



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

**И.В. Кошкин, А.И. Успанова, Елена Титко, А.А. Свирина,
Е.М.Кандалина**

Энергосбережение и энергетическая утилизация отходов

Учебное пособие



Костанай, 2024

Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы
Факультет машиностроения, энергетики и информационных технологий
Кафедра электроэнергетики

И.В. Кошкин, Успанова А.И. Елена Титко, А.А. Свирина, Е.М.Кандалина

Энергосбережение и энергетическая утилизация отходов

Учебное пособие

Костанай, 2024

УДК 621.314628:4.038 (075.8)

ББК 31.5я73

Э 65

Составители:

Кошкин И.В., кандидат технических наук

Успанова А.И., магистр, старший преподаватель

Титко Елена, доктор рНД

Свирина А.А., доктор экономических наук, профессор

Кандалина Е.М., кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор

Рецензенты:

Баймухамбетов Малик Файзулович – доктор технических наук, профессор, проректор по НР и ВС Костанайского социально-технического университета имени академика З. Алдамжар

Сапа Владимир Юрьевич - кандидат технических наук, ассистент профессора кафедры Электроэнергетика Костанайского регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы

Юнусова Гульнара Батырбековна – кандидат технических наук, доцент, кафедры «Биологии, экологии и химии» Костанайского регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы

Кошкин И.В.

Э65. Энергосбережение и энергетическая утилизация отходов: Учебное пособие - Костанай, 2024. – 120с.

В учебном пособии изложены основные признаки классификации отходов, показаны их объемы, определены основные направления переработки. Рассмотрены различные аспекты переработки промышленных отходов: источники их образования, особенности отходов промышленных и аграрных предприятий, безотходные технологии, обращение с токсичными промышленными отходами, образование отходов при чрезвычайных ситуациях, области применения продукции из промышленных отходов

Учебное пособие составлено в соответствии с рабочей программой дисциплины, и предназначено для магистрантов образовательной программы «7M05201- Геоэкология и управление природопользованием», выполнено в рамках реализации задач международного проекта ERASMUS+ № 618715-EPP-1-2020-1-DE-ERPKA2-SBHE-JP «Продвижение циркулярной экономики в странах-партнерах путем разработки и реализации магистерской программы «Управление отходами» (UnWaste).

Утверждено и рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом Костанайского регионального университета имени Ахмет Байтұрсынұлы, _____.2024 г , протокол № ____

© Кошкин И.В.

© КРУ имени А. Байтұрсынұлы

Содержание

Введение	4
Тема 1: Современное состояние энергетики Республики Казахстан	5
Тема 2: Традиционная современная энергетика и ее виды	20
Тема 3: Общие сведения о возобновляемых источниках энергии	31
Тема 4: Предмет и объекты биотехнологии	39
Тема 5: Биологическая переработка отходов	48
Тема 6: Основы энергосбережения и энергоэффективности	54
Тема 7: Энергоэффективные и энергосберегающие технологии и оборудования в производственной сфере и быту	69
Тема 8: Основы ресурсосбережения	75
Тема 9: Утилизация и переработка отходов металлургии	80
Тема 10: Современные способы очистки сточных вод	86
Тема 11: Переработка отходов ТБО	93
Тема 12: Утилизация отходов животноводства для производства электрической и тепловой энергии	100
Тема 13: Использование энергии газового потока для выработки электрической энергии	105
Тема 14: Мусоросжигающие технологии	108
Заключение	118
Список использованных источников	119

Введение

С развитием цивилизации к середине XX в. определились четыре основных упаковочных материала: бумага (и картон), стекло, пластмассы и металлы. Со второй половины XX столетия к ним добавились так называемые комбинированные упаковочные материалы. В это же время во многих странах были созданы научно-исследовательские конструкторские, дизайнерские и учебные структуры в области упаковки. Казахстан занимает огромную территорию со значительным количеством небольших населённых пунктов, в которых перспектива цивилизованного решения проблем утилизации твёрдых бытовых отходов (ТБО) достаточна далека.

Значительную долю ТБО составляют отходы пластмасс, которые, с одной стороны, являются ценным сырьём для вторичного использования, а с другой – длительно разлагающимися материалами, существенно загрязняющими природную среду. На городских свалках даже среднего населённого пункта ежегодно скапливаются сотни тысяч тонн бытовых отходов. Дымящиеся свалки, кучи выброшенного хлама, переполненные мусорные баки – в России такие картины знакомы многим городским и сельским жителям. В последнее десятилетие значительно возросло количество автомобильного транспорта, бытовой техники, в том числе холодильного оборудования, электронной аппаратуры, сотовых телефонов кондиционеров и др.

Дальнейшее развитие приобрела технология получения биоразлагаемой полимерной упаковки, переработка древесных. Одним из наиболее осязаемых результатов антропогенной деятельности является образование отходов, среди которых отходы пластмасс занимают особое место в силу своих уникальных свойств. В наши дни, как никогда прежде, люди задумались над огромным засорением Земли непрерывно возрастающими отходами пластика.

Учебное пособие восполняет знания в области утилизации и вторичной переработки отходов промышленного, агропромышленного производства и коммунальных отходов, с целью возврата их в производство и улучшения экологии в Казахстане и мире в целом.

В учебном пособии приведена классификация отходов, показаны их объёмы, определены основные направления переработки. Рассмотрены различные аспекты переработки промышленных отходов: источники их образования, особенности отходов промышленных и аграрных предприятий, безотходные технологии, обращение с токсичными промышленными отходами, образование отходов при чрезвычайных ситуациях, области применения продукции из промышленных отходов.

Адресовано магистрантам, изучающим дисциплину «Рациональное энергоиспользование отходов производства и энергосбережение» по ОП 7М05201 Геоэкология и управление природопользованием (2 года), группы образовательных программ: М087 Технология охраны окружающей среды

Тема 1: Современное состояние энергетики Республики Казахстан

Цель: Ознакомление с основными понятиями дисциплины. Стратегия развития энергосбережения РК. Понятие энергоэффективности.

План:

1. Стратегия развития энергетики РК;
2. Нормативно-правовая база.

Стратегия развития энергетики РК

Электроэнергетика является важнейшим сегментом топливно-энергетического комплекса (ТЭК) страны, надежно обеспечивая на базе единой энергетической системы потребности экономики в электроэнергии и тепле.

Значительный рост потребности в электрической энергии потребует, безусловно, решения вопроса обеспечения ее электроэнергией от собственных генерирующих источников. Данную проблему необходимо решать путем реабилитации, реконструкции и модернизации существующего оборудования электростанций и ввода новых энергоисточников.

Существующие в настоящее время генерирующие мощности Казахстана способны произвести до 82-84 млрд. кВт. ч электроэнергии.

Распоряжением Премьер-министра РК от 31 мая 2007 года утвержден План мероприятий по развитию электроэнергетической отрасли Республики Казахстан на 2007-2015 годы. В рамках реализации Плана мероприятий были разработаны Перечень объектов электроэнергетики подлежащих реконструкции, модернизации и расширению, а также строительства новых энергетических объектов на 2009-2015 годы, баланс электроэнергии РК до 2015 года.

На данном этапе электроэнергетическая отрасль полностью обеспечивает потребности промышленности и населения Казахстана в электрической и тепловой энергии.

В 2008 году объем производства и потребления электроэнергии по стране составили 80,1 и 80,6 млрд. кВтч, соответственно. При этом импорт – 0,9 млрд. кВтч, экспорт – 0,4 млрд. кВтч.

В 2009 году выработка электроэнергии в объеме 78,7 млрд. кВтч, при потреблении 77,8 млрд. кВтч, что составило 98,2 % и 96,5 % к уровню прошлого года, соответственно. При этом импорт – 0,92 млрд. кВтч, экспорт – 1,84 млрд. кВтч.

Необходимо отметить, что реализация программы индустриально-инновационного развития потребует обеспечения прироста электроэнергии в нашей стране. Согласно перспективному балансу к 2015 году потребление электроэнергии ожидается на уровне 100,5 млрд. кВтч.

Для обеспечения форсированного индустриально-инновационного развития экономики Казахстана и прироста потребления электроэнергии реализуются

следующие инвестиционные проекты:

- Строительство Мойнакской ГЭС мощностью 300 МВт. Завершение строительства ГЭС намечается в декабре 2011 года.

- Строительство Балхашской ТЭС, мощность первой очереди – 1320 МВт.

- В марте подписано Рамочное соглашение между АО «Самрук-Энерго» и южнокорейскими Консорциумом компаний «KEPCO» и «SAMSUNG об основных принципах стратегического партнерства по реализации проекта строительства Балхашской ТЭС.

- Расширение и реконструкция Экибастузской ГРЭС-2 с установкой энергоблока станционного № 3 мощностью 500 МВт

- Ведется работа с Банком Развития Казахстана, Евразийским Банком Развития и Внешэкономбанком по организации финансирования. Начаты предварительные переговоры с производителями оборудования, потенциальными подрядчиками.

- Проект модернизации и реконструкции Экибастузской ГРЭС-1

Проектом предусматривается в 2013-2015 годах восстановление 3-х неработающих энергоблоков мощностью 500 МВт, каждый (блок №8 в 2012 году, блок № 2 в 2014 - 2015 годах и энергоблок №1 в 2016-2017 годах) и реконструкция действующих энергоблоков.

- Строительство газотурбинной электростанции мощностью 54 МВт в г. Уральске. Срок реализации проекта – 2008 – 2010 гг.

- Строительство газотурбинной электростанции на месторождении «Акшабулак» мощностью 87 МВт

Для системного решения вопроса развития электроэнергетической отрасли Министерством разработаны ряд законодательных и подзаконных актов поддержанные Парламентом и Правительством РК.

Законом «Об электроэнергетике» введен новый механизм тарифообразования в электроэнергетике для энергопроизводящих организаций (электростанций), который предусматривает введение предельных, расчетных и индивидуальных тарифов на электроэнергию и выполнение энергопроизводящими организациями инвестиционных обязательств по реконструкции, модернизации, расширению и новому строительству энергогенерирующих мощностей.

В рамках этого Закона энергопроизводящими организациями приняты инвестиционные обязательства и подписаны соглашения по их исполнению с Министерством энергетики и минеральных ресурсов.

В настоящее время подписаны 33 соглашения на общую сумму инвестиций на 2009 год в размере более 60 млрд. тенге.

Утверждена Концепция дальнейшего совершенствования рыночных отношений в электроэнергетике Республики Казахстан и разработан План мероприятий по ее реализации, которой определяются основные направления рыночных преобразований в электроэнергетике на среднесрочный период с 2009 года и последующие годы, предусматривающих принятие необходимых мер по

повышению эффективности функционирования отрасли, создания условий для привлечения инвестиций для строительства новых и модернизации действующих мощностей, обеспечению надежности энергоснабжения.

Реализация Плана мероприятий по развитию электроэнергетической отрасли Республики Казахстан на 2007-2015 годы обеспечит необходимый для экономики страны прирост производства электроэнергии на перспективу и выработку электроэнергии собственными электростанциями в объеме 103.45 млрд. кВтч. в 2015 году.

Наблюдавшиеся в последние годы высокие темпы роста ВВП на 9-10% в год сопровождались соответствующим ростом объемов электропотребления – прирост 5-7% ежегодно. По итогам 2008 года потребление составило 80,6 млрд. кВтч, что на 5,5% выше, чем за 2007 год. При этом производство электроэнергии составило 80,1 млрд. кВтч, что выше на 4,9% показателя 2007 года.

С учётом экономического роста последних лет согласно балансу, утверждённому МЭМР в 2007 году, прогнозировался рост электропотребления в ЕЭС Казахстана к 2010 году до 95 млрд. кВтч, а к 2015 году – до 124 млрд. кВтч.

Однако мировой экономический кризис внёс корректировки в наши прогнозные балансы, приведя к снижению объемов потребляемой электроэнергии в металлургической, строительной и других отраслях. Снижение электропотребления по республике наблюдается с ноября 2008 года. Отрицательная разница по сравнению с аналогичными показателями предыдущего года сохраняется и до настоящего времени. При этом, однако, следует отметить, что в январе текущего года снижение составляло 9,6 % по отношению к аналогичному периоду 2008 года, а по итогам 9 месяцев – 6,4 %. То есть имеет место положительная тенденция уменьшения разницы электропотребления в 2008 и 2009 годах.

В связи с изменением динамики производства-потребления в ЕЭС Казахстана в июле текущего года МЭМР совместно с «KEGOC», «Самрук-Энерго» и институтом «Энергия» разработало скорректированный прогнозный баланс электроэнергии и мощности ЕЭС Казахстана до 2020 года.

Скорректированный прогнозный баланс электроэнергии ЕЭС Казахстана до 2025 года. В соответствии с новым прогнозным балансом:

В 2015г потребление электроэнергии составит 100,5 млрд. кВтч, производство электроэнергии - 103,4 млрд. кВтч.

В 2025г потребление - 116 млрд. кВтч (прирост по сравнению с 2008г на 44%), производство - 120 млрд. кВтч (прирост по сравнению с 2008г на 50%).

На фоне приближающегося роста электропотребления, признаки которого уже очевидны, требуют безотлагательного решения проблемы отрасли, главной из которых является старение основных фондов, в частности, износ технологического оборудования действующих энергоисточников.

Таблица 1 - Прогнозный баланс электроэнергии ЕЭС Казахстана до 2025 года млрд. кВтч

Характер производства	2009г.	2010г.	2011г.	2012г.	2013г.	2014г.	2015г.	2025г.
Потребление электроэнергии	77,80	79,33	83,19	87,64	91,79	95,95	100,50	116,00
Производство электроэнергии	78,72	79,31	83,27	87,49	92,09	96,59	103,45	120,20
Дефицит (+), избыток (-)	-0,92	0,02	-0,08	0,15	-0,30	-0,65	-2,95	-4,20

На начало текущего года располагаемая мощность электростанций Казахстана составила 14558 МВт при установленной мощности 18992,7 МВт, разрыв мощности составил 4434,7 МВт, или 23% всей установленной мощности.

В целом, оценивая состояние электроэнергетической отрасли в текущих условиях, выделил бы следующие основные риски:

- значительный износ паркового ресурса генерирующего оборудования, что ограничивает возможность производства электроэнергии действующими электростанциями.
- недостаточность резервов мощности на электростанциях;
- ограниченное количество маневренных источников для покрытия пиковых нагрузок (менее 12%);
- неравномерность распределения генерирующих мощностей (концентрация 42% установленной мощности ЕЭС РК в Павлодарской области Северной зоны ЕЭС РК);
- дефицит генерирующих мощностей на Юге Казахстана;
- необходимость модернизации основного оборудования ПС НЭС и реабилитация региональных электрических сетей.

Ресурс, заложенный в советские годы, заканчивается. Авария, подобная случившейся на Саяно-Шушенской ГЭС, может произойти и у нас. На сегодняшний день прирост новых мощностей отстаёт от темпов износа основных фондов, а значит, повышаются риски возникновения аварийных ситуаций.

С учётом актуальных рисков и в целях обеспечения опережающего развития отрасли в целом в 2007 году Правительством Казахстана был принят План мероприятий по развитию электроэнергетической отрасли на 2007-2015 годы с определением перечня объектов электроэнергетики подлежащих реконструкции, модернизации, расширению, а также новому строительству.

Проект «Строительство ПС 500 кВ Алма с присоединением к НЭС Казахстана линиями напряжением 500 кВ, 220 кВ» позволит обеспечить надежность электроснабжения г. Алматы и Алматинского региона (индустриальный парк г.

Алматы, объекты Азиады 2011г, города-спутники); выдачу мощности первой очереди Балхашской ТЭС (1320 МВт). Стоимость – 30,0 млрд. тенге. Срок реализации – 2009-2014 г.г.

Проект «Выдача мощности Мойнакской ГЭС» позволит осуществить выдачу мощности Мойнакской ГЭС в размере до 300 МВт в пиковых режимах. Стоимость – 10,3 млрд. тенге. Срок реализации – 2011г.

Проект «Выдача мощности Балхашской ТЭС» необходим для обеспечения выдачи мощности Балхашской ТЭС (2640 МВт). Стоимость – 31,3 млрд. тенге. Планируемый срок реализации – 2010-2016г.г. Разработка ТЭО по данному проекту планируется в 2010г.

В связи с планируемым вводом значительных объемов новых генерирующих мощностей, ростом электрических нагрузок требуется адекватное развитие системообразующих линий электропередачи 220-500 кВ по следующим направлениям:

В западном регионе Казахстана

- транзит 500кВ МАЭК-Бейнеу-Кульсары-Атырау (800 км) для усиления электрических связей между областями Западной зоны Казахстана и обеспечения выдачи мощности планируемой Актауской АЭС.

- вторая ВЛ транзитов 220кВ Уральск-Атырау и Кульсары-Тенгиз (625 км) для усиления электрических связей между областями Западной зоны Казахстана.

В северном и центральном регионе

- ПС 500кВ Астана с ВЛ 500кВ Нура-Астана (200 км) для обеспечения надежности электроснабжения г. Астаны и Акмолинской области.

- транзит 500кВ Нура-Жезказган (550 км) для обеспечения надежности электроснабжения Жезказганского энергоузла.

На востоке страны

- транзит 500кВ Экибастуз-Шульбинская ГЭС–Усть-Каменогорск (700 км) для усиления связи Восточного региона с ЕЭС Казахстана, обеспечения выдачи полной мощности Шульбинской ГЭС при вводе контррегулятора - Булакской ГЭС.

Ориентировочно общая протяженность намечаемых к 2020г. новых линий 220-500 кВ составляет около 4 600км, должны быть построены 6 новых ПС 500 кВ. Всего в развитие НЭС на период до 2020г объем инвестиций может составить порядка 430 млрд. тенге.

Реализацию этих масштабных проектов АО «KEGOC» предполагает осуществить за счет привлечения заемных средств отечественных и международных финансовых институтов, в увязке с решением вопроса по поддержанию государством финансовой устойчивости компании.



Рисунок 1 - Основные направления развития НЭС Казахстана до 2020 года

Предлагаемая перспективная до 2020 года карта-схема (рисунок 1) электрических сетей 220-500 кВ ЕЭС Казахстана имеет также межгосударственное значение и позволит обеспечить:

- возможность экспорта электроэнергии – в Россию и Центральную Азию;
- будет способствовать урегулированию водно-энергетических вопросов в центрально-азиатском регионе.

Из программы следует, что взаимовыгодное региональное сотрудничество, прежде всего, надёжная и устойчивая параллельная работа с энергосистемами России и Центральной Азии, без которой нет смысла говорить о реализации экспортного и транзитного потенциала, является приоритетным для энергетиков Казахстана.

Известно, что Казахстан обладает значительными ветроэнергетическими ресурсами. Специальные исследования, проведенные в рамках совместного проекта Программы развития ООН и Министерства энергетики и минеральных ресурсов РК, показали наличие хорошего ветрового климата и условий для строительства ВЭС в ряде районов, расположенных в различных регионах Казахстана.

