1) экономия электроэнергии до 30% по сравнению с питанием от электромагнитного ПРА и шестикратная экономия энергии по сравнению с аналогичной лампой накаливания;

2) повышение на 20% светоотдачи, благодаря высококачественному функционированию люминесцентных источников света;

3) увеличение срока службы лампы на 20% и более, за счет оптимального режима с плавным подогревом нитей накала (катодов);

4) мгновенное включение без дополнительного стартера и бесшумная работа светильника;

5) ровный без мерцания свет, не утомляющий зрение при длительной зрительной нагрузке, благодаря высококачественному функционированию люминесцентных ламп;

6) отсутствие стробоскопического эффекта;

7) пригодность к эксплуатации в резервных (аварийных) установках 200-250 В. постоянного тока;

8) отсутствие электромагнитных помех, защита от помех в электросети.

Сочетание ЭПРА с компактными люминесцентными лампами КЛЮ-7, 9, 11 Вт – эквивалентен лампам накаливания (ЛН) 40, 60, 75 Вт, выпускается в виде бра, настольных ламп, взрывозащитных, уличных.

Недостатки ЭПРА: высокая стоимость по сравнению с лампой накаливания.

Применяют различные энергосберегающие лампы:

1) ЛБЦТ – люминесцентные лампы низкого давления с улучшенной цветопередачей, службы 10000 ч (10000 h);

- 2) КЛЛ - компактная люминесцентная лампа, срок окупаемости 1-2 года, службы 9000 ч.;
- 3) КГ - галогенный светильник, срок службы 2000 ч.;
- 4) ДНаО - натриевые лампы низкого давления, службы 12000 ч.;
- 5) ДНаТ - натриевые лампы высокого давления, службы 12000 ч., для уличного и объектного освещения рекомендуется применять в комплекте с ЭПРА;
- 6) ДРЛ – ртутные лампы высокого давления, службы 12000 ч.;
- 7) ЛД-20 и ЛД-40 – люминесцентные лампы дневного света, мощностью 20 и 40 Вт, отечественного производства, которые создают световые потоки 880 и 2300 лм (2300 Lumen);
- 8) ЛБ-20 и ЛБ-40 – люминесцентные лампы низкого давления белого света, мощностью 20 и 40 Вт, которые создают световые потоки 1060 и 2800 лм (2800 Lumen), их можно применять для освещения теплиц и зимних садов;
- 9) SUN-GLO – лампы солнечного света, мощностью 20 и 40 Вт (40 W) их можно применять для освещения теплиц и зимних садов;
- 10) AQUA-GLO, FLORA-GLO – лампы для фотосинтеза, мощностью 20 и 40 Вт (40 W);
- 11) ДРИ и другие.

При одинаковом удалении лампы от растений будет достигнуто одинаковое фотосинтетическое воздействие при использовании: одна лампа AQUA-GLO заменит две лампы ЛД или SUN-GLO; две лампы FLORA-GLO заменят три лампы SUN-GLO или три ЛД; две лампы AQUA-GLO заменят пять ламп ЛБ; 1 лампа FLORA-GLO заменит 2 лампы ЛБ. Лампы ЛД для роста и развития растений считаются не благоприятными, ЛБ – можно применять, а наилучшими признаны SUN-GLO и FLORA-GLO.

Так же в республике выпускаются потолочные светильники с люминесцентными лампами ЛПО 01-2*40-001 и другие серии «Восход-1». Используются комплектующие известных зарубежных производителей энергосберегающих светильников – Германии, Финляндии и Франции.

Очень актуально использование более дешёвых *светильников* с простым дизайном и меньшей стоимостью для жилого сектора, общественных и промышленных зданий, животноводческих помещений, которые предлагает рынок Беларуси. Срок службы светильников не менее 8 лет. Например, виды светильников для энергосберегающего освещения:

- 1) подвесной светильник ЛПО-013-11-002 УХЛ4 с индивидуальным пускорегулирующим устройством и люминесцентной лампой КЛЛ мощностью 11 Вт, при этом он даёт уровень освещённости равный уровню как от прибора с лампой накаливания мощностью 75 Вт; степень защиты IP54 и климатическое исполнение УХЛ4; номинальное напряжение питания 220 В;
- 2) подвесной светильник ЛПО 22-9-801 УХЛ4 с индивидуальным пускорегулирующим устройством и люминесцентной лампой КЛЛ мощностью 9

Вт для освещения общественных и промышленных зданий; он даёт уровень освещённости равный уровню как от прибора с лампой накаливания мощностью 60 Вт; степень защиты IP54 и климатическое исполнение УХЛ4.

Преимущество этих энергосберегающих светильников по сравнению с лампами накаливания: 1) в пять раз меньше потребление электроэнергии; 2) срок службы в 8 раз больше, поэтому экономия электроэнергии на одном светильнике за время его эксплуатации составляет до 1400 кВт•час.

Энергия, которую берегут потребители за счёт учёта и регулирования в жилых зданиях по результатам эксплуатации даёт снижение коммунальных расходов на 40-50 %. Подобный опыт был и в других странах, в частности в Дании.

Сейчас в республике идёт выполнение Директивы № 3 (2007 года) в части завершения установки у всех потребителей приборов учёта ТЭР.

10. Применение биогаза

10.1. Общие сведения о получении биогаза

В последнее десятилетие большое внимание уделено развитию в нашей стране использованию нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в связи с дефицитом собственных топливно-энергетических ресурсов. Одним из нетрадиционных и возобновляемых источников энергии может служить энергия получаемая из биомассы. Именно полученный в хозяйствах республики биогаз и выработка энергии из него позволит экономить природные и сжиженные газы.

Все источники биомассы можно разделить на три основные группы:

1) к первой группе относятся специально выращенные для энергетических целей наземные растения. Наибольшее значение имеют лесоводческие энергетические хозяйства для выращивания различных пород деревьев: быстрорастущая порода ивы (разработка белорусских ученых), эбеновое дерево, эвкалипт, пальма, гибридный тополь и др. Одним из перспективных энергетических культур является земляная груша (топинамбур), сладкое сорго, сахарный тростник.