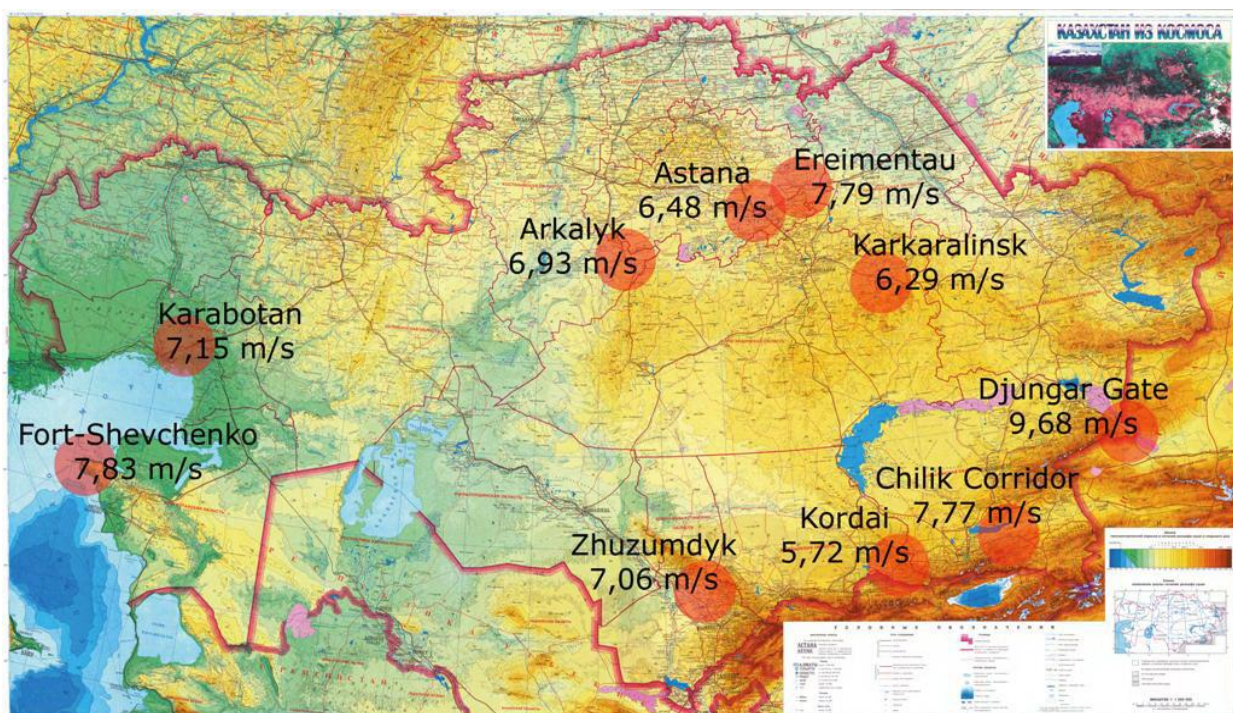


Рисунок 2 - Ветроэнергетический потенциал в ряде выбранных мест по регионам Казахстана

С использованием метеоданных был разработан ветровой атлас Казахстана, представляющий собой карту с распределением скорости ветра на всей территории страны. Приблизительная оценка ветроэнергетических ресурсов Казахстана на основе ветрового атласа показывает, что на площади более 50 000 кв. км на высоте 80 метров наблюдается среднегодовая скорость ветра более 7 м/с. Утилизация этого потенциала позволила бы ежегодно вырабатывать около 1000 ТВтч электроэнергии, что на порядок превышает потребности Казахстана в электроэнергии. На основе проведенных исследований были подготовлены инвестиционные предложения по строительству ветроэлектростанций в Казахстане.

Суммарная мощность ветроэлектростанций на исследованных площадках может составить порядка 1000 Мвт с годовым объемом производства электроэнергии около 3 млрд. кВтч. Информация по ветропроектам помещена в таблице 2 и рисунке 2

Для освоения ветроэнергетического потенциала Министерством энергетики и минеральных ресурсов РК при поддержке Программы развития ООН была разработана Программа развития ветроэнергетики в Республике Казахстан до 2015г с перспективой до 2030г. В рамках данной Программы предусматривается осуществление строительства ВЭС с вводом 250-300 МВт мощности к 2015г и до 2000МВт к 2030г. На этих электростанциях будут производиться до 1 млрд. кВтч электроэнергии к 2015г и до 5 млрд. кВтч к 2030г.

Таблица 2 - Инвестиционные проекты ВЭС

№ п/п	Наименование площадки	Среднегодовая скорость ветра, м/с	Мощности ВЭС, МВт	Годовое пр-во электронергии, млн. кВтч
1	Джунгарские ворота	10,1	50	180,0
2	Шелекский коридор	8,01	300	720,0
3	Кордай	6,06	20	48,0
4	Жузымдык- Чаян	7,61	50	150,0
5	Астана	7,25	20	140,0
6	Ерейментау	8,09	300	1100,0
7	Каркаралинск	5,91	10	18,0
8	Аркалык	7,52	50	140,0
9	Атырау	7,88	200	700,0
10	Форт-Шевченко	8,43	50	180,0
	Итого		1050/700	3376/2180

Для обеспечения законодательной поддержки использованию возобновляемой энергии и с целью привлечения инвестиций в июне 2009г принят закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии».

Законом предусматривается ряд мер по поддержке возобновляемых источников энергии на рынке электроэнергии, в том числе поддержка при строительстве и подключении объектов возобновляемых источников энергии к сети, транспорте электроэнергии по сетям и продаже энергии региональным электротранспортными компаниями и АО «KEGOC».

В феврале 2009 Республикой Казахстан также ратифицирован Киотский Протокол, что позволит использовать финансовые механизмы для поддержки проектов возобновляемой энергии.

Таким образом, созданы необходимые условия для коммерческого развития ветроэнергетики в Казахстане. Успех в развитии ветроэнергетики в Казахстане будет определяться поддержкой инвестиционных проектов со стороны уполномоченного государственного органа и местных органов власти.

Вопросы изменения структуры генерирующих мощностей (рисунок 3) были рассмотрены в ряде работ, выполненных институтом. Однако реализация данного направления является долгосрочной программой.

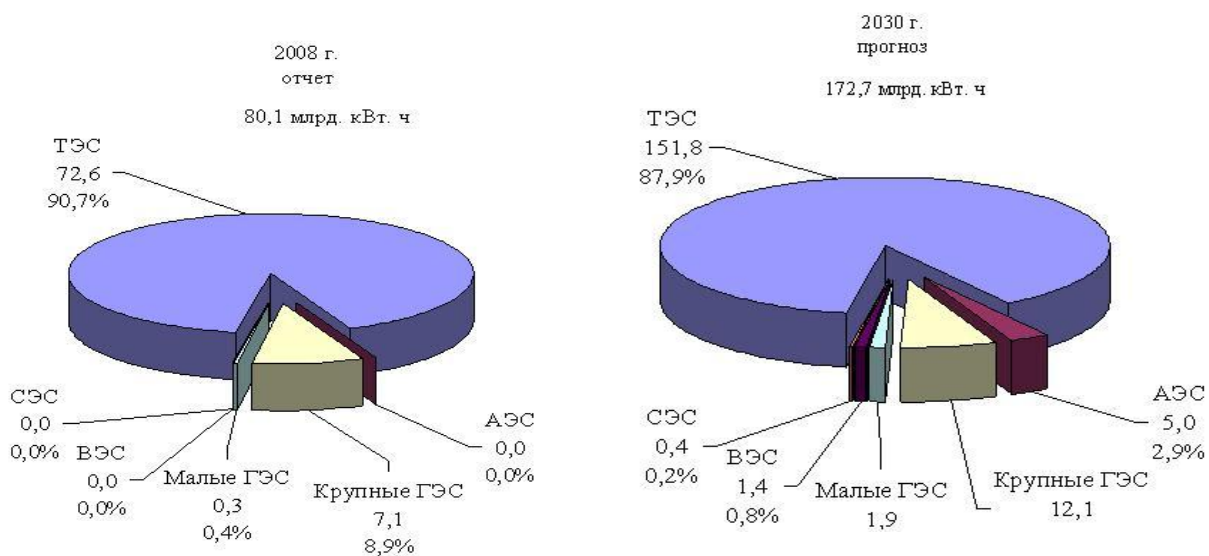


Рисунок 3 - Структура генерирующих мощностей Республики Казахстан

В соответствии с Республиканской бюджетной программой по развитию атомной энергетики РГП "НЯЦ РК" выполнены Технико-экономические исследования в обоснование строительства АЭС в Республике Казахстан.

Для замещения выбывающих по сроку наработки мощностей ТЭЦ-1, 2 ТОО "МАЭК Казатомпром" в соответствии с ТЭО инвестиционного проекта "Строительство АЭС с реакторными установками ВБЭР-300 в Мангистауской области РК" предусматривается ввод Актауской АЭС мощностью 600 МВт в период 2015 – 2020 гг.

В городе Курчатове планируется реализация проекта строительства опытно-демонстрационной АЭС малой мощности.

Республика Казахстан обладает значительными запасами нетрадиционных и возобновляемых энергетических ресурсов (далее НВИЭ), которые включают - энергию рек, солнца, ветра и др.

В таблице 3 приведены данные по потенциалу возобновляемых энергоресурсов в Республике Казахстан (освоенного, экономического, технически возможного, теоретического) по их видам.

В области проектирования электросетевых объектов рекомендуются следующие решения:

Применение экономичных строительных и технических решений при новом строительстве и реконструкции ПС и ЛЭП:

- сокращение размеров ПС путем оптимизации схемно-компоновочных решений при сохранении надежности;
- облегченные конструкции порталов ПС;
- опоры ВЛ башенного типа (на основе многогранных и решетчатых

конструкций), опоры с маркой стали повышенной прочности и коррозионной стойкости, защитой опор от коррозии методом горячего или термодиффузионного цинкования;

- применение новых высокоэффективных антикоррозионных материалов;

Таблица 3 - Потенциал НВИЭ в Республике Казахстан

Наименование	Энергоресурсы			
	Гидроресурсы		Солнца	Ветра
	Крупные ГЭС	Малые ГЭС		
Освоенные существующие	7,14* млрд.кВт.ч.	0,29* млрд. кВт.ч.	-	500 кВт/ 1,65 млн.кВт.ч.
Экономический	22,5 млрд.кВт.ч.	7,5 млрд.кВт.ч.	-	250 МВт/ 820 млн. кВт.ч.
Технически возможный	41 млрд.кВт.ч.	21 млрд.кВт.ч.	-	1000-2000 МВт/ 3,3-6,6 млрд.кВт.ч.
Теоретический	105 млрд.кВт.ч.	65 млрд.кВт.ч.	3,9-5,4 млрд.кВт.ч	1820 млрд. кВт.ч.

* - отчет ЦДУ СО 2010 года

Применение нового современного оборудования с лучшими техническими характеристиками и большим сроком службы:

- силовых трансформаторов, автотрансформаторов, шунтирующих реакторов, компенсационных реакторов с эффективной системой охлаждения с циркуляцией масла и низкими потерями;

- коммутационной аппаратуры: элегазовых выключателей напряжением 35-110-220-500 кВ и вакуумных выключателей напряжении 10 кВ, отличающихся от воздушных и масляных более высокой коммутационной способностью, надежностью, долговечностью, малым весом, сниженными затратами на их эксплуатацию;

- комбинированного выключателя-разъединителя — Комбайн DCB (Disconnecting Circuit-Breaker), который существенно повышает надежность и экономичность распределительных устройств (РУ) высоковольтных подстанций, позволяет уменьшить размеры подстанции, что особенно актуально в условиях ограниченной застройки и цен на землю, снизить потребление электроэнергии на собственные нужды ПС. Для внедрения DCB в энергосистемах РК требуется внесение дополнений в ПУЭ и ПТБ (данный вопрос находится на рассмотрении в Госэнергонадзоре);

- компактных комплектных распределительных устройств в ограниченных условиях строительства, элегазовых компактных распределительных устройств 110-500 кВ (КРУЭ); жесткой ошиновки ОРУ 110-500 кВ заводской комплектации;

- кабелей 10-500 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена, обладающий большей пропускной способностью, высоким током термической устойчивости,

низким весом, меньшим диаметром, большим сроком эксплуатации, элегазовых токопроводов 110-500 кВ;

- устройств компенсации реактивной мощности: управляемых статических средств продольной и поперечной компенсации на базе современной силовой электроники: шунтирующих шинных, линейных реакторов, СТК, сухих токоограничивающих реакторов с полимерной изоляцией, экологически безопасных, с жидким синтетическим диэлектриком, сухих конденсаторов для фильтровых и шунтовых батарей;

- современных ВЛ всех классов напряжения: воздушных компактных ВЛ с проводом AERO-Z, которые характеризуются коррозионной стойкостью, улучшенными аэродинамическими характеристиками, сниженным механическими нагрузками на опоры, снижением пляски проводов при обледенении, сниженными нагрузочными потерями, большей пропускной способностью.

При разработке принципов системы управления электросетевыми объектами рекомендуется применять:

- релейной защиты и линейной автоматики (РЗА), противоаварийной автоматики (ПА) – выполненной на основе микропроцессорной цифровой техники с избирательным воздействием на поврежденные участки сети, обеспечивающей сохранение устойчивости и снижение ущербов при повреждении электросетевого оборудования с применением цифровых каналов связи, включая волоконно-оптические;

- автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ), автоматизированной системы диспетчерского управления (SCADA) и системы телекоммуникаций, обеспечивающей:

- внедрение прогрессивных методов и средств диагностики и мониторинга основного оборудования;

- повышение скорости и безошибочности действий персонала за счет представления ему более полной, достоверной и своевременной информации о режимах работы и состоянии основного и вспомогательного оборудования, в том числе для оперативного управления и ведения режимов;

- повышение уровня контроля и управления технологическими процессами в нормальных и аварийных режимах;

- ведение учета и поддержку заданных параметров электроэнергии;

- более точное определение зоны технологических и коммерческих потерь электроэнергии;

- развитие диспетчерской и технологической связи на основе корпоративных сетей;

- обеспечение высокой надежности и безопасности при эксплуатации оборудования.

Экономический эффект системы управления электросетевыми объектами достигается за счет быстрой локализации поврежденных участков и ликвидации аварий, сокращения количества и продолжительности перерывов

электроснабжения, уменьшения ущерба от простоев, снижения ежедневных эксплуатационных затрат и затрат на ремонт оборудования, увеличения межремонтных интервалов.

Оптимизация режимов работы сетей.

Для снижения потерь мощности и электроэнергии, регулирования напряжения, повышения пропускной способности, оптимизации потоков реактивной мощности, обеспечения оптимального управления потоками активной мощности (оптимальной загрузки неоднородных электрических сетей), интенсивного демпфирования колебаний напряжения в сетях 220 кВ и выше НЭС Казахстана сетевыми средствами рекомендуется внедрение новейших разработок:

- управляемых шунтирующих реакторов на напряжении 110-500 кВ и ниже 110 кВ (УШР);
- статических компенсаторов реактивной мощности (тиристорных – СТК, на базе полностью управляемых полупроводниковых приборов – СТАТКОМ);
- фазоповоротных трансформаторов (ФПТ), вставок постоянного тока (ВПТ);
- управляемых устройств продольной компенсации (УУПК);
- объединенных регуляторов потоков мощности (ОРПМ);
- электромашинных компенсаторов реактивной мощности и фазосдвигающих устройств;
- устройства плавного пуска и регулирования частоты вращения двигателей.

Выбор оптимального вида или комплекса средств компенсации и регулирования производится с учетом схемно-режимных особенностей в каждом энергоузле энергосистемы: мероприятий, проводимых генерирующими источниками, ограничения пропускной способности, ограничения по условиям статической, динамической и результирующей устойчивости, внутренних перенапряжений, резонансных явлений, быстрого действия, экономических показателей.

Применение ФПТ и ВПТ особенно актуально при решении задачи повышения пропускной способности, перераспределения и управления потоками активной и реактивной мощности в неоднородных электрических сетях.

ФПТ входят в семейство устройств "гибких" (управляемых) электропередач переменного тока – FACTS (Flexible AC transmission systems), является надежной и эффективной мерой по регулированию потоков распределения между параллельными ветвями и широко используется в энергосистемах зарубежных стран.

Так, например, применение ВПТ на межсистемных связях между ЕЭС Казахстана и ОЭС Центральной Азией позволит получить не "жесткую" как в случае переменного тока, а гибкую несинхронную связь, что даст следующие преимущества:

- возможность независимого регулирования частоты в обеих системах;
- отсутствие взаимного влияния систем при динамических возмущениях (КЗ, набросы нагрузок и отключения генерирующих мощностей и прочие);

- полный контроль над направлением и величиной потока энергии между системами;

- отсутствие подпитки от ВПТ в случае КЗ в одной из систем;

- возможность связи систем с разными номинальными частотами.

В целом ЕЭС Казахстана имеет значительный транзитный потенциал – электропередачу 1150 кВ Сибирь-Казахстан-Урал, который не используется из-за значительных потерь на корону и устаревшего оборудования 1150 кВ.

В перспективе сооружение крупных электростанций: Экибастузской ГРЭС-3, Балхашской и Тургайской ТЭС предполагает самобалансирование регионов, что соответственно, приведет к снижению загрузки межсистемных транзитов 500 кВ и высвобождению их потенциала для передачи транзитных потоков мощности.

С учетом последних событий – аварии на Саяно-Шушенской ГЭС возрастает роль транзитного потенциала Урал-Казахстан-Сибирь для передачи мощности из ОЭС Урала в ОЭС Сибири, который можно повысить до 4000-5000 МВт при использовании транзита 1150 кВ на напряжении 1050 кВ с учетом опыта КНР.

В плане внедрения современных технических решений и оборудования при проектировании электросетевых объектов институт плодотворно сотрудничает с АО "KEGOC", РЭКаами, МЭМР, участвует в рабочих группах по разработке нормативно-правовых документов по внедрению энергосбережения и эффективности в Казахстане.

Начавшийся в 2000 г. экономический рост в Казахстане способствовал росту выработки электроэнергии в 2003 г. до 63,7 млрд. кВт. ч., что составило 34% роста за 4 года и росту потребления до 62,1 млрд. кВт. ч. – 23% роста за 4 года, в результате чего Казахстан стал нетто-экспортером электроэнергии.

В 2019-2024 годах ожидается некоторое снижение объемов потребления и, соответственно, производства электроэнергии, что в условиях кризиса объяснимо. Вместе с тем, в прогнозный период ожидается значительное повышение объемов потребления электроэнергии. Соответственно, объемы производства должны расти опережающими темпами. Но при этом активы электроэнергетической отрасли достаточно изношены. На январь 2019 года, износ оборудования в Казахстане составил 70% - генерирующее оборудование; 65% - электрические сети; 80% - тепловые сети.

В настоящее время, 85,5% электроэнергии в Казахстане вырабатывается на пылеугольных электростанциях; 8,9% - на крупных гидроэлектростанциях; 5,2% на газотурбинных электростанциях и 0,4% - на возобновляемых источниках энергии. Промышленность является основным потребителем электроэнергии – около 68,7% общего потребления, домашние хозяйства потребляют 9,3%, сектор услуг - 8%, транспорт – 5,6%, сельское хозяйство – 1,2%.