2) Ко второй группе источников биомассы относятся различные органические остатки и отходы:

а) биологические отходы животных (навоз крупного рогатого скота, помёт домашней птицы и др.);

б) остатки от сбора урожая сельскохозяйственных культур и побочные продукты их переработки, такие как солома ржи и пшеницы, кочерыжка

кукурузного початка, стебель хлопка, скорлупа земляного ореха, отходы картофеля, рисовая шелуха и солома, лузга семечек, костра льна и др.;

в) отходы лесозаготовок, лесопиления и деревообработки: кора, опилки, древесные щепки, стружки;

г) промышленные сточные воды (в частности, текстильных, молочных, а так же других предприятий по переработке пищевых продуктов);

д) городские отходы (твёрдые и сточные воды).

3) Третья группа – это водные растения, в том числе морские водоросли, среди которых гигантские ламинарии (бурые водоросли), водяной гиацинт. Океан рассматривается как основной поставщик крупных морских бурых водорослей и водорослей обитающих на дне (бентические растения), а так же водорослей плавающих в стоячей воде. Кроме того анализируется возможность использования биомассы эстуарий солёных и пресноводных болот.

Энергетический потенциал водных растений довольно высок. Так, например свежие морские водоросли 29,2 т.н.э/га/год; водяной гиацинт -53,6 т.н.э/га/год, а сахарный тростник 40,0 т.н.э/га/год /21/, /26/.

В зависимости от влажности и степени биоразлагаемости биомасса перерабатывается термохимическими методами (прямое сжигание, газификация, пиролиз, ожижение) или биологическими (анаэробная переработка, этапольная ферментация). С их помощью, из биомассы можно получить различные конечные энергетические продукты, включая тепло, пар, низко- и высококалорийные газы и различные жидкие топлива. Одним из самых широко используемых методов переработки биомассы остаётся прямое сжигание с целью получения тепла или электроэнергии. Наиболее перспективным процессом превращения биомассы являются термохимическая газификация, ферментация и анаэробная переработка, в результате которых получают синтез-газ (метан). Для Беларуси перспективным может стать развитие биоэнергетики на основе обновляемого энергетического ресурса, такого как древесина. Сюда можно отнести и выращивание быстрорастущих сортов древесины. В Беларуси уже ведутся исследования по выращиванию энергетических плантаций канадской ивы и сахалинского горца Вейриха. Эти деревья способны обновляться в течении 25 лет, а обрубку и сбор топлива проводят через 3 года, причём один гектар плантации способен дать в среднем 20 м³ древесины. Так же изучаются возможности выращивания и целесообразности выращивания в наших климатических условиях сахалинского бамбука и Сильвии широколистной. Разрабатывается и получает широкое применение технология сжигания древесных гранул.

10.2. Получении биогаза при анаэробном сбраживании

Одним из способов получения биогаза является способ *анаэробного* (без доступа кислорода), сбраживании или *ферментации* (перепревании) органических веществ биологической массы самого различного происхождения при температуре $30\div 370$ °С, а так же при постоянном перемешивании загруженного сырья, периодической загрузке исходного сырья в ёмкость для ферментации и выгрузке сброженного материала /17, с.357-364/. Емкость, в которой происходит процесс сбраживания, называется *метантенком* или *реактором*. При соблюдении всех оговоренных выше условий под действием имеющихся в биомассе бактерий органические вещества разлагаются и образуют смесь газов, которая называется **биогаз**. Для получения биогаза могут быть использованы отходы обработки сельскохозяйственных культур — силос, солома, пищевые и другие отходы ферм, навоз, птичий помёт, сточных вод и тому подобное сырьё содержащее органические вещества. Важно, чтобы среда сырья была нейтральной, без веществ которые мешают действию бактерий, например мыла, стиральных порошков, антибиотиков / 20/.

Биогаз содержит $50\div 80$ % метана (CH_4), $50\div 20$ % диоксида углерода (CO_2), $0\div 3$ % сероводорода (H_2S), а так же примесей: водорода, аммиака и окислов азота. Биогаз не имеет неприятного запаха. Теплота сгорания 1 м^3 биогаза достигает $21\div 29$ МДж, что примерно эквивалентно сжиганию $0,6$ л бензина, $0,85$ л спирта, $1,7$ кг дров или использованию $1,4\div 1,6$ кВт*ч электроэнергии. Эффективность сбраживания зависит от соблюдения анаэробных условий, температурного режима и продолжительности сбраживания. Сбраживание навоза возможно при температуре $30\div 35$ °С (*мезофильный режим брожения*) и $50\div 60$ °С и выше (*термофильный режим*).

Продолжительность сбраживания навоза зависят от вида биомассы. Для навоза крупного рогатого скота и куриного помета продолжительность составляет 20 суток (сут), свиного навоза - 10 сут. Активность микробной реакции в значительной мере определяется соотношением углерода и азота. Наиболее благоприятные условия при соотношении $C/N = 10:16$.

С 1 м^3 реактора выход биогаза достигает $2\div 3 \text{ м}^3$ биогаза, от птичьего помёта - $6 \text{ м}^3 / 21/$. В сутки от одного животного можно получить следующее количество биогаза: крупный рогатый скот (массой $500\div 600$ кг) — $< 1,5 \text{ м}^3$; свиньи (массой $80\div 100$ кг) — $0,2 \text{ м}^3$; куры или кролики — $0,015 \text{ м}^3$.

Данные об удельном выходе биогаза от различных сельскохозяйственных отходов приведены в таблице 15.1 /17, с.357/.

Энергию, которую получают от сжигания биогаза можно использовать для различных нужд сельского хозяйства. С помощью приводимого газовым двигателем внутреннего сгорания электрического генератора можно получать электроэнергию. Недостатком является то, что часть выработанной энергии

необходимо использовать на работу самой биогазовой установки (в некоторых установка до 50 % вырабатываемой энергии).

Биогаз можно сжигать как топливо в горелках отопительных установок, водогрейных котлов, газовых плит и использовать в холодильных установках абсорбционного типа, в автотракторных двигателях, в агрегатах инфракрасного излучения. Карбюраторный двигатель легко переводится на газ, в том числе на биогаз. Для этого карбюратор заменяют на смеситель. Не представляет трудностей перевод дизельных двигателей на работу с газом. При переводе с дизельного топлива на природный газ мощность двигателя снижается на 20 %, с природного на биогаз — на 10 %. Расход биогаза составляет в среднем 0,65 м³/кВт•ч. Давление газа перед двигателем должно быть не менее 0,4 кПа /17, с.358/.

В животноводстве для подогрева воды потребность в биогазе на одно животное в год составляет: дойной коровы — 21—30 м³, свиньи — 1,4—4,9 м³. Большие значения этих цифр относятся к малым фермам, меньшие — к средним.

Таблица 15.1. Выход биогаза из органических отходов

Органические отходы	Выход биогаза, л/кг
Навоз свиней	340—550
Навоз крупного рогатого скота	90 — 310
Помет птиц	310 -620
Навоз овец	90—310
Отходы животноводческих помещений	175 — 280
Солома пшеницы	200—300
Солома ячменя	250—300
Солома кукурузы	280 — 450
Конопля	280
Отходы зеленых культур	330—360
Лен	360
Трава	280—550
Камыш	170
Ботва картофельная	280—490
Листья сахарной свеклы	400—500
Водоросли	420—500
Ил каналов	310—740

Потребность в биогазе для отопления доильных помещений равна: при числе коров 40 — 164/327 м³/год; при числе коров 60 - 212/410 м³/год; при числе коров 80 — 262/530 м³/год. В числителе указаны данные при

температуре наружного воздуха до -10°C , в знаменателе — при температуре наружного воздуха t_n ниже -10°C .

Для отопления птичников при наружной температуре -10°C и внутренней 18°C требуется примерно $1,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1000 голов.

Остаток (метановую бражку) можно использовать в качестве удобрения.

Биогазовые установки (БГУ) в зависимости от особенностей технологической схемы бывают трех типов: непрерывные, периодические и аккумулятивные /17, с.360/.

При непрерывной (проточной) схеме (рис. 15.1) свежий субстрат загружают в камеру сбраживания непрерывно или через определенные промежутки времени (от 2 до 10 раз в сутки), удаляя такое же количество сброженной массы. Эта система позволяет получить максимальное количество биогаза, но требует больше материальных расходов.

При периодической (циклической) схеме (рис. 15.2) имеются две камеры сбраживания, которые загружают по очереди. В данном случае полезный объем камер используется менее эффективно, чем при непрерывной. Кроме того, нужны значительные запасы навоза или другого субстрата для их заполнения.

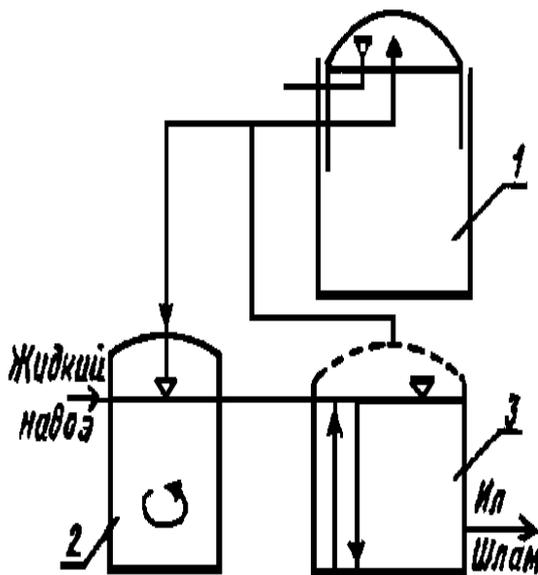


Рис.15.1. Схема биогазовой установки непрерывного сбраживания:
1 – газгольдер; 2 – реактор; 3 – хранилище ила (шлама)

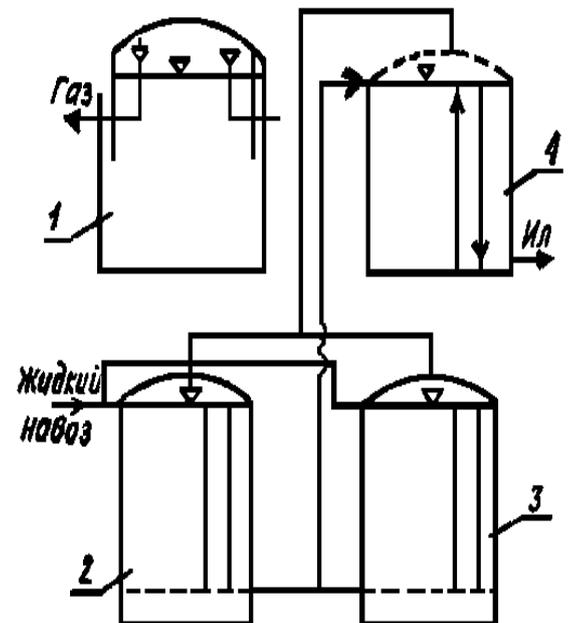


Рис.15.2. Схема периодического сбраживания:
1 – газгольдер; 2 – первый реактор; 3 – второй реактор; 4- хранилище ила (шлама)

При аккумулятивной схеме хранилище для навоза служит одновременно камерой сбраживания и хранения перебродившего навоза до его выгрузки (рис. 15.3).

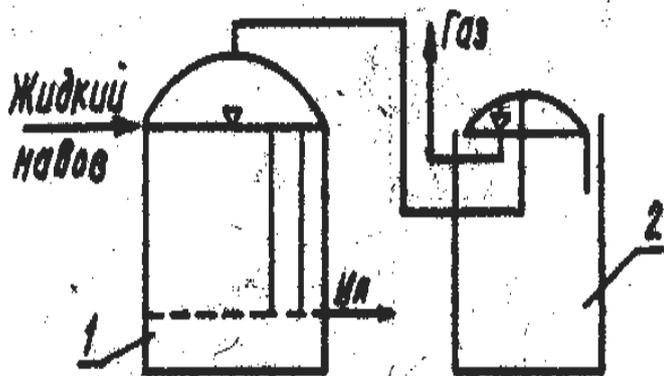


Рис.15.3. Схема аккумулятивного сбраживания:

- 1 – реактор и хранилище;
2 - газгольдер.

10. 3. Биогазовые установки

Биогазовые установки состоят из следующих элементов: камеры сбраживания (реактора, ферментатора, метантенка), нагревательного устройства (теплообменника), устройства для перемешивания и газгольдера.

Метантенки выполняют наземными, полузаглубленными и заглубленными в грунт. В жарких и теплых районах устраивают наземные метантенки, выкрашенные в черный цвет для использования солнечной радиации; в холодных районах отдают предпочтение заглубленным метантенкам для сохранения теплоты.