К 2025 году, прогнозируется, что в структуре энергопроизводства появляется атомная энергетика и увеличится процент электроэнергии от возобновляемых источников энергии. Ожидается, что 75,9% электроэнергии в Казахстане будет вырабатываться на пылеугольных электростанциях; 9,8% - на газотурбинных

электростанциях; 7,4% - крупных гидроэлектростанциях; 2,9% - атомных электростанциях и 4% - на возобновляемых источниках энергии.

За последние годы энергоемкость отечественной экономики возросла на 46%, в среднем на 30% увеличились затраты энергоресурсов на производство металла и другой базовой энергоемкой продукции, на 25% сократилось потребление электро- и теплоэнергии на душу населения. В то же время каждый процент экономии энергоресурсов обеспечивает прирост национального дохода на 0,35%. Основными причинами ухудшения энергоиспользования являются спад промышленного производства, износ энергопотребляющего и энергопроизводящего оборудования, который достиг 63-75%. Постоянно растет доля стоимости энергоресурсов в структуре затрат на производство продукции. Их доля в затратах на оплату коммунальных платежей составляет в разных регионах от 40 до 70%. Уровень оснащения приборами учета и регулирования расхода энергоресурсов в жилищно-коммунальном хозяйстве и бюджетной сфере не превышает 5%.

Энергорасточительство, сохранившееся со времен искусственной дешевизны ресурсов, усугубляется общим экономическим кризисом и отсутствием инвестиций для перестройки сферы производства и потребления топлива и энергии. До 40% всех используемых в стране энергоносителей расходуется нерационально, либо в виде прямых потерь, либо в экономике, которая не дает конкретного полезного эффекта у потребителя, отягачая расходную часть бюджетов всех уровней. На единицу выпускаемой продукции в Казахстане расходуется энергии в 2,5 раза больше, чем в США, в 3 раза больше, чем в странах Западной Европы. Выпускаемая промышленная продукция, как правило, неконкурентоспособна, а многие виды наиболее энергоемкой продукции сняты с производства. Сохранение нынешнего уровня энергоемкости промышленного производства в конечном счете поощряет неограниченный импорт потребительских товаров и экспорт сырья. В настоящее время население оплачивает не более 35-40% фактической стоимости энергоносителей. На дотации населению, а также оплату энергоносителей, потребляемых организациями бюджетной сферы (школы, больницы и т.п.), расходуется около 42% местных бюджетов. При отсутствии индивидуальных, а часто коллективных приборов учета энергосистем (за исключением электроэнергетики) и воды, оплата взимается по данным поставщиков. Выборочные обследования показывают, что в подлежащие оплате счета включаются сверхнормативные потери и убытки от нерационального использования энерго- и водоснабжающего оборудования. Поставщики энергоносителей и воды не имеют стимулов к снижению издержек, а местные бюджеты и население оплачивают технологически неоправданные сверхнормативные потери. Нормы потребления воды и энергоносителей, используемые при проектировании инженерных сооружений и подготовке счетов для оплаты, получены исходя из фактических величин отпуска энергии и воды от централизованных источников и не отражают объективно необходимых расходов у потребителей. Так, расчетный суточный расход горячей воды на душу населения составляет около 120 л, в то время как

аналогичный показатель в Швеции и ФРГ не превышает 60-70 л. Таким образом, до одной трети оплаты взимается за сверхнормативные утечки и потери.

В ходе решения этой задачи необходимо создать правовую и нормативную базу энергосбережения в комплексе на федеральном, региональном и муниципальном уровнях управления. Требуется определить реальные, отвечающие действующему законодательству финансовые источники и механизмы осуществления программ и проектов, ввести в действие экономические стимулы, выводящие энергосбережение в ряд основных приоритетов хозяйственной деятельности предприятий и организаций – производителей и потребителей топливно-энергетических ресурсов.

В результате должны быть созданы условия для решения задач в следующих основных направлениях:

- сокращение расходов областного бюджета по топливно-энергетическим ресурсам, снижение энергоемкости промышленной продукции, производимой в области, и повышение ее конкурентоспособности;
- увеличение доходной части областного бюджета за счет роста промышленного производства, в том числе энергоэффективных материалов и оборудования;
- контроль и оптимизация финансовых потоков в ТЭК и ЖКХ, решение проблемы неплатежей;
- введение гибкой тарифной политики, направленной на стимулирование энергосбережения, при усилении административного контроля над тарифообразованием;
- повышение эффективности производства, передачи, распределения и потребления энергоресурсов;
- повышение инвестиционной привлекательности региона;
- укрепление энергетической независимости региона;
- повышение надежности системы жизнеобеспечения;
- улучшение экологической обстановки в области, в частности, сокращение выбросов в атмосферу продуктов сгорания и парниковых газов.

Контрольные вопросы:

1. Какое количество электростанций в Казахстане?
2. Кратко охарактеризуйте потенциал НВИЭ в Казахстане
3. Охарактеризуйте сети FACTS
4. Основные положения закона РК об электроэнергетике?
5. Основные положения закона РК об энергосбережении?

Тема 2: Традиционная современная энергетика и ее виды

Цель: Знакомство с мировой энергетикой. Особенности казахстанской энергетики.

План:

1. Мировая энергетика;
2. Рынок электроэнергии Казахстана.

2018 г. стал во многом переломным для формирования единого европейского газового рынка, а также выстраивания новой архитектуры торговли газом между Россией и Европейским союзом (ЕС). Этому есть несколько причин.

Во-первых, по оценкам экспертов, ЕС вышел на устойчивый уровень энергопотребления, когда энергоемкость ВВП практически не растет вместе с ростом экономики. Так, после экономического кризиса начала 2010-х гг. первичное и конечное потребление энергии находилось ниже запланированного уровня согласно целям ЕС до 2020 г. (рисунок 4).

Среди факторов, влияющих на снижение энергоемкости ВВП, авторы исследования, проведенного Еврокомиссией, называют изменение структуры экономики ЕС в пользу менее энергоемких отраслей (услуги, финансовый сектор и т.п.), а также снижение энергоемкости промышленных отраслей (-16% за период 2005-2015 гг.). Кроме того, довольно заметную роль в динамике энергопотребления играет погодный фактор: долгий период теплых зим вплоть до 2015 г. способствовал формированию тренда на снижение энергопотребления в ЕС. Тем не менее при серьезных снижениях температур этот показатель снова достигал прежних значений и даже превышал их.

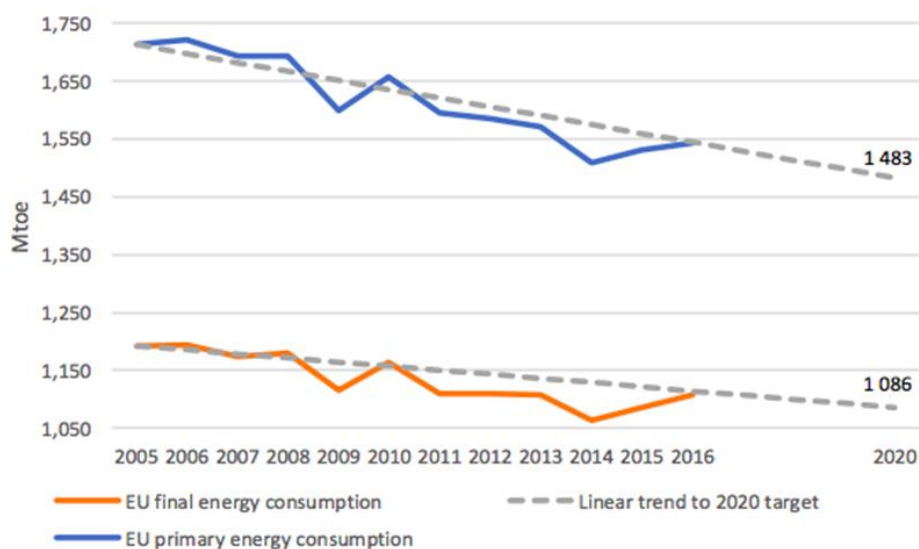


Рисунок 4 – Динамика первичного и конечного энергопотребления в ЕС относительно целевой оси согласно Стратегии 2020*

*Источник: European Commission Energy Balance, May 2018

Эксперты отмечают, что в случае если экономический рост в странах ЕС продолжится, и его темпы возрастут в ближайшие годы, темпы роста энергоемкости также увеличатся в силу отсутствия действенных рычагов для дальнейшего сдерживания этого процесса. На рисунке 5 показано, что эффект от мер по энергосбережению неуклонно падает начиная с 2011 г.

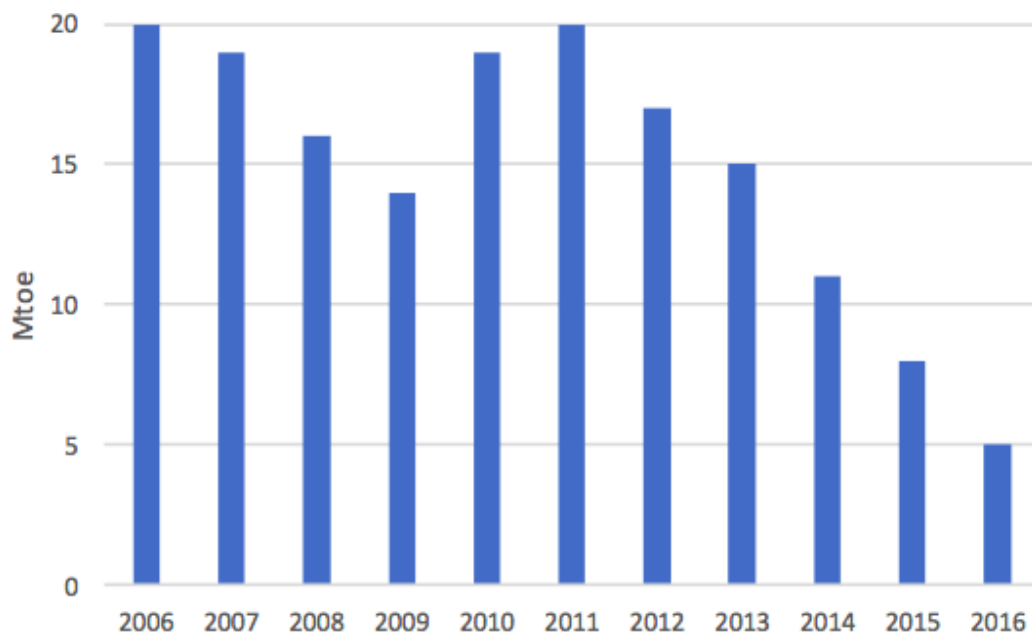


Рисунок 5 - Объем сохраненной энергии благодаря энергосберегающим мерам*

*Источник: European Commission

Потенциал снижения энергоемкости за счет существующих норм и стандартов (встроительной и производственной сферах) во многом исчерпан, в то время как выведение процесса энергосбережения на новый уровень требует дорогостоящих масштабных мер, последствия и окупаемость которых относятся к долгосрочному периоду и потому плохо прогнозируемы. К таким мерам можно отнести обязательные новые нормативы для строительного сектора, новые правила информирования жильцов об уровне энергопотребления в режиме реального времени, введение новых правил гибкого регулирования рынка электроэнергии и внедрение стимулов для максимального использования энергии из возобновляемых источников. Для принятия и реализации этих и многих других мероприятий потребуются решения на наднациональном уровне, обязательные к исполнению национальными и местными властями. Этот процесс, если он и будет запущен, займет довольно долгое время, а потому на ближайшие годы спрос в Европе на энергию будет более менее стабильным.

Во-вторых, данные нескольких посткризисных лет показывают, что восстановление экономики ЕС сопровождается ростом долей нефтепродуктов и

природного газа в энергобалансе, а доли прочих источников энергии (за исключением биотоплива, которое демонстрирует, однако, не столь существенный рост) остаются на прежнем невысоком уровне (рисунок 6).

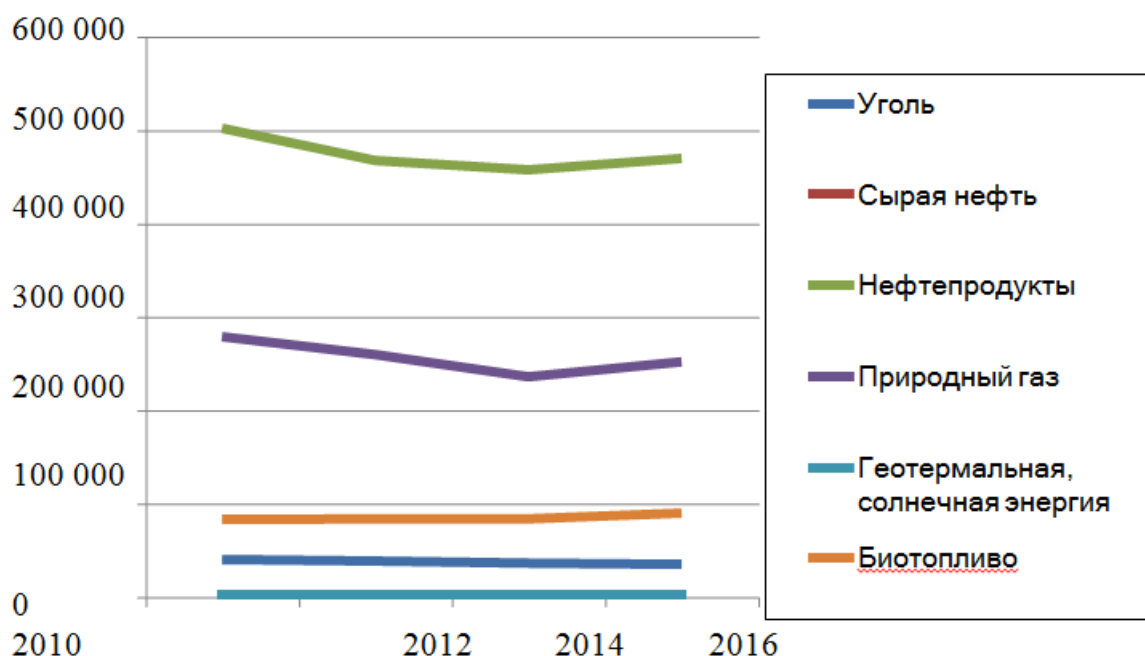


Рисунок 6 – Динамика энергобаланса ЕС, т н.э.

Источник: составлено на основе данных МЭА

Приведенные данные вкупе с прогнозом стабильного уровня энергопотребления экономики ЕС в целом в ближайшие годы позволяет говорить о сложившейся конфигурации энергетического рынка ЕС, на котором российские поставки будут играть существенную роль.

В-третьих, – и это обстоятельство напрямую касается российских игроков на рынке ЕС, – в целом закончено формирование нормативной базы для функционирования Европейского энергетического союза, ключевую роль в которой играет Агентство по сотрудничеству органов регулирования энергетики (ACER). Основные черты новой архитектуры регулирования энергетического рынка ЕС следующие: поставщики энергии отделены от сетевых операторов, обеспечена независимость регуляторов, налажено трансграничное сотрудничество между операторами систем передачи и идет работа над созданием европейских сетей для операторов систем передачи. Одна из важнейших задач, которую ставили перед собой европейские регуляторы, – достижение повышенной прозрачности на розничных рынках в интересах потребителей. В этих целях создана и запущена система мониторинга газового рынка ЕС.

Еще один, не менее важный признак того, что новая архитектура европейского энергетического рынка состоялась и она жизнеспособна –

достижение договоренности между "Газпромом" как одним из ключевых поставщиков энергоносителей в ЕС и Еврокомиссией, проводившей судебное разбирательство против него в течение нескольких лет, пытаясь добиться от российского монополиста исполнения правил, введенных в рамках Третьего энергопакета и требующих разделения поставщиков газа и владельцев инфраструктуры, а также создания физически единого рынка энергоносителей в регионе. Стороны пришли к соглашению, что разбирательство будет прекращено без наложения на "Газпром" штрафов, однако компания подписала при этом ряд условий, меняющий ее бизнес-модель на рынках стран ЕС. Сам факт этой договоренности свидетельствует о том, что российская сторона в целом готова работать по новым правилам, и прошедший сезон показал дееспособность предложенного механизма. Суть нового соглашения сводится к нескольким пунктам:

- цены на газ для потребителей в Центральной и Восточной Европе (ЦВЕ) привязываются к соответствующим ценам в газовых хабах, расположенных в странах Западной Европы;

- "Газпром" обязуется не препятствовать свободному перетоку газа между странами ЦВЕ;

- "Газпром" не должен использовать свое преимущественное (—доминирующее) положение на рынках ЕС для препятствования доступу к инфраструктуре любого государства, устанавливая прозрачные и справедливые тарифы на использование этой инфраструктурой.

Соглашение также содержит ряд декларативных положений о том, что "Газпром" будет всячески способствовать интеграции газовых рынков в регионе и строительству подлинно единого рынка энергоносителей в Европейском союзе.

Помимо принятых новых "правил игры", на позиции "Газпрома" на европейском рынке в 2018-2019 гг. повлиял еще ряд факторов. В результате совпадения климатического фактора (теплая зима в большинстве стран ЕС), роста конкуренции со стороны СПГ, в том числе из США, а также снижения спотовых цен на газ поставки "Газпрома" сократились как в натуральном, так и стоимостном объеме.

Российская компания оказалась хорошо подготовленной к происходящим сдвигам на европейском энергетическом рынке. В посткризисный период она предприняла ряд шагов по оптимизации и реструктуризации своих активов в ЕС. О реструктуризации европейских дочерних фирм в области трейдинга и логистики руководство компании объявило еще в 2012 г.⁷, в 2015 г. произошел новый раунд реструктуризации сбытовых активов, согласно требованиям Третьего Энергопакета, и сегодня можно подвести некоторые общие итоги этого процесса. В Таблице 4 представлены основные проекты "Газпрома" в странах ЕС, по которым произошли изменения в период 2014 - 2018 гг.

Таблица 4 - Некоторые изменения структуры активов "Газпрома" в ЕС в период после кризиса 2014 г.

Год	Страна	Продано/проект закрыт	Приобретено/введено в эксплуатацию
2014	Эстония	37% Vorguteenus Valdis	
2014	Литва	37,1% в компаниях Lietuvos dujos и Amber Grid	
2014	Великобритания	Газохранилище Saltfleetby	
2014	Нидерланды		ПХГ «Бергермеер»
2015	Германия	10,52% Verbundnetz Gas	
2015	Великобритания	Gazprom Marketing & Trading	
		(перевод офиса в Россию)	
2015	Сербия	Russian-Serbian Trading Corporation a.d. (RST) (толлинговая компания, ликвидирована)	
2016	Эстония	37% Eesti Gaas	
2016	Финляндия	25% Gasum Oy	
2016	Чехия		ПХГ «Дамборжице»
2017	Латвия		34,1% Conexus Baltic Grid
2017	Германия		ПХГ «Катарина»

Источник: составлено на основе данных ПАО "Газпром"

Из представленных данных довольно четко вырисовывается направление тренда реструктуризации активов "Газпрома": распродавались в основном доли в местных сбытовых компаниях (затронуло это в основном наиболее политизированные страны Прибалтики и активы в Великобритании), в то время как газохранилища, во владении которыми участвует "Газпром", модернизировались, расширялись и вводились в эксплуатацию. Такая конфигурация активов максимально отвечает интересам "Газпрома" в Европе в сложившихся новых рыночных условиях. В 2018 г. "Газпром" стал применять новый инструмент – электронную торговую платформу – для продажи газа зарубежным потребителям сверх объемов, установленных долгосрочными контрактами. Использование такого инструмента предполагает гибкость и оперативность в вопросах объемов

поставок конечным потребителям по всей Европе. Владение разветвленной современной сетью газохранилищ является необходимой предпосылкой для успешного решения этой задачи.