Камеры сбраживания изготовляют различной формы: цилиндрические, кубические, в виде параллелепипеда и более сложной конструкции. Они бывают одно- и двухсекционными, устанавливаются вертикально, горизонтально, горизонтально-наклоно. Метантенки изготовляют из металла, пластмассы, железобетона. Схема заглубленного односекционного метантенка приведена на рис. 15.4.

Для поддержания необходимой для сбраживания температуры целесообразно применять *нагревательные устройства*.

Подогрев жидкого субстрата осуществляют перед загрузкой или в камере сбраживания. В зависимости от степени изоляции камер и трубопроводов потребность в теплоте может достигнуть 30 % энергии, выделяемой биогазом.

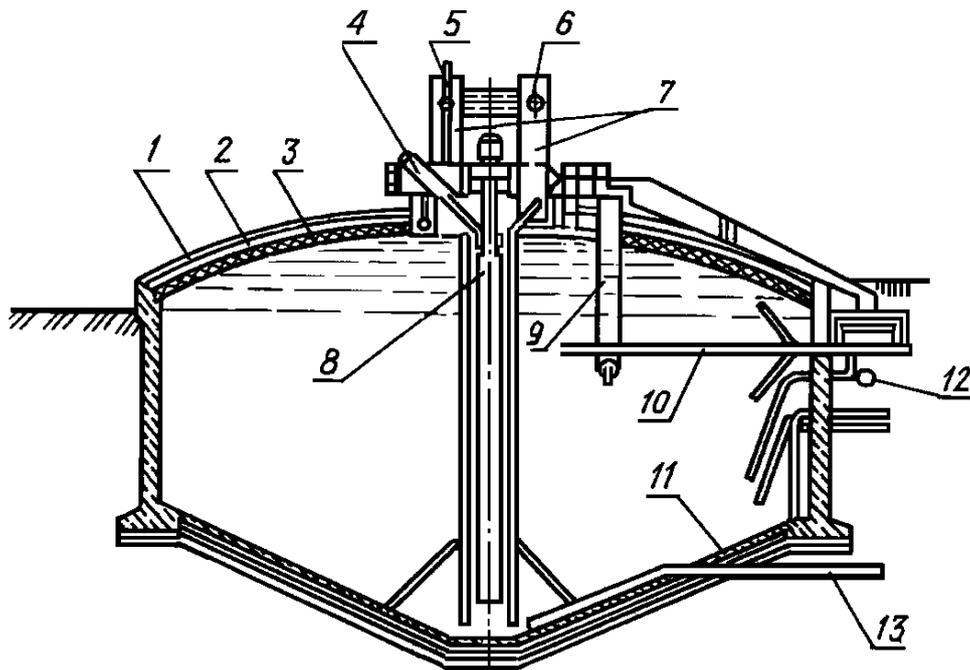


Рис.15.4. Схема заглубленного односекционного метантенка:

1 – мягкая кровля; 2 – кирпич; 3- теплоизоляция; 4 – смотровой люк; 5, 9 – трубы соответственно для выпуска газа в атмосферу, переливания; 6 – газопровод для газового колпака; 7 – газовые колпаки; 8 – пропеллерная мешалка; 10, 13 – трубопроводы соответственно для загрузки сырого осадка, для опорожнения метантенка; 11 – днище метантенка; 12 – паровой инжектор для подогрева метантенка.

Нагревательные устройства, как правило, совмещают с перемешивающим. На рис. 15.5 изображены схемы нагревательных и перемешивающих устройств. Теплообменники размещают различным способом: в стене камеры (рис. 15.5, а), в нижней части реактора (рис. 15.5,б), в цилиндрической рубашке шнека смесителя (рис. 15.5,в), по периметру камеры в виде змеевика (рис. 15.5,д). Используется также метод подогрева субстрата при помощи пара (рис. 15.5,е).

Для перемешивания субстрата применяют механические, гидравлические и газовые устройства.

Газгольдеры предназначены для сбора и хранения биогаза. Содержащиеся в биогазе примеси (диоксид углерода и сероводород) вызывают коррозию оборудования. Один из наиболее распространенных и простых методов очистки от примесей — «мокрый». Наиболее простые газгольдеры совмещают с метантенком (рис. 15.6,а). Удобен в эксплуатации и поэтому перспективен в сельском хозяйстве «мокрый» газгольдер низкого давления (рис. 15.6, б).

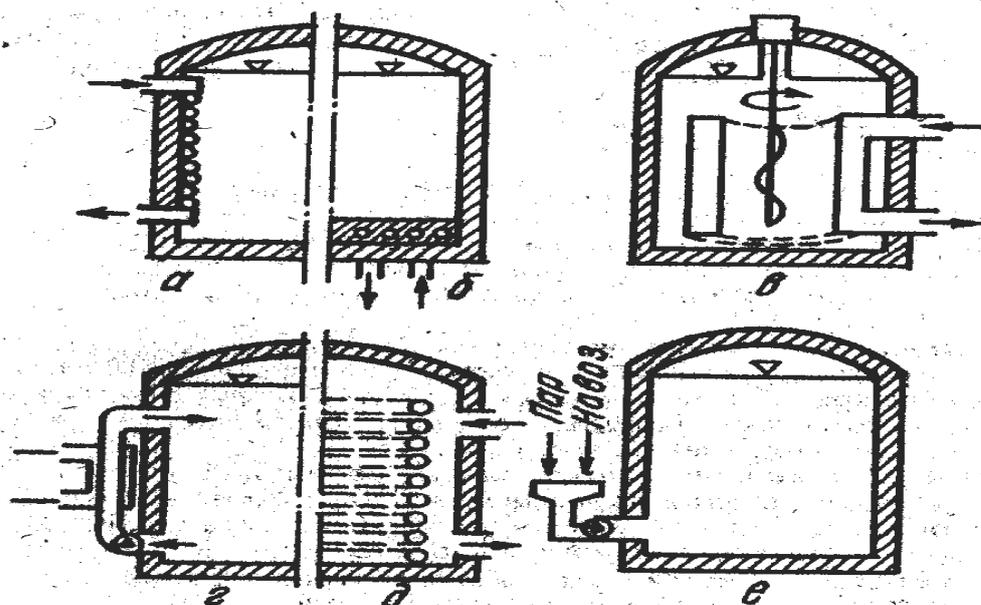


Рис.15. 5. Схемы нагревательных устройств:

а — настенного; б — донного; в — размещенного в отопительном цилиндре; г — расположенного вне реактора; д — в виде змеевика; е — с использованием пара

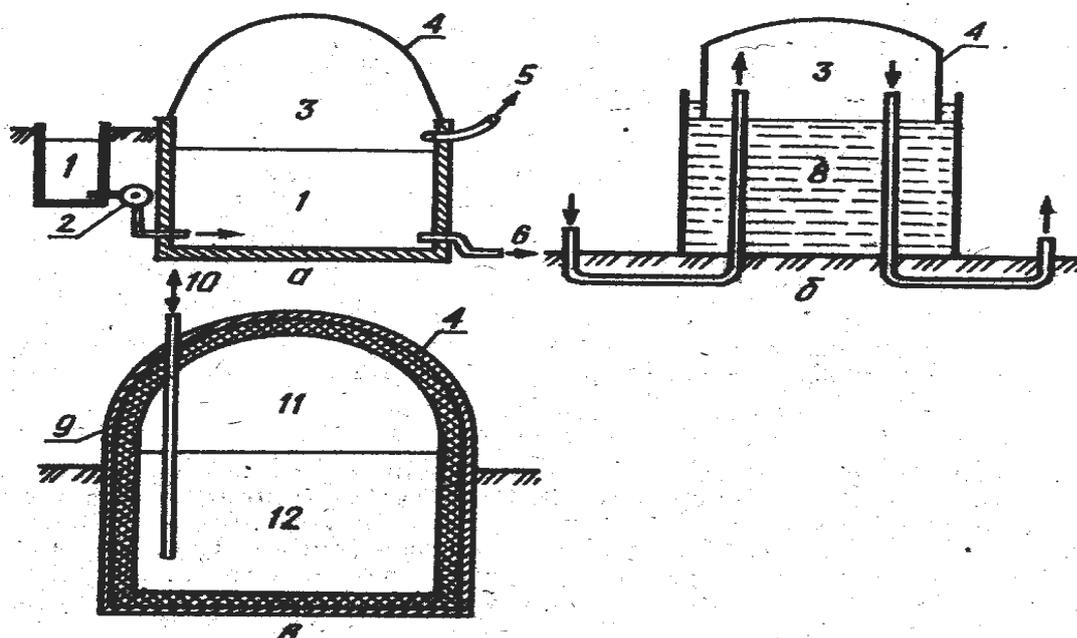


Рис.15. 6. Схемы газгольдеров:

а — совмещённого с метантенком; б — “мокрый” одноподъемный; в — заглубленный для сжиженного газа; 1 — навозонакопитель; 2 — насос; 3 — биогаз; 4 — колпак (колокол); 5, 6 — выпуск соответственно газа, шлама; 7 — сбраживаемый субстрат; 8 — вода; 9 — слой теплоизоляции; 10 — труба для заполнения и опорожнения газгольдера; 11 — воздух; 12 — сжиженный биогаз

Газгольдеры высокого давления (0,8 - 1 МПа) имеют сферическую форму. В «мокрых» газгольдерах колокольного типа давление газа невысокое (менее 5 кПа).

Различают четыре вида конструкции биогазовой установки: простейшие, без подвода теплоты и перемешивания сбраживаемого субстрата; без подвода теплоты, но с перемешиванием субстрата; с предварительной подготовкой субстрата для сбраживания, подводом теплоты, перемешиванием, контролем и управлением анаэробным процессом.

В простых, большей частью небольших, установках, возводимых собственными силами, емкость для газа помещают под бродильной камерой (рис. 15.7). В таких установках невозможно получить высокую степень разложения субстрата, возникают трудности с разрушением плавающей корки и с удалением шлама.

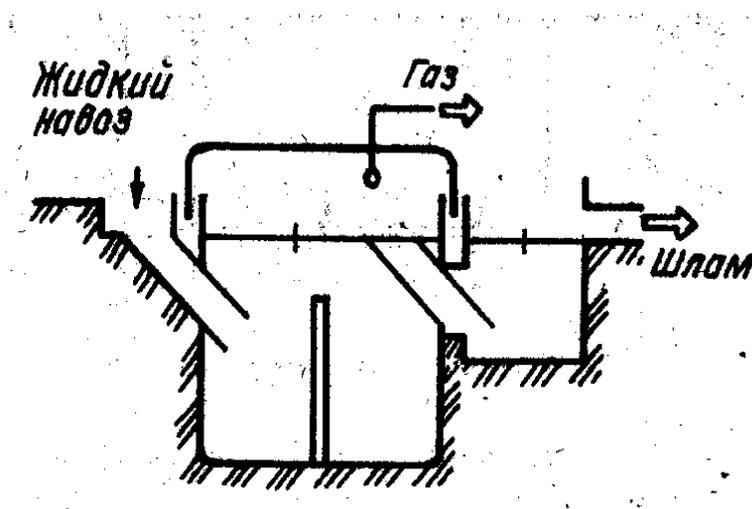


Рис.15. 7. Простейшая двухкамерная биогазовая установка

В странах Восточной Азии распространены эластичные реакторы, имеющие форму пузыря. Их изготавливают из плотной прорезиненной или пластмассовой оболочки, усиленной прослойками из ткани. Оболочка заглублена в полусферическую выемку в грунте (рис. 15.8).

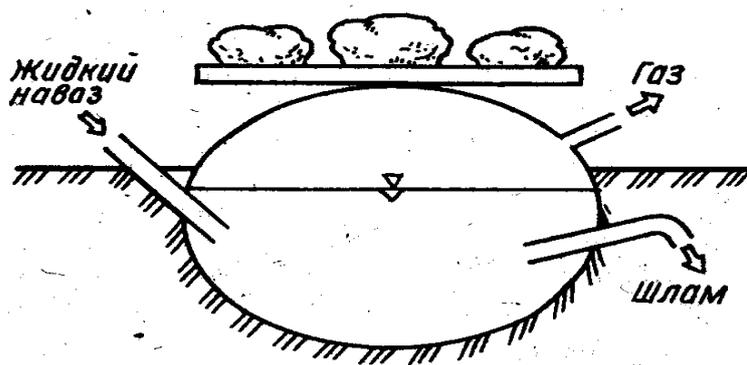


Рис. 15.8. Реактор с эластичной оболочкой

В Азии (Китае, Индии, Корее и др. странах) широко распространена простая биогазовая установка «Габор» (рис. 15.9), которую используют в мелких хозяйствах в районах с теплым или жарким климатом. Установка размещается под землей. Камера сбраживания и газодольдер уравновешены между собой. Подогрев и перемешивание субстрата не применяются. Продолжительность сбраживания 40 дней и более. Выход газа 0,3—0,5 м³ в расчете на 1 м³ камеры сбраживания.