Подводя итог, можно констатировать, что в сфере поставок газа из России в Европейский союз состоялся переход от монополистической к более диверсифицированной рыночной модели, которая характеризуется конкуренцией не только между растущим числом поставщиков из разных стран, но и между способами поставок (растет доля СПГ, который в ряде случаев оказывается дешевле и конкурентоспособнее трубопроводного газа⁹) и видами контрактов. Показательным примером стала попытка наладить поставки СПГ в страны Европы российской компании НОВАТЭК, чей газ в итоге стал прямым конкурентом поставкам "Газпрома". Сформированный Евросоюзом единый энергетический рынок со свободными возможностями перетока (в рамках имеющейся инфраструктуры) между странами и практически едиными ценами для всех покупателей характеризуется снижением политизированности, новым уровнем прозрачности и конкурентности, способствует развитию сетевого характера цепочек добавленной стоимости и сокращает возможности вертикально интегрированных компаний-гигантов. Анализ работы "Газпрома" за последние

Пять лет показывает, что российской компании удалось в целом приспособиться к новым условиям ведения бизнеса в регионе. Несмотря на то, что его доля на рынке будет в ближайшие годы неизбежно сокращаться, а цены на газ, скорее всего, продемонстрируют тенденцию к снижению, позиции российского поставщика останутся достаточно прочными, в том числе благодаря сокращению политической составляющей в отношениях поставщиков и потребителей на рынке этого региона

Электроэнергетика Республики Казахстан включает следующие секторы:

- производство электрической энергии;
- передача электрической энергии;
- снабжение электрической энергией;
- потребление электрической энергии;
- иная деятельность в сфере электроэнергетики.

Сектор производства электрической энергии

Производство электрической энергии в Казахстане осуществляют 222 электрических станций различной формы собственности. По состоянию на 01.01.2024 г. общая установленная мощность электростанций Казахстана составляет 24641,9 МВт, располагаемая мощность — 20428,4 МВт.

Электрические станции разделяются на электростанции национального значения, электростанции промышленного назначения и электростанции регионального назначения.

К электрическим станциям национального значения относятся крупные тепловые электрические станции, обеспечивающие выработку и продажу электроэнергии потребителям на оптовом рынке электрической энергии

Республики Казахстан:

- ТОО «Экибастузская ГРЭС-1» им. Б.Г. Нуржанова;
- АО «Станция Экибастузская ГРЭС-2»;
- ЭС АО «ЕЭК» ERG, «Евразийская группа»;
- ТОО «Главная распределительная энергостанция Топар»;
- АО «Жамбылская ГРЭС» им. Т.И. Батунова,

А также гидравлические электростанции большой мощности, используемые дополнительно и для регулирования графика нагрузки ЕЭС РК:

- Бухтарминский ГЭК ТОО «Казцинк»,
- ТОО «АЭС Усть-Каменогорская ГЭС»,
- ТОО «АЭС Шульбинская ГЭС».

К электростанциям промышленного значения относятся ТЭЦ с комбинированным производством электрической и тепловой энергии, которые служат для электро-теплоснабжения крупных промышленных предприятий и близлежащих населенных пунктов:

- ТЭЦ-3 ТОО «Караганда Энергоцентр»;
- ТЭЦ ПВС, ТЭЦ-2 АО «Арселор Миттал Темиртау»;
- ТЭЦ АО «ССГПО» ERG, «Евразийская группа»;
- Балхашская ТЭЦ, Жезказганская ТЭЦ ТОО «Kazakhmys energy»;
- ТЭЦ-1 АО «Алюминий Казахстана» ERG, «Евразийская группа» и

другие.

Электростанции регионального значения — это ТЭЦ, интегрированные с территориями, которые осуществляют реализацию электрической энергии через сети региональных электросетевых компаний и энергопередающих организаций, а также теплоснабжение близлежащих городов.

Сектор передачи электроэнергии

Электрические сети Республики Казахстан представляют собой совокупность подстанций, распределительных устройств и соединяющих их линий электропередачи напряжением 0,4–1150 кВ, предназначенных для передачи и (или) распределения электрической энергии.

Роль системообразующей сети в ЕЭС Республики Казахстан выполняет национальная электрическая сеть (НЭС), которая обеспечивает электрические связи между регионами республики и энергосистемами сопредельных государств (Российской Федерации, Кыргызской Республики и Республики Узбекистан), а также выдачу электрической энергии электрическими станциями и её передачу оптовым потребителям. Подстанции, распределительные устройства, межрегиональные и (или) межгосударственные линии электропередачи и линии электропередачи, осуществляющие выдачу электрической энергии электрических станций, напряжением 220 кВ и выше, входящие в состав НЭС, находятся на балансе АО «KEGOC».

Электрические сети регионального уровня обеспечивают электрические связи внутри регионов, а также передачу электрической энергии розничным

потребителям. Электрические сети регионального уровня находятся на балансе и эксплуатации региональных электросетевых компаний (РЭК).

Энергопередающие организации (ЭПО) осуществляют на основе договоров передачу электрической энергии через собственные или используемые (аренда, лизинг, доверительное управление и иные виды пользования) электрические сети потребителям оптового и розничного рынка или энергоснабжающим организациям.

Сектор электроснабжения

Сектор электроснабжения рынка электрической энергии Республики Казахстан состоит из энергоснабжающих организаций (ЭСО), которые осуществляют покупку электрической энергии у единого закупщика электрической энергии и (или) у нетто-потребителей и последующую её продажу конечным розничным потребителям. Часть ЭСО выполняет функции «гарантирующих поставщиков» электроэнергии.

Рынок электрической энергии Республики Казахстан

Оптовый рынок электрической энергии и мощности в Казахстане состоит из оптового рынка электрической энергии, балансирующего рынка электрической энергии, рынка электрической мощности и рынка системных и вспомогательных услуг.

Оптовый рынок электрической энергии функционирует на основе купли-продажи плановых объемов электрической энергии, включенных в суточный график производства-потребления электрической энергии, утвержденный системным оператором.

Балансирующий рынок электрической энергии в режиме реального времени функционирует в целях физического и последующего финансового урегулирования почасовых дисбалансов, возникающих в операционные сутки между фактическими и плановыми объемами электрической энергии.

Рынок системных и вспомогательных услуг функционирует на основе как приобретения у субъектов оптового рынка электрической энергии вспомогательных услуг, так и оказания системным оператором системных услуг субъектам оптового рынка электрической энергии для обеспечения установленных национальными стандартами надежности работы ЕЭС Республики Казахстан и качества электрической энергии.

Рынок электрической мощности функционирует в целях привлечения инвестиций для поддержания существующих и ввода новых электрических мощностей в ЕЭС Республики Казахстан для покрытия спроса на электрическую мощность.

Централизованная торговля электрической энергией – сделки купли-продажи электрической энергии, осуществляемые между энергопроизводящими организациями и единым закупщиком, а также между единым закупщиком и цифровыми майнерами в электронной системе торговли.

К субъектам оптового рынка электрической энергии относятся субъекты,

включенные в перечень (формируемый системным оператором):

- энергопроизводящие организации, в том числе энергопроизводящие организации, использующие возобновляемые источники энергии, вторичные энергетические ресурсы, энергетическую утилизацию отходов;

- энергопередающие организации;
- энергоснабжающие организации;
- оптовые потребители электрической энергии;
- цифровые майнеры.

Для включения в указанный перечень юридическое лицо должно заключить:

1. договор на оказание услуги по пользованию НЭС с системным оператором;

2. договор на оказание услуг по передаче электрической энергии по НЭС с системным оператором (при необходимости);

3. договор на оказание услуг по передаче электрической энергии с энергопередающими организациями (при необходимости);

4. договор на оказание услуг по организации балансирования производства-потребления электрической энергии с системным оператором;

5. договор на оказание услуг по технической диспетчеризации производства-потребления электрической энергии с системным оператором (при наличии генерирующих установок, а также при осуществлении импорта).

При этом, договоры на оказание системных услуг заключаются с:

- потребителем электрической энергии при условии потребления электрической энергии в объеме не менее 1 МВт среднесуточной (базовой) мощности;

- с энергоснабжающей организацией (при наличии лицензии на право покупки электрической энергии в целях энергоснабжения) при выполнении требований по энергоснабжению электрической энергии в объеме не менее 1 МВт среднесуточной (базовой) мощности.

Субъектами оптового рынка электрической энергии так же являются системный оператор, оператор рынка централизованной торговли и единый закупщик электрической энергии.

Единый закупщик электрической энергии и Расчетный центр балансирующего рынка электрической энергии

С 1 июля 2023 года вступили в силу изменения в Закон «Об электроэнергетике», регламентирующие механизм работы оптового рынка электрической энергии с внедрением единого закупщика электрической энергии и балансирующего рынка электрической энергии в режиме реального времени.

Целевая модель рынка предусматривает переход на централизованную куплю-продажу плановых объемов электрической энергии. Это подразумевает, что вся электрическая энергия, выработанная энергопроизводящими организациями, продается Единому закупщику электрической энергии. Исключение составляет

купля-продажа электрической энергии между потребителями и энергопроизводящими организациями, входящих в одну группу лиц.

Электроэнергия централизованно закупается у отечественных электростанций за сутки вперед в следующем порядке (приоритетности):

- у энергопроизводящих организаций, использующие ВИЭ, которые имеют долгосрочные договоры с единым закупщиком электрической энергии;
- у энергопроизводящих организаций ТЭЦ;
- у энергопроизводящих организаций, заключивших долгосрочные договоры на рынке электрической мощности;
- остальные, необходимые объемы электрической энергии для покрытия суточного графика путем проведения торгов на электронной площадке централизованных торгов – АО «КОРЭМ», и продается оптовым покупателям.

При этом, в случае непокрытия суточного графика отечественными электростанциями осуществляется плановый импорт электрической энергии.

В свою очередь балансирующий рынок электрической энергии в режиме реального времени обеспечивает урегулирование дисбалансов в ЕЭС Казахстана, позволяя распределить их на субъектов рынка, допустивших отклонение.

На балансирующем рынке обязаны участвовать все субъекты оптового рынка.

Централизованная купля-продажа электрической энергии на БРЭ для урегулирования дисбалансов осуществляется Расчетным центром балансирующего рынка.

Приказами Министерства энергетики от 6 июня 2023 года ТОО «Расчетно-финансовый центр по поддержке возобновляемых источников энергии» и АО «КОРЭМ» определены Единым закупщиком электрической энергии и Расчетным центром балансирующего рынка электрической энергии соответственно.

В целях обеспечения функционирования новой модели рынка, в соответствии с Законом «Об электроэнергетике» на основании соответствующих договоров системный оператор оказывает субъектам рынка услугу по пользованию НЭС, а также услугу по передаче электрической энергии по НЭС.

Услуга по пользованию НЭС оказывается субъектам оптового рынка при осуществлении ими операций по купле-продаже электрической энергии на оптовом и балансирующем рынках электрической энергии. Это связано с отсутствием «адресности» распределения электрической энергии (невозможно определить маршрут передачи от производителя потребителю).

В свою очередь, услуга по передаче электрической энергии по НЭС будет оказываться системным оператором:

- единому закупщику электрической энергии, при осуществлении экспорта электрической энергии;
- субъектам оптового рынка, осуществляющим импорт электрической энергии, за исключением единого закупщика электрической энергии;

– условным потребителям (промышленным комплексам), при осуществлении ими поставок электрической энергии для объектов, входящих в их состав, а также от единого закупщика электрической энергии и расчетного центра балансирующего рынка;

– субъектам оптового рынка электрической энергии, при осуществлении ими покупки электрической энергии по двусторонним договорам у ВИЭ;

– уполномоченным организациями других государств при осуществлении межгосударственной передачи электрической энергии по национальной электрической сети.

С переходом на новую модель KEGOC продолжает играть одну из главных ролей на рынке и выполняет следующие основные функции:

– оказывает системные услуги, в числе которых «новая» услуга по пользованию НЭС;

– является держателем модернизированного аппаратно-программного комплекса – системы балансирующего рынка, которая является основным инструментом функционирования оптового рынка и управления балансирующим рынком электрической энергии с включением модулей «Единый закупщик» и «Расчетный центр балансирующего рынка»;

– осуществляет физическое урегулирование дисбалансов в энергосистеме путем задействования ценовых заявок субъектов внутреннего рынка из ранжированного списка, и в рамках договорных отношений по урегулирования отклонений с странами СНГ и странами Центральной Азии.

Контрольные вопросы:

1. Факторы, влияющие на снижение энергоемкости мирового ВВП?
2. Кратко охарактеризуйте динамику энергобаланса ЕС.
3. Охарактеризуйте зависимости энергоемкости стран ЕС от газового хаба РФ?
4. Охарактеризуйте сектор передачи электроэнергии в Казахстане
5. Основные положения центра балансирующего рынка электрической энергии в Казахстане.

Тема 3: Общие сведения о возобновляемых источниках энергии

Цель: показать энергетические возможности солнечной энергии, достоинства и особенности использования ветра как энергоносителя, определить перспективность вертикально-осевых турбин и совместного использования энергии Солнца и ветра. ВИЭ в Казахстане.

План:

1. Мировая концепция использования неисчерпаемых энергетических ресурсов;
2. Свойства ветра и солнечной энергии;
3. Синэнергетический эффект
4. Глобальный потенциал возобновляемых источников энергии

В понятие возобновляемые источники энергии (ВИЭ) включаются следующие формы энергии: солнечная, геотермальная, ветровая, энергия морских волн, течений, приливов и океана, энергия биомассы, гидроэнергия, и другие «новые» виды возобновляемой энергии.

Принято условно разделять ВИЭ на две группы:

- традиционные: гидравлическая энергия, преобразуемая в используемый вид энергии ГЭС мощностью более 30 МВт; энергия биомассы, используемая для получения тепла традиционными способами сжигания (дрова, торф и некоторые другие виды печного топлива); геотермальная энергия.

- нетрадиционные: солнечная, ветровая, энергия морских волн, течений, приливов и океана, гидравлическая энергия, преобразуемая в используемый вид энергии малыми и микроГЭС, энергия биомассы, не используемая для получения тепла традиционными методами, низкопотенциальная тепловая энергия и другие «новые» виды возобновляемой энергии.

Достоинства неисчерпаемой и возобновляемой энергетики:

- повсеместное наличие нескольких видов ресурсов;
- прогрессирующая технология их использования;
- содействие энергетической безопасности и независимости государства;
- вклад в выполнение международных обязательств по сокращению выбросов ПГ;
- наличие перспектив для привлечения финансовой поддержки со стороны частного капитала.

Очевидно, что вся полученная и произведенная энергия рано или поздно выделится в виде тепла на поверхности Земли, что в принципе может повлиять на климат. Но пока еще энергия, производимая человеком, меньше чем 10 в степени - 4 от Солнечной энергии, достигающей поверхности Земли и постоянно переносимой энергии ветра. Таким образом, антропогенное влияние произведенной энергии, добавляющее лишь 0,01% к естественной энергии ветра и Солнца, слишком мало, чтобы оказать прямое влияние на климат. Тем не менее, по

экологическим причинам будет происходить сокращение углеводородной энергетики и увеличение производства энергии из неисчерпаемых ресурсов. По оценкам Мирового Энергетического Совета (МИРЭС), потребление неисчерпаемых первичных ресурсов в мире к 2020 году вырастет на 56 процентов по сравнению с 2000 годом, причем быстрее будет расти потребление таких ресурсов, как ветровая, солнечная, геотермальная, гидроэнергия малых водотоков.

Солнечная энергия. Излучение Солнца для производства энергии приемлемо на большей части земного шара с некоторыми особенностями на экстремальных широтах Арктики, Аляски, Норвегии, Финляндии, Антарктиды. Средняя интенсивность энергии Солнца по отношению к поверхности Земли составляет 160 Вт/м². Она в 4 тысячи раз превышает потребности человечества в энергии на уровне 2020 года, используется для производства электроэнергии и тепла. Установки небольшой мощности дают сегодня практически единственную возможность приобщить сельское население развивающихся стран к современной цивилизации. Суммарная мощность всех установленных в мире фотоэлектрических преобразователей превысила 500 МВт; в ряде стран приняты национальные программы по широкому их внедрению - (100 тысяч «солнечных крыш» в Германии и в Японии, 1 млн. «солнечных крыш» в США). При хорошем освещении стоимость выработанной преобразователями электроэнергии не превышает 15–20 центов за киловатт- час.

При определении практической целесообразности использования солнечной энергии исходят из того, что плотность ее в южных широтах достигает 1 кВт/м², в других районах средняя плотность светового потока составляет 200-250 Вт/м². Это же находит отражение в карте солнечной активности на территории Республики Казахстан.

Она используется при расчете количества солнечных преобразователей, необходимых для покрытия нагрузки автономного объекта. Однако карта дает значение солнечной активности в безоблачные дни, реально же она может быть значительно ниже по климатическим причинам: облачность, осадки, наличие снега и пленки льда или пыли. Поэтому мощность солнечных батарей, определенную по данным карты, приходится произвольно увеличивать на несколько десятков процентов. В соответствии с географическим расположением Казахстана ресурсы его солнечной энергии оцениваются следующими показателями. Продолжительность солнечного сияния, обеспечивающего поступление лучистой энергии на горизонтальную поверхность в пределах 1280 – 2300 кВт×ч/м², составляет от 2000 до 3000 часов в год из 8760 (8736) часов. Суммарный годовой потенциал солнечной энергии Казахстана оценивается в 340 млрд. тонн условного топлива. Идеальна ли солнечная энергетика с технической и экономической точек зрения?

К сожалению, не совсем. Противоречивым является вопрос безопасности солнечных технологий для окружающей среды. Конечно, это не атомная или угольная энергетика и не использование нефти и газа, однако на данном этапе

развития технологий при изготовлении солнечных батарей используются вещества, которые тем или иным образом могут навредить природе. Уже готовые фотоэлементы содержат ядовитые вещества такие, как свинец, кадмий, галлий, мышьяк. После истечения срока службы преобразователей или при выходе их из строя возникает проблема последующей переработки модулей, а решение вопроса их утилизации до сих пор не найдено. Особенностью получения электрической энергии от Солнца является периодичность. Солнечные системы не способны работать ночью, а вечером и в утренних сумерках эффективность станций падает в несколько раз. Серьезное влияние оказывают и погодные факторы. «Подводным камнем» функционирования современных «солнечных ферм» является проблема технической поддержки и обслуживания. Интенсивный нагрев фотоэлементов существенно снижает эффективность системы в целом, поэтому здесь нужно предусматривать охлаждение модулей, солнечные батареи необходимо периодически чистить от пыли, грязи и снега, ориентировать на Солнце. В установках площадью несколько квадратных километров с этим возникают значительные сложности. У идеальной, на первый взгляд, технологии добычи энергии сегодня имеется целый ряд недостатков, однако можно быть уверенными в том, что это всего лишь индикатор совершенствования солнечной энергетики. Каждый день технологического прогресса сможет искоренять один недостаток за другим, поэтому это вопрос времени. Солнечная установка мощностью 1 кВт окупается только на 14-15-м году работы, а это, по сравнению с тепловыми или ветровыми станциями электростанциями, довольно долго. К проблемам солнечной энергетики относится также необходимость уточнения карты Солнечной активности конкретных регионов в разрезе сезонов, месяцев, суток.

Энергия ветра. Энергия ветра пропорциональна его скорости в третьей степени, а возможность ее использования зависит от конструкции ветродвигателя, его способности брать энергию от воздушных течений при непрерывном изменении их направления, скорости и переносимой энергии. Большое влияние на характеристики ветра в приземном слое оказывает рельеф местности – горы, долины, пустыни, океаны и моря, растительность и строения.

Главная проблема ветроэнергетики - недостаточная изученность ветра как энергоносителя, повторяемости его скорости, смены направления и переносимой энергии, дислокации энергоресурсов по территории.

Тем не менее, общая мощность ветровых турбин, работающих в составе энергосистем в различных частях мира, составляет около 180000 МВт. Они являются ценным дополнением к крупным электростанциям. Наиболее распространенными для системного использования являются ветровые агрегаты мощностью 1 МВт и более. Ветрогенераторы автономных систем имеют мощность от десятков ватт до 10-15 кВт.

Ветровая энергетика характеризуется следующими технико-экономическими показателями:

- при скорости ветра 7,5-8 м/с стоимость электроэнергии ВЭС сопоставима со

стоимостью угольной электроэнергии;

- при скорости ветра 8,5-9,5 м/с стоимость электроэнергии ВЭС сопоставима со стоимостью газовой электроэнергии.

В областях, где средняя скорость ветра составляет, по крайней мере, двадцать километров в час (5,5 м/с), получение электроэнергии с помощью ветровых турбин может конкурировать с другими способами производства, например, угольным или ядерным.

В перспективе стоимость электроэнергии ВЭС прогнозируется ниже стоимости традиционной электроэнергии, включающей гидроэлектростанции.

Энергосистема, имеющая нерегулируемые источники энергии, - ветроэлектростанции (ВЭС) и солнечные электростанции (СЭС), должна компенсировать изменения мощности этих станций другими источниками (ГЭС, ТЭС, АЭС). Считается, что во избежание изменений параметров энергосистемы (прежде всего частоты), доля нерегулируемых электростанций не должна превышать, 20-25% (по мощности), хотя уже есть примеры энергосистем, содержащих более 70% ветроэлектростанций.

Проблемными вопросами пропеллерных ветроэлектростанций являются визуальное засорение больших территорий, раздражение животных и снижение их продуктивности, аэродинамический шум, большой уровень потребления энергии на собственные нужды – поворот лопастей и всего агрегата на ветер, электромагнитные помехи, большая площадь отчуждаемой территории под установку ВЭС, низкий коэффициент использования установленной мощности в условиях резко переменных материковых ветров.

Решение проблемы поиска мест, где ветровые генераторы могут успешно работать в какой – то мере решается с помощью ветрового атласа, где на основе стандартных методик нанесены зоны с разной среднегодовой ветровой активностью. Однако реальный ветропотенциал конкретного места должен уточняться путем его измерения в течение, по крайней мере, года.

Казахстан относится к III и IV районам по скоростным напорам ветра, имеет более десяти районов со средней годовой скоростью ветра 8–10 м/с, являющихся «месторождениями» гигантской энергии. Технически возможный к использованию ветроэнергетический потенциал ветра Казахстана оценивается в 3 млрд. кВт×ч в год.

Казахстан имеет огромный потенциал возобновляемых источников энергии, в частности, гидроэнергетики и ветровой энергетики. В настоящее время, возобновляемые источники энергии представляют лишь около 1 процент в энергетическом балансе Казахстана.

Правительство Республики Казахстан намеревается значительно увеличить долю электроэнергии, вырабатываемой из возобновляемых источников энергии. Закон о ВИЭ был подписан Президентом Республики Казахстан 4 июля 2009 года.

Глобальный потенциал возобновляемых источников энергии.

На глобальном уровне интерес к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ)

увеличивается из-за растущего спроса на энергию, сокращения разведанных запасов ископаемого топлива, стремления правительств уменьшить зависимость от импортируемого сырья, а также проблем экологической безопасности. Более 138 стран определили в качестве цели развитие ВИЭ на национальном уровне.

В 2015 году мировая мощность ВИЭ (включая гидроэлектроэнергию) достигла 1 849 ГВт, 57.5% из которых - мощность гидроэнергии. В прошлом году было добавлено еще почти 147 ГВт мощности, самый большой ежегодный прирост когда-либо в истории. Наблюдался рост, несмотря на падающие мировые цены на ископаемое топливо, на выделение субсидий на ископаемое топливо и другие проблемы, связанные с производством возобновляемых источников энергии, включая интеграцию возрастающего долевого участия в выработке возобновляемой энергии, политический курс и политическую нестабильность, регуляторные барьеры и финансовые ограничения.

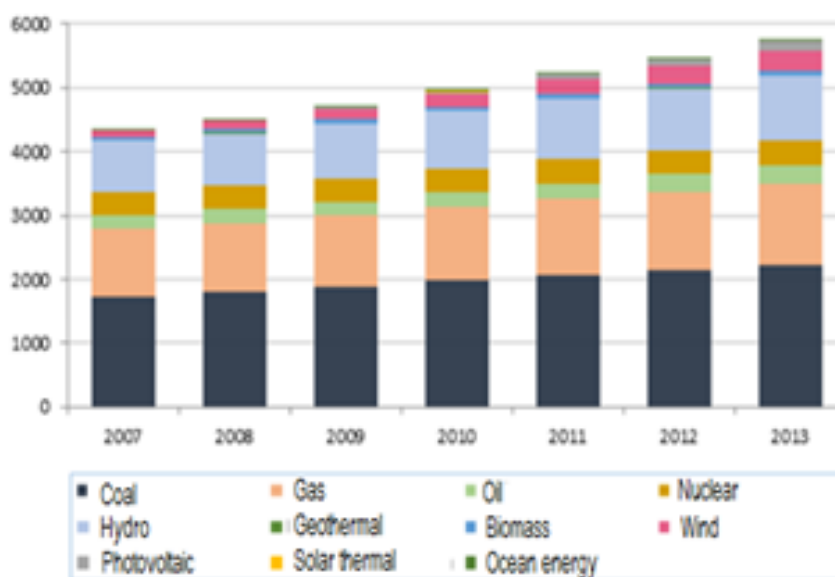


Рисунок 7 - Мировая мощность ВИЭ

В результате постоянного улучшения технологий и инфраструктуры для выработки возобновляемой энергии, а также создания более эффективных способов передачи энергии, ожидается, что суммарная мощность ВИЭ (исключая гидроэлектроэнергию) увеличится в два раза до 1 194 ГВт к 2020 году и в 5 раз до 3 400 ГВт к 2030 году. Кроме того, главными возобновляемыми источниками энергии (87% всех ВИЭ, исключая гидроэлектроэнергию) станут наземная ветровая энергия и фотоэлектрическая энергия (PV). Другие типы ВИЭ, такие как концентрированная солнечная энергия, биоэнергия, геотермальная энергия и другие источники находятся на ранней стадии развития и/или коммерциализации. В следующие 10 лет не ожидается значительного увеличения их воздействия на мировой энергетический сектор.

Казахстанская электроэнергетика характеризуется высокой концентрированностью мощностей: 90% всей выработанной электроэнергии произведено тепловыми и газотурбинными электростанциями (уголь, газ) и 8,4% — гидроэлектростанциями. Казахстан самостоятелен с точки зрения электроэнергии, а импорт незначителен. Южные и западные области Казахстана импортируют электроэнергию, а северные области ее экспортируют в Россию (Павлодарская и Восточно-Казахстанская области). Общая потенциальная мощность возобновляемых источников энергии в Казахстане значительна и измеряется в более чем 1 триллион кВтч в год, что в 10 раз превышает текущий спрос на электричество в 91 миллиард кВтч.

Таблица 5 – Топ-5 стран по мощностям ВИЭ

Мощности	1	2	3	4	5
ВИЭ (включая гидроэлектроэнергию)	Китай	США	Бразилия	Германия	Канада
Геотермальная энергия	США	Филиппины	Индонезия	Мексика	Новая Зеландия
Гидроэлектроэнергия	Китай	Бразилия	США	Канада	Россия
Концентрированная солнечная энергия	Испания	США	Индия	Марокко	Южная Африка
Фотоэлектрическая	Китай	Германия	Япония	США	Италия
Ветровая	Китай	США	Германия	Индия	Испания

Самые перспективные возобновляемые источники энергии:

- ветровая энергия — технический потенциал 929 миллиардов кВтч в год,
- гидроэнергия — технический потенциал 62 миллиарда кВтч в год, 8,0 миллиардов кВтч в год из которых потенциал небольших гидроэлектростанций, и
- потенциал солнечной энергии оценен в 2.5 миллиардов кВтч в год. По состоянию на первый квартал 2016 года доля ВИЭ (солнечной, ветровой, малые гидроэлектростанции) в производстве электроэнергии составляла 0,8%, 58% из которых — это энергия, вырабатываемая малыми гидроэлектростанциями. Существует 26 проектов на различных стадиях внедрения для развития новых объектов возобновляемой энергии с полной расчетной мощностью 708 МВт (ветровые электростанции — 9 проектов с суммарной мощностью 410,5 МВт, гидроэлектростанции - 15 проектов с суммарной мощностью 247 МВт, солнечные электростанции — 2 проекта с суммарной мощностью 50,5 МВт). Квазигосударственный сектор составляет приблизительно 19% (приблизительно 132 МВт) от всей проектной мощности. В соответствии с Планом мероприятий по развитию ВИЭ в Казахстане на 2013-2020, к концу 2020 планируется ввести в

эксплуатацию приблизительно 106 объектов ВИЭ с полной установленной мощностью 3 104,5 МВт, что составляет 12,7% от общей мощности по стране. В соответствии с Планом, 60% всей возобновляемой энергии приходится на энергию ветра: — 34 ветровых электростанций (1787 МВт), — 41 гидроэлектростанция (539 МВт), — 28 солнечных электростанций (713,5 МВт) и — 3 биоэнергетические установки (65 МВт). Таким образом, самой эффективной технологией для выработки возобновляемой энергии (исключая гидроэлектроэнергию) является ветровая энергия из-за относительно низкой усредненной стоимости электроэнергии и способности произвести большее количество электроэнергии за единицу мощности. Гидроэлектроэнергия традиционно рассматривается как эффективная технология производства энергии. Тем не менее, есть опасения из-за возможной нехватки воды. Ожидается, что к 2040 году (12.2 кубических км) Казахстан может столкнуться со значительной нехваткой водных ресурсов. Необходимо разработать механизмы для содействия интеграции различных возобновляемых источников энергии путем повышения гибкости энергетической системы: многофункциональные электростанции, электросетевая инфраструктура и технологии хранения электроэнергии на стороне спроса.

Производство электроэнергии объектами ВИЭ АО «Самрук-Энерго» за 2021 год

Выработка электроэнергии объектами ВИЭ АО «Самрук-Энерго» (СЭС, ВЭС, малые ГЭС) за 2021 год составила 325,3 млн. кВтч или 7,7% от объема электроэнергии, вырабатываемой объектами ВИЭ в РК, что по сравнению с аналогичным периодом 2020 года ниже на 2,1% (за 2020г. выработка электроэнергии объектами ВИЭ АО «Самрук-Энерго» составила 332,3 млн. кВтч, а доля ВИЭ в выработке электроэнергии объектами ВИЭ РК 10,8%).

Таблица 6 - Производство электроэнергии объектами ВИЭ АО «Самрук-Энерго», с учетом Каскада малых ГЭС АО «АлЭС»

Наименование	2018г		2019г		2020г		2021г	
	объем	доля в РК, %	объем	доля в РК, %	объем	доля в РК, %	объем	доля в РК, %
Производство АО «Самрук-Энерго» «чистой» электроэнергии (СЭС, ВЭС и малые ГЭС), в т.ч.:	355,4	26,6%	342,5	17,8%	335,8	10,8%	325,3	7,7%
Каскад малых ГЭС АО «АлЭС»	194,4	14,6%	190,9	9,9%	165,6	5,3%	160,3	3,8%
ТОО «Samruk-Green Energy» СЭС 2МВт + СЭС 1МВт	3,1	0,2%	3,2	0,2%	3,8	0,1%	5,3	0,1%

ТОО «Samruk-Green Energy» ВЭС Шелек 5 MW					3,5	0,1%	15,1	0,4%
ТОО «Первая ветровая электрическая станция»	157,9	11,8%	148,4	7,7%	159,4	5,2%	144,6	3,4%

Основным снижением доли производства электроэнергии ВИЭ является быстрый темп ввода новых мощностей ВИЭ в РК по сравнению с темпами ввода мощностей ВИЭ АО «Самрук-Энерго».

Проекты ВИЭ АО «Самрук-Энерго»

Решением Совета Директоров АО «Самрук-Энерго» от 29 октября 2021 года утверждена Стратегия развития АО «Самрук-Энерго» на 2022-2031 годы (далее – Стратегия).

Так, согласно Стратегии АО «Самрук-Энерго» в рамках реализации программы трансформации внедрило лучшие практики управления инвестиционной деятельности, в том числе:

- управление портфелем проектов и мероприятий Компании, что позволит значительно улучшить распределение финансовых ресурсов путем повышения доли рентабельных проектов в совокупном портфеле проектов и мероприятий;
- управление проектами, которое поднимет уровень контроля на этапе реализации инвестиционных проектов (бюджеты, сроки).

Инвестиционные проекты Компании будут основываться исключительно на принципах коммерческой целесообразности и долгосрочных интересов, а также возвратности капитала. В исключительных случаях, во исполнение решения Единственного акционера, принятых по поручениям Президента Республики Казахстан, Компания может финансировать реализацию таких проектов с учетом финансовой устойчивости, соблюдения финансовых коэффициентов и без негативного влияния на кредитные рейтинги.

По итогам проведенного анализа сформирован перечень капитальных проектов, в том числе «зеленых» проектов энергоперехода, включенных в Стратегию развития Компании на 2022-2031 гг.:

- Строительство ВЭС в районе г. Ерейментау мощностью 50 МВт;
- ВЭС мощностью 60 МВт в Енбекшиказахском районе Алматинской области;
- Комбинированная станция ВЭС в Шелекском коридоре мощностью 240 МВт с гидроэлектростанцией мощностью - 71 МВт;
- Контррегулирующая Кербулакская ГЭС на реке Или мощностью 40,6 МВт.

Контрольные вопросы:

1. Достоинства неисчерпаемой и возобновляемой энергетики.
2. Кратко охарактеризуйте ветроэнергетику и солнечную энергетику

3. Охарактеризуйте топ-5 стран по мощностям ВИЭ.
4. Охарактеризуйте производство электроэнергии от ВИЭ в Казахстане
5. Новейшие проекты ВИЭ в Казахстане.

Тема 4: Предмет и объекты биотехнологии

Цель; изучить вопросы биотехнологии, ее преимущества, недостатки, перспективы.

План:

1. Введение в биотехнологию;
2. Исторические этапы развития биотехнологии;
3. Перспективы развития биотехнологии

Среди ученых и специалистов нет точного определения понятия «биотехнология». Ряд ученых полагают, что биотехнология изучает методы получения полезных для человека веществ и продуктов в управляемых условиях, используя микроорганизмы, клетки животных, растений или изолированные из клеток биологические структуры.

***Биотехнология** – это новая отрасль науки производства, основанная на использовании биологических процессов и объектов для получения экономически важных веществ и создания высокопродуктивных сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов.*

В буквальном смысле слова биотехнология – это биология + технология, т.е. применение фундаментальных биологических знаний

Европейская федерация биотехнологии дает ему такое определение: *применение организмов, биологических систем или биологических процессов в промышленности, сельском хозяйстве и вспомогательных отраслях*

Человек использовал биотехнологию многие тысячи лет: люди занимались пивоварением, пекли хлеб. Они придумали способы хранения и переработки продуктов путем ферментации (производство сыра, уксуса, соевого соуса), научились делать мыло из жиров, изготавливать простейшие лекарства и перерабатывать отходы. Однако только разработка методов генетической инженерии, основанных на создании рекомбинантных ДНК, привела к тому «биотехнологическому буму», свидетелями которого мы являемся. Эти методы не только открывают возможности улучшения уже освоенных процессов и продуктов, но и дают нам совершенно оригинальные способы получения новых, ранее недоступных веществ, позволяют осуществлять новые процессы. Сама история этой науки - генетической инженерии - яркий пример того, как сложно прогнозировать внедрение в практику достижений фундаментальных наук. Разработка технологии рекомбинантных ДНК - результат значительных вложений в развитие молекулярной биологии за последние сорок с лишним лет. А ведь не

так давно, в конце 60-х годов, многие биологи сетовали, что слишком уж много внимания уделяется этой престижной области биологии и химии, которая не дает ничего полезного. Сегодня нам ясно, что открытия молекулярной биологии глубоко скажутся на судьбе человечества.

Хотя популярность биотехнологии обусловлена главным образом использованием технологии рекомбинантных ДНК, нужно подчеркнуть, что и в других областях науки был сделан ряд крупных открытий, повлиявших на ее развитие. Наиболее важные в этом плане достижения отражены в таблице 7. Их вклад в различные отрасли биотехнологии обсуждается в последующих темах лекций.

В последние десятилетия перспективы использования биотехнологии в области медицины и генной инженерии широко освещались в печати. Между тем другие, не столь широко освещавшиеся области приложения биотехнологии имеют ничуть не меньшее значение. Одна из таких областей — экология, наиболее крупная по своим масштабам современная область применения биотехнологии.

Таблица 7 - Области науки, в которых недавно были получены новые результаты, важные для развития биотехнологии

Область науки	Результаты
Генетическая инженерия	Технология рекомбинантных ДНК
Биокатализ	Ферменты (выделение, иммобилизация, стабилизация)
	Целые клетки микроорганизмов и клетки макроорганизмов (иммобилизация, стабилизация)
Иммунология	Особенно моноклональные антитела
Технология ферментации	Производство
	Переработка отходов
Биоэлектрохимия	

Интенсификация сельского хозяйства, технический прогресс в промышленности, на транспорте привели к образованию диспропорций в окружающей среде, деформации установившихся равновесий экосистем, ухудшению экологической ситуации во всех сферах деятельности человека.