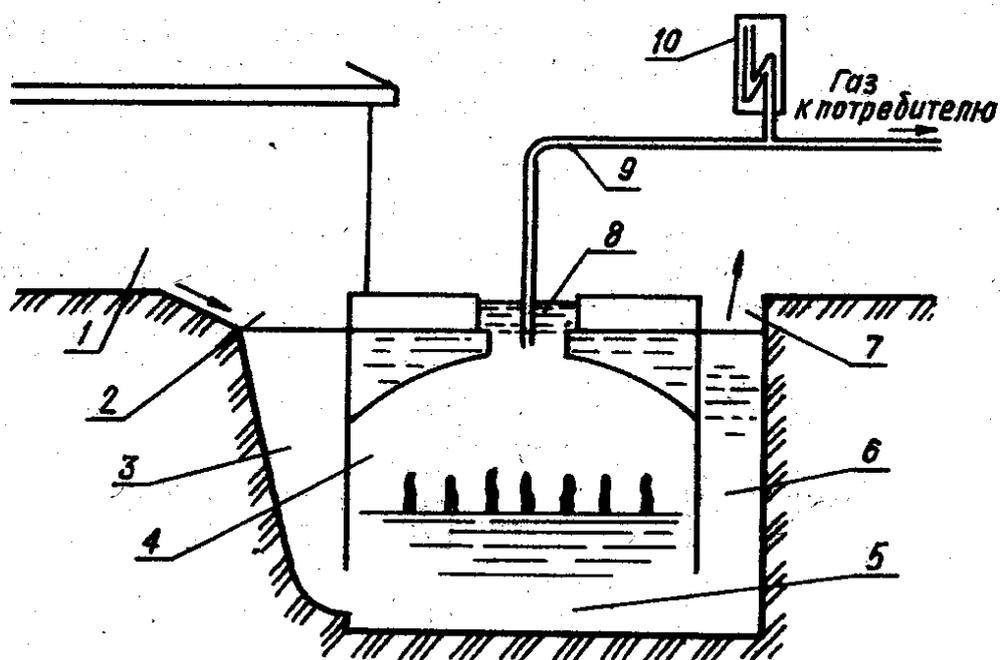


Рис. 15.9. Схема биогазовой установки «Габор»:

1 - животноводческое помещение; 2 — загрузочная горловина; 3 — свежий навоз; 4 — газосборник; 5 — камера сбраживания; 6 — навоз после сбраживания; 7 — место для отбора сброженного навоза; 8 — водяная пробка; 9 - газопровод; 10 - манометр

Схема биогазовой установки фирмы «Дормштадт» для фермы изображена на рис. 15.10. Технологический процесс проточный с циклическим выполнением операций. Навоз из животноводческой фермы предварительно отделяется от посторонних примесей. Для этого служит отделитель. Теплоносителем служит горячая вода или пар, получаемый в котле, работающем на газообразном топливе. Из емкости субстрат перекачивается в метантенк, где происходит анаэробное сбраживание навоза. Требуемая температура поддерживается с помощью теплообменника, размещенного в межстенном пространстве метантенка. Из метантенка биогаз поступает в газгольдер.

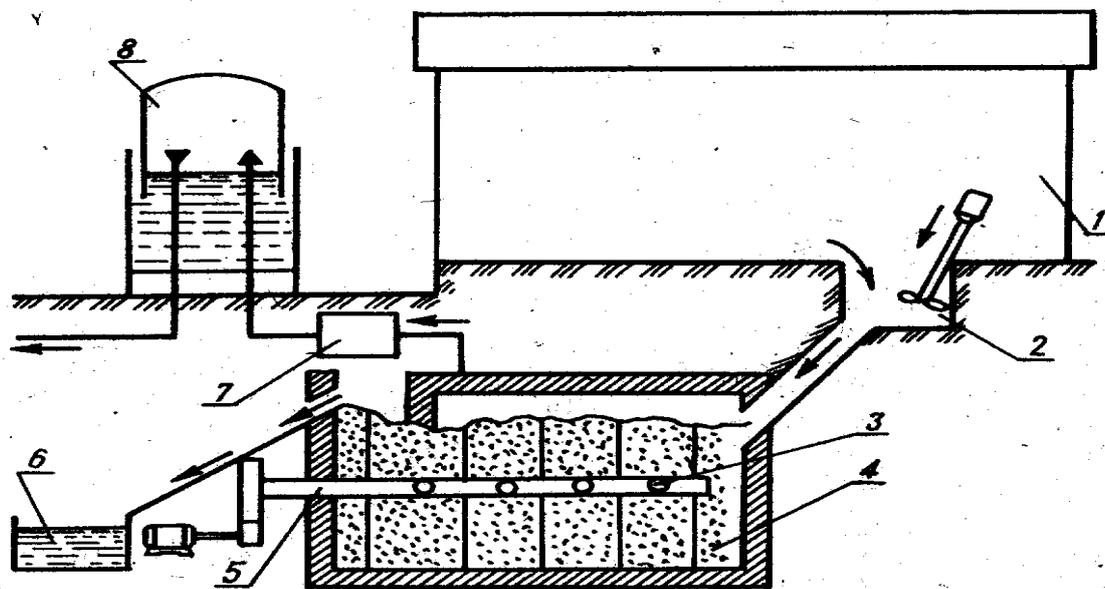


Рис. 15.10. Схема биогазовой установки «Дормштадт»:

1 — животноводческое помещение; 2 — сборник свежего навоза; 3 — отверстия для выпуска пара; 4 — камера сбраживания; 5 — мешалка; 6 — сброженный навоз; 7 — устройство для очистки биогаза; 8 — газгольдер

В совхозе «Россия» Золотоношского района Черкасской области работает установка для анаэробного сбраживания жидкого навоза на свинокомплексе 24 тыс. гол. (рис. 15.11). Суточный выход навоза на комплексе 280—350 м³. Жидкий навоз подвергается механической и биологической обработке.