Промышленные предприятия загрязняют атмосферу газообразными и твердыми выбросами, водоемы - стоками, содержащими большое количество вредных, а иногда и сильноядовитых веществ, от которых страдают фауна и флора. Эти вещества через растения и животных поступают в пищу человека. Химизация сельскохозяйственного производства также приводит к загрязнению почвы,

водоемов, воздуха, пищевых продуктов. В некоторых регионах и городах планеты создалась довольно напряженная экологическая ситуация.

Биотехнология может оказать существенное влияние на решение экологических проблем, позволяет осуществить систему профилактических мероприятий и ликвидировать последствия загрязнения окружающей среды.

Использование научных достижений в биотехнологии тесно связано с фундаментальными исследованиями и осуществляется на самом высоком уровне современной науки. Удивительная научная многоликость биотехнологии, о которой уже шла речь, отчетливо видна из рисунка 8.

Организация/Координация



Рисунок 8 - Междисциплинарная природа биотехнологии.

Не все перечисленные на нем отрасли науки вносят свой вклад в осуществление каждого конкретного биотехнологического процесса или в получении того или иного продукта, но, как правило, таких отраслей несколько. В наши дни определилась одна важная особенность развития некоторых перспективных разделов биотехнологии: необходимость тесного международного сотрудничества специалистов, ученых и технологов. Дело в том, что лишь немногие научные коллективы в мире обладают достаточным опытом работы в этой области. Ярким примером тому служит многонациональность ряда основанных в последние годы крупнейших международных биотехнологических

фирм.

Исторические этапы развития биотехнологии.

В истории развития биотехнологии выделяется 5 этапов:

1 Использование спиртового и молочно-кислого брожения при получении пива, вина, хлебопекарных дрожжей, сыра. Все это характерно для: **Допастеровской эры**

2 Производство этанола, бутанола, ацетона, глицерина, органических кислот, аэробная очистка канализационных вод, производство кормовых дрожжей из углеводов. Все это характерно для: **Послепастеровской эры**

3 Производство пенициллина и других антибиотиков путем глубокой ферментации, культивирование растительных клеток и получение вирусных вакцин, микробиологическая трансформация стероидов. Все это характерно для: **Эры антибиотиков**

4 Производство аминокислот с помощью микробных мутантов, получение чистых ферментов, промышленное использование иммобилизованных клеток и ферментов, микробная очистка канализационных вод и получение биогаза **Эры управляемого синтеза**

5 Использование генной и клеточной инженерии в целях получения продуцентов, получение моноклональных антител, гибридов из протопластов и меристемных культур, трансплантация эмбрионов. Все это характерно для: **Эры новой биотехнологии.**

Рассмотрим подробнее все этапы.

1 этап. До тех пор, пока всеобъемлющий термин «биотехнология» не стал общепринятым, для обозначения наиболее тесно связанных с биологией разнообразных технологий использовали такие названия, как прикладная микробиология, прикладная биохимия, технология ферментов, биоинженерия, прикладная генетика и прикладная биология. Если не принимать в расчет производства мыла, то первая же из числа возникших «технологий» такого рода стала предшественницей прикладной микробиологии. Наши предки не имели представления о процессах, лежащих в основе таких технологий. Они действовали скорее интуитивно, но в течение тысячелетий успешно использовали метод микробиологической ферментации для сохранения пищи (например, при получении сыра или уксуса), улучшения вкуса (например, хлеба и соевого соуса) и производства спиртных напитков. Пивоварение до сих пор остается наиболее важной (в денежном исчислении) отраслью биотехнологии. Во всем мире ежегодно производится около 10^{11} литров пива стоимостью порядка 100 млн. фунтов стерлингов. В основе всех этих производств лежат реакции обмена веществ, происходящие при росте и размножении некоторых микроорганизмов в анаэробных условиях.

2 этап. В конце XIX в. благодаря трудам Пастера были созданы реальные предпосылки для дальнейшего развития прикладной (технической) микробиологии, а также в значительной мере и биотехнологии. Пастер

установил, что микробы играют ключевую роль в процессах брожения, и показал, что в образовании отдельных продуктов участвуют разные их виды. Его исследования послужили основой развития в конце XIX и начале XX вв. бродильного производства органических растворителей (ацетона, этанола, бутанола и изопропанола) и других химических веществ, где использовались разнообразные виды микроорганизмов. Во всех этих процессах микробы в бескислородной среде осуществляют превращение углеводов растений в ценные продукты. В качестве источника энергии для роста микробы в этих условиях используют изменения энтропии при превращениях веществ. Совсем иначе обстоит дело в аэробных процессах при контролируемом окислении химических веществ до углекислого газа и воды. При этом организмы извлекают гораздо больше энергии.

Процессы такого рода, в которых биомасса, т.е. возобновляемый источник сырья, используется для получения химических веществ, играли ведущую роль на первом этапе развития современной биотехнологии. По мере становления нефтехимии на смену многим из них пришли химические процессы. В тех случаях, когда некоторые химические соединения, например цитрат, ацетат и итаконат, широко использовались при производстве пищевых продуктов, их продолжали получать путем брожения, самым выгодным с экономической точки зрения путем. В некоторых странах (например, в Италии) таким способом вырабатывали даже технический этиловый спирт. Сегодня под влиянием энергетического кризиса производство спирта из растительного сырья получает все более широкое распространение в США и Бразилии и, видимо, вскоре выйдет на первый план в странах Дальнего Востока.

3 этап. Следующим важным этапом в развитии биотехнологии хозяйственно ценных веществ была организация промышленного производства антибиотиков. Отправной точкой здесь послужило открытие Флеммингом, Флори и Чейном химиотерапевтической активности пенициллина (1940 г.). Сегодня годовая оборот этой отрасли составляет около 2 млрд. фунтов стерлингов. Как получение химических соединений и пищевых добавок путем брожения, так и синтез антибиотиков всегда велись в асептических условиях, но некоторые современные процессы (например, образование белка одноклеточными организмами) осуществляют в еще более жестком режиме. Обеспечение таких особых условий — многоплановая задача. Она решается инженерами-химиками и микробиологами.

С другой стороны, использование микроорганизмов при переработке отходов не требует создания стерильных условий; напротив, вообще говоря, чем больше разных микроорганизмов принимает в этом участие, тем лучше. Впрочем, при планировании и создании заводов по переработке отходов инженеры-химики и микробиологи столкнулись с проблемами иного круга. Процесс минерализации органических отходов, основанный на использовании активного ила, был разработан в 1914 г. С тех пор он был существенно

модернизирован, стал более сложным и производительным и используется сегодня во всем мире для переработки стоков.

В наше время переработка стоков в анаэробных условиях смешанной микрофлорой, в результате чего попутно образуется биогаз (который состоит в основном из метана и CO_2), применяется все более широко. Такая переработка энергетически высокоэффективна, так как позволяет сохранять и концентрировать энергию, содержащуюся в различных компонентах стоков (с газом регенерируется более 80% свободной энергии). В некоторых случаях, в частности в сельскохозяйственных общинах, с помощью этого процесса можно получать значительную часть необходимой энергии. Так, в Китае построено более 18 млн. генераторов биогаза. В развитых странах с высоким потреблением энергии превращение отходов в биогаз может покрыть лишь несколько процентов их энергетических потребностей. Тем не менее на крупных заводах по переработке отходов биогаз часто сжигают в тепловых машинах, которые приводят в действие электрогенераторы. В последние годы разработаны также небольшие установки, предназначенные для переработки отходов сельского хозяйства.

4-5 этапы. Развитие биотехнологической промышленности после второй мировой войны

Помимо постоянного усовершенствования процессов, о которых речь шла ранее, в последние сорок лет был разработан ряд новых; некоторые из них перечислены в таблице 8. Эти процессы будут рассмотрены в последующих лекциях.

Четыре наиболее интересных — производство аминокислот, белка одноклеточных организмов (БОО), превращение стероидов и культивирование клеток животных и растений — мы вкратце рассмотрим в этом разделе.

За последние тридцать лет производство аминокислот в аэробных микробиологических процессах получило все более широкое распространение. В наибольшем количестве вырабатывались два продукта — глутамат натрия (ежегодное производство в мире — около 150 000 т), который служит усилителем вкуса, и лизин (ежегодное производство в мире—15 000 т), который используют как пищевую добавку. В мире за год продается аминокислот на сумму 1 млрд. фунтов стерлингов, причем большую часть поставляют японские фирмы. Особая роль Японии в некоторых областях биотехнологии.

Таблица 8 - Некоторые новые направления, развивающиеся на основе биотехнологии, и продукты, получаемые с ее помощью

Отрасли хозяйства	Примеры применения биотехнологий
Сельское хозяйство	Получение новых штаммов, новые методы селекции растений и животных (включая клонирование)
Производство химических веществ	Получение органических кислот (например, лимонной, итаконовой), использование ферментов в составе моющих средств
Энергетика	Увеличение потребления биогаза, крупномасштабное производство этанола как жидкого топлива
Контроль за состоянием окружающей среды	Улучшение методов тестирования и мониторинга, прогнозирование превращений ксенобиотиков благодаря более глубокому пониманию биохимии микроорганизмов, усовершенствованию методов переработки отходов, особенно промышленных
Пищевая промышленность	Создание новых методов переработки и хранения пищевых продуктов, получение пищевых добавок (например, полимеров, продуцируемых микроорганизмами аминокислот), использование белка, синтезируемого одноклеточными организмами, и ферментов при переработке пищевого сырья
Материаловедение	Выщелачивание руд, дальнейшее изучение и контроль биоразложения
Медицина	Применение ферментов для усовершенствования диагностики, создание датчиков на основе ферментов, использование микроорганизмов и ферментов при производстве сложных лекарств (например, стероидов), синтез новых антибиотиков, применение ферментов в терапии

Микроорганизмы могут превращать растительную биомассу с низким содержанием белка в пищевые продукты с высоким его содержанием. В крупных промышленных масштабах этот процесс использовался в Германии: там в ходе первой мировой войны выращивали дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, которые добавляли главным образом в колбасу и супы. Таким путем удавалось компенсировать около 60% довоенного импорта пищевых продуктов. Сходные процессы на основе пищевых дрожжей *Candida arborea* и *Candida utilis* использовались и во время второй мировой войны. В 60-х годах ряд нефтяных и химических компаний начали исследования и разработки по созданию новых

процессов получения БОО, предназначенного для добавления в пищу людям и животным. В какой-то мере это было связано с недостатком белковой пищи в мире. В качестве субстратов использовали нефть, метан, метанол и крахмал; большинство продуктов вырабатывали для добавления в корм животным. В целом процессы на основе метанола и крахмала оказались наиболее конкурентоспособными. В западных странах самый крупный завод был построен компанией ICI: там в одном ферментере при участии метанолпотребляющей бактерии *Methylophilus methylotrophus* получают из метанола около 70 000 т белка прутина (Pruteen) в год. При помощи технологии рекомбинантных ДНК были модифицированы механизмы ассимиляции азота этими бактериями, что привело к увеличению выхода продукта. Это было одним из первых доказательств практической значимости и потенциальных возможностей генетической инженерии. В СССР ежегодно производилось более 1 млн. т БОО, в основном из углеводов и отходов растениеводства. Один из немногих высококачественных продуктов из БОО, пригодный для человека, поставляется для пробной продажи в Англии фирмой Rank Hovis McDougall. Его вырабатывают из гриба, выращиваемого на содержащем углеводы сырье.

Хотя в наше время, и особенно в последние двадцать лет, интерес к использованию ферментов в промышленности все более возрастает, их внедрение в производство происходит медленно. Набор используемых сегодня ферментов весьма невелик и применяются они в основном в пищевой промышленности. Правда, за последние несколько лет значительно возросло число ферментов, применяемых в медицине (главным образом для диагностики). И все же в целом рынок ферментов остается сравнительно небольшим, порядка 250 млн. фунтов стерлингов в год. Основные причины такого относительно медленного развития — нестабильность ферментов, сложность выделения продуктов переработки и проблемы, связанные с добавлением или заменой кофакторов. Однако в некоторых случаях эти сложности удается обойти путем использования интактных клеток микроорганизмов. Такой способ стал играть особенно важную роль в 50-х годах при крупномасштабном производстве лекарственных препаратов стероидной природы. Было установлено, что многие микроорганизмы способны строго направленно и стерео-: специфически гидроксилировать сложные молекулы стероидов. Уже на ранних этапах этого метода было сделано важное наблюдение: оказалось, что плесневый гриб *Rhizopus arrhizus* способен стереоспецифически, по 11-му положению гидроксилировать женский половой гормон прогестерон. Это существенно упростило производство кортизона, который применяют для лечения артрита. До внедрения нового метода это соединение получали с помощью химического синтеза, включавшего 37 стадий, с выходом 0,02%, и поэтому стоимость 1 г его составляла 200 долларов. Благодаря внедрению в этот процесс этапа, основанного на биотрансформации и существенно упрощающего синтез, цена упала до 68 центов за 1 г. Впоследствии был выделен еще ряд

микроорганизмов, способных специфически гидроксिलировать другие углеродные атомы кольца, а недавно микробные системы начали использовать для превращения фитостероидов в С-Ш-стероидные гормоны с менее громоздкими молекулами. Они находят; широкое применение, в частности как пероральные противозачаточные средства.

Химическая промышленность, особенно в США и Японии, проявляет постоянный интерес к разработке аналогичных процессов получения других дешевых продуктов на основе микробиологического окислительного катализа. Считается, что таким путем удастся осуществлять более экономичные процессы, чем их нынешние аналоги в химической промышленности.

Ряд производств, например получение вакцин, стал гораздо эффективнее после освоения методов культивирования растительных и животных клеток в большом объеме. Был разработан также метод слияния клеток различных линий, что позволило, в частности, ученым фирмы Unilever получить новые клоны масличных пальм, как более урожайных, так и дающих продукцию более высокого качества.

Перспективы развития биотехнологии.

В будущем благодаря расширению сфер своего применения, биотехнология сделает весомый вклад в повышение уровня жизни.

Сфера применения методов биотехнологии:

1. Приборы для аналитической химии
2. Процессы биосинтеза и биodeградации
3. Углеродсодержащее сырье для химической промышленности
4. Химическая переработка (очистка продукта)
5. Химические продукты, использующиеся в быту: клеи, детергенты, красители, волокна, вкусовые добавки, желирующие вещества и загустители, камеди и растительные клеи, душистые вещества, пигменты, пластики, смазки, воска и пр.
6. Источники энергии
7. Контроль за состоянием окружающей среды (воздух, вода и почва)
8. Пища и напитки (сельскохозяйственное производство и переработка)
9. Здравоохранение (диагностика, лечение), борьба с болезнями растений и животных
10. Добыча минерального сырья на суше и в море

Быстрее всего ее применение даст результаты в медицине, но в более отдаленном будущем (лет через десять), по мнению наиболее компетентных специалистов, самый большой экономический эффект будет получен от применения биотехнологии в сельском хозяйстве и химической промышленности. Ниже мы вкратце обсудим некоторые последние достижения этой науки, потенциально важные для медицины, энергетики, производства пищевых продуктов и напитков, получения химических соединений, различных материалов, для защиты окружающей среды и для сельского хозяйства

обсуждаются более подробно.

Контрольные вопросы:

1. Биотехнология как наука и сфера производства
2. Социальная значимость биотехнологии
3. Биотехнологизация народного хозяйства
4. Биотехнология и интенсификация сельскохозяйственного производства
5. Пути решения проблем экологии и охраны окружающей среды методами биотехнологии
6. Перспективы развития биотехнологии

Тема 5: Биологическая переработка отходов

Цель: изучить методы биологической переработки отходов производства.

План:

1. Вопросы методологии;
2. Этапы оценки выбросов.

Методологические вопросы биологической переработки отходов .

Компостирование и анаэробная переработка органических отходов таких, как пищевые отходы, отходы, образующиеся в садах (дворах) и парках, отстой сточных вод, является характерной практикой, как в развитых, так и в развивающихся странах. Преимущества биологической обработки включают: уменьшение объема отходного материала, стабилизацию отходов, уничтожение патогенных микроорганизмов в отходном материале и выработку биогаза для дальнейшего использования энергии. Образующиеся при биологической обработке конечные продукты могут, в зависимости от их качества, быть переработаны, либо как органическое удобрение и почвоулучшитель, либо удалены на СТО.

Анаэробная обработка зачастую связана с рекуперацией метана (CH_4) и сжиганием с целью получения энергии, и поэтому, выбросы парниковых газов, образующиеся в результате данного вида обработки должны учитываться в секторе «Энергетика». Сведения по анаэробной обработке отстоя на водоочистных сооружениях содержатся в главе 6 (Очистка и сброс сточных вод), а выбросы, образующиеся при данном виде обработки отходов, следует документировать в рамках категории

«Очистка сточных вод». Однако когда отстой, образующийся при очистке сточных вод, переносится в сооружения анаэробной переработки, где он перерабатывается вместе с коммунальными твердыми отходами или другими видами отходов, все, связанные с данным процессом выбросы CH_4 и закиси азота (N_2O), должны быть зарегистрированы в категории «Биологическая обработка

твердых отходов». Там, где данные газы используются для получения энергии, сопутствующие выбросы должны быть зафиксированы в секторе «Энергетика».

Компостирование является анаэробным процессом, при котором большая часть способного к разложению органического углерода (DOC) в отходном материале преобразована в диоксид углерода (CO_2). CH_4 образуется в анаэробных участках компоста, однако в большинстве случаев метан окисляется в тех же участках компоста. Подвергшиеся оценке попадающие в атмосферу выбросы CH_4 лежат в диапазоне от менее одного процента до нескольких процентов общего содержания углерода в материале (Beck-Friis, 2001; Detzel *et al.*, 2003; Arnold, 2005).

При компостировании также могут образовываться выбросы N_2O . Диапазон оцениваемых выбросов варьируется в пределах от менее 0,5 процентов до 5 процентов общего содержания азота в материале ((Petersen *et al.*, 1998; Hellebrand 1998; Vesterinen, 1996; Beck-Friis, 2001; Detzel *et al.*, 2003). В плохо разлагающемся компост более вероятно образование, как CH_4 , так и N_2O (например, Vesterinen, 1996).

Анаэробная сбраживание органических отходов ускоряет естественное разложение органического материала без участия кислорода с помощью сохранения показателей температуры, содержания влаги и уровня pH, близких к их оптимальным значениям. Образовавшийся в результате обработки отходов CH_4 может быть использован для производства тепловой и/или электрической энергии, и поэтому отчетность по выбросам в данном процессе обычно приводится в секторе «Энергетика». Выбросы CO_2 имеют биогенное происхождение и должны быть зарегистрированы только в качестве единицы информации в секторе «Энергетика». Выбросы CH_4 , образующиеся в результате данного вида обработки в результате случайных утечек во время нарушения процесса или других непредвиденных ситуаций будут варьироваться в диапазоне от 0 до 10 процентов от общего количества образовавшегося CH_4 . В случае отсутствия дополнительной информации, используйте 5 процентов в качестве значения по умолчанию для выбросов CH_4 . Там, где технические стандарты для биогазовых установок гарантируют сжигание непредвиденных выбросов CH_4 , процентное соотношение данных выбросов чаще всего приравнивается к нулю. Выбросы N_2O , образующиеся в данном процессе, согласно предположениям, являются незначительными, однако, данные по этим выбросам весьма незначительны.

Механическо-биологическая (МБ) обработка отходов становится все более популярной в Европе. При МБ обработке отходный материал подвергается серии механических и биологических процессов, нацеленных на снижение объема отходов, а также на стабилизацию для снижения выбросов при конечном удалении. Данные процессы варьируются в зависимости от применения. В основном, механические процессы разделяют отходный материал на составляющие, которые затем проходят последующую обработку (компостирование, анаэробную обработку, сжигание, переработку). Такие

процессы включают сепарацию, измельчение и дробление материала. Биологические процессы включают компостирование и анаэробную обработку. Компостирование может происходить на свалках и сооружения по переработке компоста с оптимизацией условий процесса, а также фильтрацией образующегося газа. Возможности по снижению объема органического материала, подлежащего удалению на свалках, являются значительными и составляют от 40 до 60 процентов (Kaartinen, 2004). По причине снижения объема материала, а именно органической составляющей и биологической активности, отходы при удалении на СТО, которые подвергаются механическо-биологической обработке, образуют до 95 процентов меньше CH_4 , чем необработанные отходы. Практическое снижение объема оставалось незначительным и напрямую зависит от типа и длительности рассматриваемой выше механическо-биологической обработки (см., например, Binner, 2002). Выбросы CH_4 и N_2O , образующиеся во время различных этапов механическо-биологической обработки зависят от конкретных операций и длительности биологической обработки.

В целом, биологическая обработка влияет на объем и состав отходов, подлежащих удалению на СТО. Анализ потока отходов (см. пример в блоке 3.1) является рекомендуемой методологией оценки влияния биологической обработки на выбросы, образующиеся на СТО.

Оценка выбросов CH_4 и N_2O , образующихся при биологической обработке твердых отходов включает следующие этапы:

Этап 1: Подготовить данные по количеству и виду твердых отходов, подвергающихся биологической обработке. Там, где это является возможным, данные по компостированию и анаэробной обработке должны быть собраны отдельно. Региональные данные по умолчанию относительно компостирования содержаться в таблице 2.[3]. Там, где данные недоступны, анаэробная переработка твердых отходов может быть приравнена к нулю. Данные по умолчанию использоваться только в случае, когда не доступны данные по конкретным странам.

Этап 2: Оценить выбросы CH_4 и N_2O , образующиеся при биологической обработке твердых отходов, используя уравнения 1 и 2. Использовать коэффициенты выбросов по умолчанию для конкретных стран в соответствии с руководством [3].

Этап 3: В случае, когда выбросы CH_4 от анаэробной переработки подвергаются рекуперации, то для определения общего годового объема CH_4 , вычесть количество рекуперированного газа из количества образованного CH_4 .

Необходимо проверять последовательность между выбросами CH_4 и N_2O , образованными в результате компостирования, либо анаэробной обработки отстоя и выбросами от обработки отстоя, приведенными в категории «Очистка и сброс сточных вод». Также, если выбросы, образованные в результате анаэробной переработки подвергаются учету в рамках раздела «Биологическая обработка твердых отходов», составителям кадастра необходимо убедиться, что данные выбросы не включены также и в сектор «Энергетика».

Соответствующая информация о подготовке данных о деятельности, выборе коэффициентов выбросов и методах, используемых при оценке выбросов, должна быть зафиксирована согласно руководству [2].

Условия выбора метода

Выбросы CH₄ и N₂O при биологической обработке, могут быть оценены с помощью метода по умолчанию, указанного в приведенных ниже уравнениях 1 и 2.

УРАВНЕНИЕ 1
ВЫБРОСЫ CH₄ ПРИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

$$\text{Выбросы CH}_4 = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3} - R$$

Где:

Выбросы CH₄ = общее количество выбросов CH₄ в учитываемом в кадастре году, Гг CH₄

M_i = масса органических отходов, подвергшихся обработке в соответствии с типом биологической обработки i, Гг

EF = коэффициент выбросов для обработки i, г CH₄/кг обрабатываемых отходов

i = компостирование или анаэробная переработка

R = общее количество рекуперированного CH₄ в учитываемом в кадастре году, Гг CH₄

Когда выбросы CH₄, образованные в результате анаэробной переработки, подвергаются учету, количество рекуперированного газа должно быть вычтено из количества образовавшегося CH₄. Рекуперированный газ может быть сожжен в факельной или энергетической установке. В уравнении 1 количество рекуперированного CH₄ выражено с помощью R. В случае, когда рекуперированный газ используется с целью получения энергии, то образованные в результате сжигания выбросы парниковых газов следует заносить в отчеты в секторе «Энергетика». Тем не менее, выбросы при сжигании рекуперированного газа не являются значительными, так как выбросы CO₂ имеют биогенное происхождение, а выбросы CH₄ и N₂O очень малы, и поэтому *эффективная практика* раздела «Отходы» не предполагает их оценки. Однако если данные выбросы необходимо подвергнуть оценке, то выбросы при сжигании в факелах должны быть зафиксированы в секторе «Отходы». Рассмотрение выбросов, образующихся в результате сжигания и более подробные сведения приведены в томе [1-3]. Выбросы при сжигании в факелах не обрабатываются с помощью метода уровня 1.

УРАВНЕНИЕ 2
ВЫБРОСЫ N₂O ПРИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

$$\text{Выбросы } N_2O = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3}$$

Где:

Выбросы N₂O = общее количество выбросов N₂O в учитываемом в кадастре году, ГГ N₂O

M_i = масса органических отходов, подвергшихся обработке в соответствии с типом биологической обработки i, ГГ

EF = коэффициент выбросов для обработки i, г N₂O/кг обрабатываемых отходов

i = компостирование или анаэробная переработка

Ниже для данной категории суммированы три уровня.

Уровень 1: Уровень 1 использует коэффициенты выбросов по умолчанию МГЭИК

Уровень 2: Уровень 2 использует коэффициенты выбросов для конкретной страны, которые основаны на характерных измерениях.

Уровень 3: Метод уровня 3 будет основываться на типе установки по обработке отходов или измерений применимых для конкретных участков (интерактивных или периодических).

Выбор данных о деятельности

Данные о деятельности по биологической обработке могут основываться на национальной статистике. Данные по биологической обработке могут быть получены от муниципальных или региональных властей, ответственных за управление отходами, или от компаний по управлению отходами.

Выбор коэффициентов выбросов

Уровень 1

Выбросы, образующиеся при компостировании и анаэробной переработке на биогазовых установках, будут зависеть от таких факторов, как вид компостируемых отходов, количество и вид используемых вспомогательных материалов (таких как древесные стружки и торф), температура, содержание влаги и аэрация во время процесса.

В таблице 9 приведены факторы по умолчанию для выбросов CH₄ и N₂O при биологической обработке для метода уровня 1.

Выбросы при МБ обработке могут быть оценены с помощью значений по умолчанию для биологической обработки, приведенных в таблице 9. Выбросы, образующиеся во время механических операций, могут считаться незначительными.

Уровень 2 и уровень 3

В уровне 2 коэффициенты по умолчанию должны основываться на

характерных измерениях, учитывающих соответствующие варианты биологической обработки, применяемые в конкретной стране. В методе уровня 3 коэффициенты по умолчанию будут основываться на типе установки по обработке отходов/применимых для конкретных участков измерений (интерактивных или периодических).

Таблица 9 - Коэффициенты выбросов CH₄ и N₂O по умолчанию при биологической обработке отходов

Вид биологич. обработки	Коэфф-ты выбросов CH ₄ (г CH ₄ /кг обработ. отходов)		Коэфф-ты выбросов N ₂ O (г N ₂ O/ кг обработ. отходов)		Примечания
	на основе сухого веса	на основе сырого веса	на основе сухого веса	на основе влажн. веса	
Компостирование	10 (0,08 - 20)	4 (0,03 - 8)	0,6 (0,2 – 1,6)	0,3 (0,06 – 0,6)	Допущения для обрабатываемых отходов: 25-50% DOC в сухом веществе, 2% N в сухом веществе, Содержание влаги – 60%.
Анаэробное сбраживание в биогазовых установках	2 (0 - 20)	1 (0 - 8)	Считается незначительным	Считается незначительным	Коэффициенты по умолчанию для сухих отходов рассчитаны на основании коэффициентов для влажных отходов, допуская, что содержание влаги соответствует 60% во влажных отходах.
Источники: Arnold, M.(2005) Personal communication; Beck-Friis (2002); Detzel <i>et al.</i> (2003); Petersen <i>et al.</i> 1998; Hellebrand 1998; Hogg, D. (2002); Vesterinen (1996).					

Полнота

Отчетность по выбросам CH₄ и N₂O при биологической обработке, где возможно, будет дополнять отчетность по выбросам со СТО и при сжигании отходов, а также обеспечит полный охват всех ресурсов в секторе «Отходы». Это является особенно важным для стран, где биологическая обработка имеет или приобретает важное значение.

Формирование согласованного временного ряда

Так как методологическое руководство для определения и подготовки отчетности по выбросам при биологической обработке не было включено в предыдущих версиях *Руководящих принципов МГЭИК*, рекомендуется, чтобы полные временные ряды были оценены с использованием той же методологии. Данные о деятельности за более ранний период могут быть не доступны во всех странах. Также текущие данные по биологической обработке не обязательно будут получены на годичной основе. Методы получения отсутствующих данных описаны в [2-4].

Коэффициенты выбросов по умолчанию основываются на ограниченном

количестве исследований. Ожидается, что в последующие годы доступность данных будет значительно улучшена. *Эффективная практика* заключается в последующем использовании современных научных сведений для улучшения коэффициентов выбросов. Затем, должны быть пересчитаны соответствующим образом оценочные показатели для полных временных рядов.

Оценка неопределенностей.

Неопределенности в данных о деятельности будут зависеть от способа сбора данных. Оценочные значения неопределенностей для образования отходов и доли отходов, подвергшихся биологической обработке, могут быть оценены тем же способом, что и КТО, удаленные на СТО. Неопределенности будут зависеть от качества сбора данных в стране.

Неопределенности в коэффициентах выбросов по умолчанию могут быть определены с помощью приведенных в таблице 9 величин. Неопределенности в коэффициентах выбросов, применимых для конкретных стран, будут зависеть от плана выборочного анализа и методов измерения, используемых для определения коэффициентов выбросов.

Контрольные вопросы:

1. Характеристика методов очистки сточных вод
2. Характеристика методов компостирования
3. Характеристика методов анаэробного сбраживания органических отходов
4. Характеристика методов механическо-биологической (МБ) обработки отходов

Тема 6: Основы энергосбережения и энергоэффективности

Цель: изучить основные принципы энергосбережения и повышения энергоэффективности.

План:

1. Основные понятия;
2. Технологические характеристики топлива;
3. Термодинамические расчеты в энергосбережении;
4. Уравнение теплового баланса в общем виде;
5. Диаграммы энергетического и материального потоков;
6. Эксергия;
7. Энергосбережение в Казахстане.

Классификация топливно-энергетических ресурсов

Современные виды топливно-энергетических ресурсов подразделяют на следующие категории.

По агрегатному состоянию:

- Газообразные топлива – природный газ (бытовой, сжатый, сжиженный), сжиженная пропан-бутановая смесь, водород;
- Жидкие – автомобильные и авиационные бензины, авиационный и осветительный керосины, дизельные топлива (летние и зимние), печные и котельные топлива;
- Твердые – уголь (каменный, бурый), сланцы, торф, древесина и другое растительное сырье.

По составу:

- Органические топлива;
- Неорганические топлива.

По происхождению:

- Естественные (ископаемые, природные) – газ, нефть, уголь;
- Искусственные – кокс (коксованием углей), искусственное жидкое топливо (ожижением или гидрогенизацией углей), биогаз – продукт газификации органических бытовых отходов;
- Синтетические – полученные в результате химических реакций Фишера - Тропша или Кельбеля-Энгельгарда синтетические углеводороды (газообразные, жидкие, твердые), различные неуглеводородные топлива – ракетные топлива (несимметричный диметилгидразин), ядерные топлива (плутоний).

По возобновлению:

- Возобновляемое топливо – гидроэнергия, геотермальная энергия, ветровая и солнечная энергия, древесина и другое растительное сырье;
- Невозобновляемое топливо это синоним ископаемого топлива.

По назначению:

- Энергетическое топливо – используют для получения тепловой и электрической энергии; т.е. первоначально из топлива получают энергию в виде тепла, перегретого водяного пара, электроэнергии, энергетического топлива. Пример: газ или мазут на ТЭС;
- Технологическое топливо (как сырье) – используется непосредственно в производстве и технологических процессах, установках, реакторах, агрегатах без стадии предварительно получения из топлива необходимой энергии. Пример технологического топлива: уголь в процессе коксования для получения кокса.

По отношению к топливу:

- Топливные энергоресурсы (газ, нефть, газовый конденсат, уголь и др.);
- Не топливные энергоресурсы (гидроэнергия, энергия ветра, солнечная энергия).

Атомную энергию относят одновременно к топливному и не топливному энергетическому ресурсу.

По степени вовлечения в технологию:

- Первичные энергетические ресурсы – однократное использование энергетического потенциала конкретного вида энергии или топлива;

• Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) – многократное использование энергетического потенциала конкретного вида энергии или топлива (тепло дымовых газов, сырьевых и продуктовых технологических потоков).

По виду энергии вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) разделяют на:

• Топливные ВЭР – побочные горючие газы, жидкие и твердые продукты, образующиеся при подготовке, транспортировке и переработке углеводородного или другого органического топлива (газы процессов промышленной подготовки природных углеводородов, коксовый газ, водородсодержащий газ пиролиза углеводородов, доменные и конверторные газы, отходы лесохимической промышленности);

• Тепловые ВЭР – тепло отходящих газов, отработанных теплоносителей (вода, водяной пар);

• ВЭР давления – потенциальная энергия газовых и жидкостных потоков с давлением, превышающем атмосферное.

Технологические характеристики топлива.

Теплотворная способность топлива (теплота сгорания) Q – это количество тепла, выделяемое при полном сгорании 1 кг топлива. Для газа часто теплотворную способность рассчитывают на 1 м³.

В табл. 10 приведены усредненные значения теплотворной способности некоторых видов ископаемых топлив.

Таблица 10 - Теплотворная способность различных видов топлива

Наименование топлива	Теплотворная способность, ккал/кг
Газ природный	13 000
Газовый конденсат	11 000
Нефть	10 000
Уголь:	
каменный	7 500
бурый	7 000
Сланцы	3 500

Жаропроизводительность топлива (максимальная температура, t_{max}) — это наивысшая температура, которую теоретически можно достигнуть при количественном сжигании топлива в адиабатических условиях, когда потери тепла равны нулю, а тепло, выделившееся при сгорании топлива, полностью идет на нагрев продуктов сгорания.

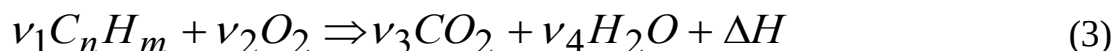
Кроме вышеназванных характеристик топлива в теплотехнических расчетах используют следующие понятия: *высшая (Q_s) и низшая (Q_n) теплоты сгорания топлива; объемы продуктов сгорания и воздуха при сгорании*

топлива; содержание H_2O , CO_2 и NO_x в продуктах сгорания и другие.

Термодинамические расчеты в энергосбережении.

Самым простым и распространенным путем получения из топлива тепла является сжигание топлива. Как правило, сжигание топлива проводят в воздухе, в котором содержание кислорода составляет около 21% об. Все реакции горения любых видов топлива в кислороде являются **экзотермическими**, т.е. протекание таких реакций сопровождается выделением тепла. Тепловой эффект реакции зависит от условий, в которых протекает реакция горения. Поэтому тепловые эффекты при постоянном объеме или постоянном давлении различны. Выделяющееся тепло реакции, если она проводится при постоянном давлении, называют **энтальпией** и обозначают ΔH .

Например, реакцию сжигания углеводородного топлива общей формулы C_nH_m в кислороде (O_2) до углекислого газа (CO_2) и воды (H_2O) в химической термодинамике принято записывать следующим образом:



где ν_i – стехиометрические коэффициенты.

Законы Г.И. Гесса

Количество тепла, которое можно получить из топлива, вычисляют согласно термохимическим законам Г.И. Гесса. На основе экспериментальных данных было установлено, что тепловой эффект химической реакции не зависит от пути (механизма) реакции, а определяется только природой и состоянием исходных реагентов и конечных продуктов реакции.

В соответствии с законами Гесса, теплота любой химической реакции (ΔH) равна сумме теплот образования конечных продуктов $(\nu^P \Delta H^{обр})_P$ за минусом суммы теплот образования исходных веществ $(\nu^I \Delta H^{обр})_I$

$$\Delta H = \sum (\nu_i^P \Delta H^{обр})_P - \sum (\nu_i^I \Delta H^{обр})_I \quad (4)$$

Для сопоставления протекания различных реакций используют стандартные значения теплоты образования соединений. Стандартной теплотой образования соединения называют теплоту реакции образования одного моля конкретного соединения из простых веществ в стандартных условиях и обозначают символом ($\Delta H_{T^{обр}}^0$). Теплота образования из простых веществ для углеводородов означает образование из углерода (C) и водорода (H_2). Стандартные значения теплоты образования различных соединений содержатся в специальных справочниках. В них для температуры 298K (25°C) и давления 1 атм приведены стандартные значения теплоты образования разнообразных химических соединений и

органических топлив, которые обозначаются символом $(\Delta H^0_{298^{обр}})$.

Зависимость теплоты реакции от температуры

Большинство данных по теплоте реакций, приведенных в справочной литературе, относится к температуре 298К. Для расчета энтальпии (теплого эффекта) реакции при другой температуре используют уравнение Кирхгофа в интегральном виде:

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^T \Delta C_P dT \quad (5)$$

где ΔC_P – изменение теплоемкости при постоянном давлении в интервале температур от 298К до Т.

Из уравнения видно, что для определения теплового эффекта реакции при температуре Т необходимо знать его величину при другой температуре, например, при 298К, и зависимость теплоемкостей реагентов и продуктов реакции в температурном интервале от 298К до Т.

Теплоемкость вещества – это физическая величина, характеризующая способность вещества увеличивать свою температуру при нагреве. Теплоемкость вещества при постоянном давлении (C_P) выражается отношением энтальпии к температуре (дифференциальное уравнение Кирхгофа):

$$C_P = (\partial H / \partial T)_P \quad (6)$$

и численно равна количеству тепла, которое необходимо для нагревания единицы массы вещества на 1 градус. Наиболее употребительной единицей измерения C_P является *кал/моль•град* или *Дж/моль•град*.