При механической обработке выделяют твердую фракцию, при биологической — активный ил. Общее количество осадка — 100—150 м³/сут. Установка перерабатывает 20 м³/сут осадка после биологической обработки. При этом исходный осадок подается в открытую емкость (30 м³) и для смешения и нагревания в специальный теплообменник (типа труба в трубе). Рециркуляция массы осуществляется с помощью фекального насоса по схеме: емкость для смешивания — теплообменник — емкость для смешивания. Нагретый до 35 °С осадок тем же насосом подается в метантенк объемом 200 м³, где также

подогревается теплообменником до температуры 30 - 35 °С. Источником теплоты для подогрева осадка служит котел (КВ-300М), который работает на жидком топливе. Осадок в реакторе постоянно перемешивается за счет перекачивания массы насосом из нижних слоев в верхние.

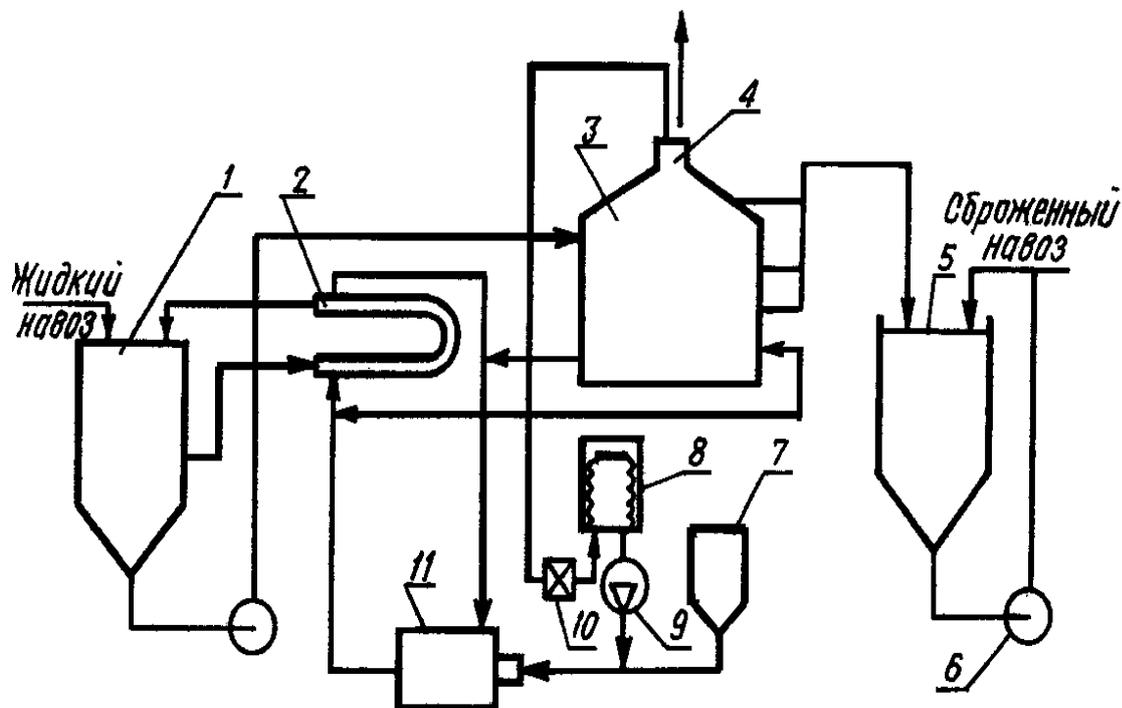


Рис. 15.17. Схема биогазовой установки для свиного комплекса на 24 тыс. голов:

1 - резервуар для смешивания и нагрева жидкого навоза; 2 — водонагреватель; 3 — метантенк; 4 — сборник биогаза; 5 — отстойник сброженного навоза; 6 — насос; 7 — бак жидкого топлива; 8 — газгольдер; 9 - компрессор; 10 — газовый счетчик; 11 — водогрейный котел

Выход биогаза изменяется в пределах от 60 м³/сут до 100 м³/сут. В процессе эксплуатации биогаз **может использоваться** вместе с жидким топливом в котле КВ-300М. При этом экономия основного топлива составляет 20—30 %.

В СНГ используют целый ряд биогазовых установок (табл. 15.2).

Таблица 15.2. Техничко-экономические показатели биогазовых установок

Показатели	Огри	Пярну	КОБОС-1	«Биогаз-301»	УкрНИИ агропроект
Суточный выход биогаза, м ³	265	6210	162	350	178
Объем реактора (метантенка), м ³	75 (два)	3260 (два)	125	300	150
Выход биогаза с 1 м ³ объема реактора, м ³	1,76	0,95	1,29	1,16	1,18
Выход биогаза, м ³ /т	2,65	1,04	1,3 -	1,1	1,2
Температура брожения, °С	54±2	38	40±Г	40±1	40±1
Периодичность загрузки биомассы, сут	5	16	5	10	9
Установленная мощность, кВт	-	-	42,1	52	4,3
Количество обслуживающего персонала, чел.	4	15	4	4	4
Суточная переработка биомассы, т	20	400	28,3	30,9	16,5
Капитальные затраты, тыс.руб.	66,54	2790	170	350	25,2
Капитальные затраты на получение 1 м ³ биогаза, руб.	6,73	1,23	1,04	1,03	0,4

Список использованной литературы

- | №
п/п | Название учебника или учебного пособия |
|----------|---|
| 1. | Директива Президента Республики Беларусь от 14.06.2007 г. № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства». //Г-та «Советская Белоруссия» № 109 от 15.06.2007г. |
| 2. | Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» от 19.06.1998 г. Принят СМ РБ и Президентом РБ //Энергоэффективность, 1997. - |
| 3. | Указ Президента Республики Беларусь от 05.05.2006 г. № 289 «О структуре Правительства Республики Беларусь». |
| 4. | Постановление СМ РБ от 16.01.2001 г. «Республиканская программа энергосбережения на 2001 – 2005 гг.» – |
| 5. | Указ Президента РБ № 516 от 24.09.01 г. О совершенствовании системы республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчинённых Правительству Республики Беларусь // Энергоэффективность, 2001. |
| 6. | Постановление СМ РБ № 1583 от 31.10.01 г. «Положение о Комитете по энергоэффективности» |
| 7. | Постановление СМ РБ № 137 от 02.02.2006 г. «Республиканская программа энергосбережения на 2006- 2010 гг. и Государственная научно-техническая программа «Энергосбережение». |
| 8. | Постановления СМ РБ № 1820 от 27.12.02 г. и № 45 от 17.01.03 г. «Направления энергосбережения в 2003 г.» |
| 9. | Постановление СМ РБ № 168 от 05.03.1996 г. «Основные направления энергетической политики РБ на период до 2010 г.» |
| 10. | Указ Президента Республики Беларусь от 12.08.2005 г. № 370 «О присоединении Республики Беларусь к Киотскому протоколу к Рамочной конвенции Организации Объединённых Наций об изменении климата». |
| 11. | Постановление СМ РБ № 1582 от 30.12.2005 г. «План мероприятий по реализации положения Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата на 2005- 2012 гг.». |
| 12. | Свидерская О.В. Основы энергосбережения: пособие. - Мн.: Акад.упр. при резиденте Респ.Беларусь, 2006. – 228 с. |
| 13. | Основы энергосбережения: учебное пособие / М.В.Самойлов, В.В.Паневчик, А.Н.Ковалёв, 2-е изд., стереотип. – Мн.: БГЭУ, 2002. – 198 с. |
| 14. | Поспелова Т.Г. Основы энергосбережения: пособие. - Мн.: УП |

- «Технопринт», 2000. – 353с.
15. Охрана труда и основы энергосбережения: учеб. пособие / Э.М. Кравченя, Р.Н.Козел, И.П.Свирид, 2-е изд.. – Мн.: ТетраСистемс, 2005. – 288 с.
 16. Основы энергосбережения. Конспект лекций. Под ред. Хутской Н.Г. – Мн.: Технология, 1999. – 100 с.
 17. Государственная программа энергосбережения на 2001-2005 гг. – Мн., 2001.
 18. Постановление СМ РБ № 1820 от 27.12.2002 г. «О дополнительных мерах по экономному и эффективному использованию ТЭР».
 19. Постановление СМ РБ № 399 от 25.08.2005 г. Концепция и Программа государственная научно-техническая «Энергетика 2010» по энергобезопасности и энергонезависимости РБ.
 20. Альтернативные энергоносители /М.В. Голицин, А.М.Голицин, Н.В.Пронина; Отв. Ред. Г.С.Голицин. – М.: Наука, 2004. – 159 с.
 21. Альтернативные энергоносители /М.В. Голицин, А.М.Голицин, Н.В.Пронина; Отв. Ред. Г.С.Голицин. – М.: Наука, 2004. – 159 с.
 22. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Учеб.пособие./ Под ред.Л.Д.Богуславского, В.И.Ливчака и др. - М.: Стройиздат, 1990. – 624 с.
 23. Тихомиров К.В., Сергеенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. Учеб.пособ.для ВУЗов. – М.: Стройиздат, 1991. – 480 с.
 24. Сводный каталог к журналу Энергоэффективность //Энергоэффективность, 2002-2009 гг. - № 1-12.
 25. Пособие П1 – 99 к СНиП 3.03.01-87 «Проектирование и устройство тепловой изоляции наружных стен зданий методом «Термошуба». – Мн.: Госкомэнергосбережение, 1999.
 26. Практика применения термостатов РТД в однетрубных системах отопления домов массовых серий. /С.И.Прижижецкий, М.М.Грудзинский, П.М.Зелиско, В.Л.Грановский// Энергоэффективность, 1999, № 8. – С. 2-3.
 27. Каталог. Тепловая изоляция зданий, сооружений, трубопроводов «Термошуба». – МН.: СКТБ «Сармат», 2001. – 27 с.
 28. Что такое атомная станция теплоснабжения /Под ред. О.Б.Самойлова, В.С.Кууля. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 96 с.
 29. Глинистый Е.А. Качество, долговечность и эффективность «Термошубы» - на основе нормативного документа //Энергоэффективность, 1999, № 8. – С.14-16.
 30. Энергоэкономичное освещение. Энергосберегающие светильники. //Энергосбережение, 1999, № 8. – С.22-23, С.24.

31. Справочник по теплоснабжению сельского хозяйства / Л.Г.Герасимович, А.Г.Цубанов, Б.Х.Драганов, А.Л.Синяков и др. – Мн.: Ураджай,1993.– 368с.
Системы солнечного тепло- и хладоснабжения. Под ред. Э.В.Сарнацкого, С.А.Чистовича. – М.: Стройиздат, 1990.
32. Полимерный провод в греющих полах и устройствах. / Под ред. д.т.н., профессора Лысова В.П. – Мн.
33. Биогаз: и греет и варит //Моделист-Конструктор, 1987, № 1. – С.10.
34. Павлов Л. Газ ожидает выхода //www.agroperspektiva.com – АГРОперспектива № 8, 2001.
35. Журнал «Энергоэффективность» - Мн.: Департамент по энергоэффективности, 2008÷2009 гг. и др.
Журнал «Энергоэффективность» - Мн.: Комэнергоэффективность (или ГКЭЭН). – 1997-2007 гг.
36. Журнал «АВОК» (Россия)
37. Журнал «Энергосбережение» (Украина)
38. Журналы: «Теплоэнергетика», «Промышленное и гражданское строительство» (Россия), «Автоматизация от А до Я» и другие
39. Материалы Web-сервера WWW.agroperspektiva.com
Материалы Web-сервера WWW.intersolar.ru/bvletin/2/Belarus/shtm/agroperspektiva/com
Материалы Web-сервера WWW.agroperspektiva.com
Материалы Web-сервера WWW.ukrdzi.com/na/agro/jorna/s/2001/agro8ru/perspective.shtm/
Материалы Web-сервера WWW.energocentre.nsys.by
Материалы Web-сервера WWW.iea.org/statist/Keyworld/Keystat/htm
Материалы Web-сервера WWW.iea.org/statist/Keyworld/Keystat/htm
Материалы Web-сервера WWW.open.by
Другие