Теплоемкость i-го вещества зависит от температуры. Поэтому в термохимических и теплотехнических расчетах используют либо экспериментальные значения C_P для различных температур, либо проводят ее расчет по уравнению:

$$C_P^i = a^i + b^i T + c^i T^2 \quad (7)$$

где а, b, с – коэффициенты уравнения зависимости теплоемкости от температуры. Значения коэффициентов уравнения приведены в справочниках.

Теплоемкость при постоянном давлении

При протекании химической реакции исходные реагенты превращаются в продукты реакции, в результате чего происходит изменение теплоемкости (ΔC_P):

$$\Delta C_p = \sum (v_i^{\text{II}} C_{p_i})_{\text{II}} - \sum (v_i^{\text{I}} C_{p_i})_{\text{I}} \quad (8)$$

Очевидно, что изменение теплоемкости ΔC_p также можно представить в виде уравнения

$$\Delta C_p = \Delta a + \Delta bT + \Delta cT^2 \quad (9)$$

где Δa , Δb , Δc – алгебраическая сумма соответствующих коэффициентов уравнений вида (5.5) для исходных реагентов и продуктов реакции с учетом стехиометрических коэффициентов для продуктов (v_i^{II}) и исходных реагентов (v_i^{I}) соответственно.

После подстановки уравнения (6) в (4) и интегрирования в пределах от 298К до Т с учетом (9) получим выражение (10):

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{298}^0 + \Delta a(T - 298) + \Delta b(T^2 - 298^2) + \Delta c(T^3 - 298^3) \quad (10)$$

Достаточно часто для проведения оценочных расчетов вместо относительно громоздкого уравнения (10) используют выражение

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{298}^0 + (\Delta \bar{C}_p)_{298+T} (T - 298) \quad (11)$$

со средней теплоемкостью $(\Delta C_p)_{298+T}$ в интервале температур 298К + Т.

Для оценочных расчетов в качестве $(\Delta C_p)_{298+T}$ можно использовать среднее арифметическое значение теплоемкостей при температурах 298К и Т.

Таким образом, для расчета энтальпии (теплоты) химической реакции сжигания топлива при температуре Т необходимо знать: теплоемкости реагентов и продуктов реакции при температурах 298К и Т; энтальпию (теплоту) реакции при температуре 298К.

Уравнение теплового баланса в общем виде.

Уравнение баланса или просто баланс в физике, химии или экономике описывается простой формулой, которую в самом общем виде можно записать

$$\text{Приход} - \text{Расход} = \text{Накопление}$$

Поэтому естественно к такой установке применить подход, обычно используемый в химической технологии при составлении теплового и материального балансов химических реакторов.

Составим тепловой баланс топки энергетической установки (печи) в виде:

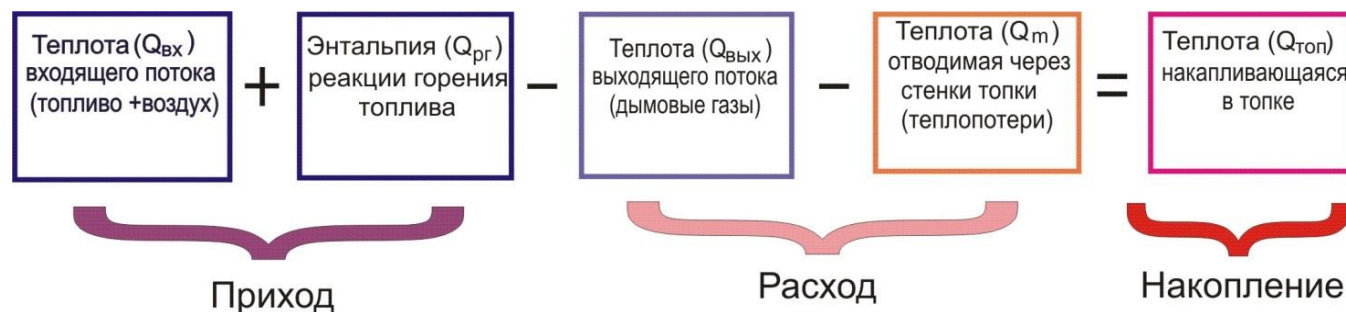


Рисунок 9 – Тепловой баланс топки

С учетом возможных фазовых переходов как исходного органического топлива (например, испарения жидкого мазута – $Q_{\text{фп}}$) продуктов сгорания (например, конденсации паров воды + $Q_{\text{фп}}$) уравнение теплового баланса топки для нестационарного режима примет вид:

$$Q_{BX} + Q_{PT} - Q_{BbIX} - Q_{TII} \pm Q_{\Phi II} = Q_{HAK} \quad (12)$$

Составляя такой баланс необходимо учитывать отклонения теоретических тепловых эффектов отдельных стадий процесса. Отклонения возникают по следующим причинам: (*) термодинамическое равновесие не позволяет проводить реакцию горения до конца; (**) вследствие относительно низких скоростей реакций не достигается полное сжигание топлива; (***) часть топлива и/или тепла расходуется на протекание побочных реакций с образованием, например, токсичных продуктов сгорания; (****) часть топлива или окислителя берется в избытке.

Диаграммы энергетического и материального потоков.

Полосовые диаграммы потоков энергии и тепла (диаграммы Сенке) давно и широко применяют в энергетике. На этих диаграммах потоки энергии

изображаются полосами, ширина которых пропорциональная соответствующим величинами энергии. Направление каждого потока энергии указывается стрелкой.

В силу закона сохранения энергии полосы на диаграмме Сенке не могут менять свою ширину. Но они могут разделяться и сливаться. Такие диаграммы служат также для демонстрации перехода одного вида энергии в другой. Следует отметить, что полосовые диаграммы также используются и для потоков вещества.

На рис. 10 приведена диаграмма Сенке, отражающая в определенном масштабе потоки тепла для некоторой печи. На входе в печь имеем два тепловых потока: $Q_{ВХ}$ – нагретая топливно-воздушная смесь, тепло реакции горения этой смеси $Q_{рг}$. Выходят из печи три потока тепла: $Q_{ВЫХ}$ – полезная теплота дымовых газов (продуктов сгорания), $Q_{фп}$ – теплота со знаком (-) предположительно израсходованная, например, на испарение топлива (мазута), $Q_{ТП}$ – потери тепла через стенку печи и/или рекуператора и/или теплообменника. При этом $Q_{фп}$ и $Q_{ТП}$ представляют потери тепла.

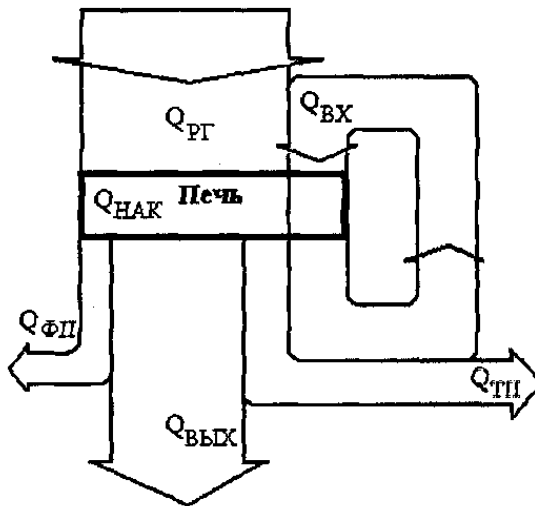


Рисунок 10 - Поточная диаграмма Сенке для теплового баланса печи

В уравнении теплового баланса учитываются все потоки тепла, как входящие в топку, так и выходящие из нее. Если принять для стационарного режима работы печи $Q_{НАК} = 0$, то исходя из рис. 10 и сделанных предположений по закону сохранения энергии можно записать:

$$Q_{ВХ} + Q_{рг} = Q_{ВЫХ} + Q_{ТП} + Q_{фп} \quad (13)$$

Энергетический (тепловой) КПД

Определим тепловой КПД печи (η) в %, как отношение суммы полезно использованных энергий ($\sum Q_{пиз}$), к сумме полных энергетических затрат ($\sum Q_{пэз}$). Тогда получим:

$$\eta = \frac{\sum Q_{\text{ИЭУ}}}{\sum Q_{\text{ИУС}}} \cdot 100\% \quad (14)$$

Применительно к рассматриваемой печи имеем

$$\eta = \frac{Q_{\text{аао}}}{(Q_{\text{ао}} + Q_{\text{оа}})} \cdot 100\% \quad (15)$$

Из рисунка 10 видно, что КПД печи существенно меньше 100%.

Тепловой баланс печи в неизотермическом режиме идеального перемешивания

Расшифруем слагаемые уравнения теплового баланса печи, работающей в неизотермическом режиме реактора идеального перемешивания.

При составлении балансовых уравнений в качестве элементарного объема берут элементарный объем топки, работающий в режиме полного перемешивания. Тогда тепловые потоки за момент времени dt для объема топки ($V_{\text{топ}}$) составят:

$$Q_{\text{ВХ}} = v_{\text{ВХ}} \cdot C_{p(\text{ВХ})} \cdot \rho_{\text{ВХ}} \cdot T_{\text{ВХ}} \cdot dt \quad (16)$$

где $v_{\text{вх}}$ — объемная скорость топливно-воздушной смеси на входе в топку, м³/ч;

$C_{p(\text{вх})}$ — средняя теплоемкость топливно-воздушной смеси на входе в топку Дж/кг-град;

$\rho_{\text{вх}}$ — средняя плотность топливно-воздушной смеси на входе в топку, кг/м³;

$T_{\text{вх}}$ — средняя температура топливно-воздушной смеси на входе в топку, °С.

$$Q_{\text{ВЫХ}} = v_{\text{ВЫХ}} \cdot C_{p(\text{ВЫХ})} \cdot \rho_{\text{ВЫХ}} \cdot T_{\text{ВЫХ}} \cdot dt \quad (17)$$

где $v_{\text{вых}}$ — объемная скорость продуктов сгорания топливно-воздушной смеси на выходе из топки, м³/ч;

$C_{p(\text{вых})}$ — средняя теплоемкость продуктов сгорания топливно-воздушной смеси на выходе из топки, Дж/кг-град;

$\rho_{\text{вых}}$ — средняя плотность продуктов сгорания топливно-воздушной смеси на выходе из топки, кг/м³;

$T_{\text{вых}}$ — средняя температура продуктов сгорания топливно-воздушной смеси на выходе из топки, °С.

$$Q_{\text{РГ}} = \Delta H_{\text{РГ}} \cdot V_{\text{ТОП}} \cdot r_{\text{РГ}} \cdot dt \quad (18)$$

где $\Delta H_{\text{РГ}}$ – энтальпия реакции горения 1 м³ топлива, кДж/м³;
 $V_{\text{ТОП}}$ – объем топки, м³;
 $r_{\text{РГ}}$ – скорость реакции горения, ч⁻¹ (м³/м³·ч).

$$Q_{\text{ТП}} = K_{\text{T}} \cdot F_{\text{ТО}} \cdot \Delta T \cdot dt \quad (19)$$

где K_{T} – коэффициент теплопередачи, Дж/м²·°С;
 $F_{\text{ТО}}$ – поверхность теплообмена, м²;
 ΔT – средняя разность температур в топке и внешней среды, °С;

$$Q_{\text{ФП}} = \Delta H_{\text{ФП}} \cdot dt \quad (20)$$

где $Q_{\text{ФП}}$ – теплота фазового перехода топлива и/или продуктов сгорания, кДж;
 $\Delta H_{\text{ФП}}$ – энтальпия фазового перехода топлива и/или продуктов сгорания, кДж/ч

$$Q_{\text{НАК}} = d(V_{\text{ТОП}} \cdot C_{\text{Р(ВЫХ)}} \cdot \rho_{\text{ВЫХ}} \cdot T_{\text{ВЫХ}}) \quad (21)$$

В стационарном режиме правая часть уравнения (21) равна нулю. Если принять, что $\rho_{\text{ВХ}} = \rho_{\text{ВЫХ}}$ и $v_{\text{ВХ}} = v_{\text{ВЫХ}}$ и $C_{\text{Р(ВХ)}} = C_{\text{Р(ВЫХ)}}$, то для стационарного режима можно записать:

$$v \cdot C_{\text{Р}} \cdot \rho \cdot (T_{\text{ВХ}} - T_{\text{ВЫХ}}) + \Delta H_{\text{РГ}} \cdot V_{\text{ТОП}} \cdot r_{\text{РГ}} - K_{\text{T}} \cdot F_{\text{ТО}} \cdot \Delta T \pm \Delta H_{\text{ФП}} = 0 \quad (22)$$

Для последующего анализа уравнения (22) его удобнее записать в следующем виде:

$$v \cdot C_{\text{Р}} \cdot \rho \cdot T_{\text{ВХ}} + \Delta H_{\text{РГ}} \cdot V_{\text{ТОП}} \cdot r_{\text{РГ}} \pm \Delta H_{\text{ФП}} - K_{\text{T}} \cdot F_{\text{ТО}} \cdot \Delta T = v \cdot C_{\text{Р}} \cdot \rho \cdot T_{\text{ВЫХ}} \quad (23)$$

Из уравнения (23) видно, что эффективность сжигания топлива в топке определяется энтальпией реакции горения топлива ($\Delta H_{\text{РГ}} \cdot V_{\text{ТОП}} \cdot r_{\text{РГ}}$). Чем энтальпия выше, т.е. чем полнее протекает реакция горения топлива, и чем оно калорийнее, тем больше тепла выделяется при сжигании единицы топлива и тем выше температура выходящих продуктов сгорания ($T_{\text{ВЫХ}}$).

Эффективность сжигания топлива в печи уменьшается с ростом тепловых потерь через стенку ($K_{\text{T}} \cdot F_{\text{ТО}} \cdot \Delta T$).

В случае использования жидкого топлива эффективность снижается вследствие затрат тепла на испарение мазута, а повышается в случае конденсации водяного пара из продуктов сгорания. Поэтому знак (+) или (-) $(+\Delta H_{\text{ФП}})$ в уравнении определяется балансом, например, $(+\Delta H_{\text{ФП}})$ – если тепло, выделившееся при конденсации водяного пара, превысит тепло, затраченное на испарение мазута, и $(-\Delta H_{\text{ФП}})$ – если наоборот.

Поточная диаграмма Сенке материального баланса по воде для теплоэлектростанции

Аналогично рисунку 10 выглядят поточная диаграмма Сенке материального баланса по воде для теплоэлектростанции (ТЭС), приведенная на рисунке 11.

В уравнении материального баланса (по воде) учитываются все потоки воды на входе в ТЭС и на выходе из нее. В приведенной на рисунке 11 схеме для охлаждения воды ТЭС используют градирню (Г). Для стационарного режима работы ТЭС накопление воды в ТЭС ($M_{\text{нак}}^{\text{Ж}}$) равно 0.

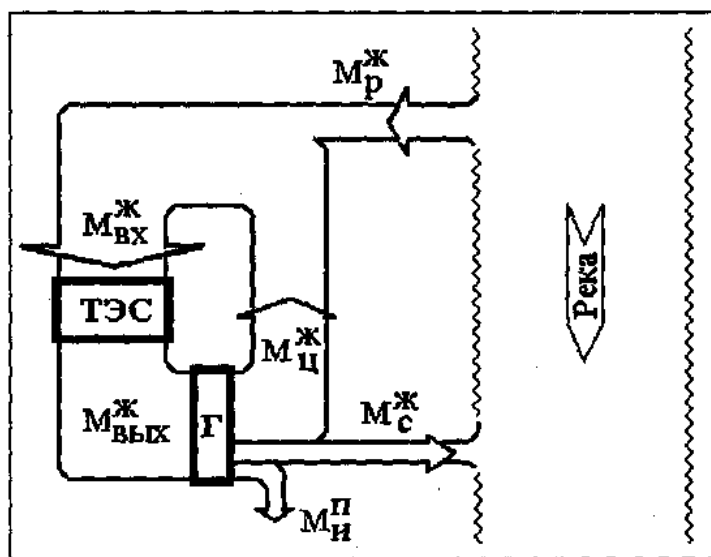


Рисунок 11 - Поточная диаграмма Сенке для материального баланса ТЭС по воде

Из представленной на рисунке 11 диаграммы в силу закона сохранения массы вещества можно записать:

$$M_{\text{вх}}^{\text{Ж}} - M_{\text{вых}}^{\text{Ж}} = M_{\text{нак}}^{\text{Ж}} \quad (24)$$

В ТЭС поступает холодный водяной поток ($M_{\text{вх}}^{\text{Ж}}$), состоящий из «свежей» воды речного водозабора ($M_{\text{р}}^{\text{Ж}}$) и циркулирующей воды ($M_{\text{ц}}^{\text{Ж}}$), охлажденной в градирне (Г).

Если пренебречь потерями воды в ТЭС при производстве тепловой и

электрической энергии, то количество выходящей горячей воды ($M_{\text{ВЫХ}}$) равно:

$$M_{\text{ВХ}} = M_{\text{Р}}^{\text{Ж}} + M_{\text{Ц}}^{\text{Ж}} = M_{\text{ВЫХ}}^{\text{Ж}} \quad (25)$$

Охлаждение воды ТЭС в градирне перед ее частичным сбросом в водоем ($M_{\text{С}}^{\text{Ж}}$) происходит за счет частичного испарения воды ($M_{\text{И}}^{\text{П}}$). Тогда уравнение для $M_{\text{ВЫХ}}^{\text{Ж}}$ примет вид :

$$M_{\text{ВЫХ}}^{\text{Ж}} = M_{\text{Ц}}^{\text{Ж}} + M_{\text{И}}^{\text{П}} + M_{\text{С}}^{\text{Ж}} \quad (26)$$

Из уравнений 25 и 26 можно вычислить количество воды $M_{\text{И}}^{\text{П}}$, теряющейся за счет испарения в градирне:

$$M_{\text{И}}^{\text{П}} = M_{\text{Р}}^{\text{Ж}} - M_{\text{С}}^{\text{Ж}} \quad (27)$$

Потеря воды компенсируется водозабором из реки.

Эксергия.

Для анализа эффективности различных энерготехнологических схем превращения энергии и тепловых процессов часто используют понятие эксергии. **Эксергия – это энергия, пригодная для использования. В процессах преобразования энергии она характеризует ее работоспособность.** Совершенство аппаратов (печей, парогенераторов, паросиловых кстановок др.), производящих тепло, оценивают **эксергетическим КПД**. Эксергию определяют через максимальную работу, которая может быть получена при обратимом переходе рассматриваемой системы в равновесное состояние с окружающей средой. Использование эксергии для термодинамического анализа называется **эксергетическим методом**.

Реально протекающие процессы необратимы. При совершении процесса качество эксергии понижается. Например, отработанный пар характеризуется более низкими значениями температуры и давления и вследствие этого может совершить меньше работы. Следить за потоками эксергии удобно с помощью **эксергетических диаграмм Сенке**.

Детальное рассмотрение эксергии и ее приложений для термодинамического анализа различных систем выходит за рамки курса «Основы ресурсо-энергосберегающих технологий углеводородного сырья». Более подробные сведения об эксергии содержатся в специальной литературе по технической термодинамике и теплотехнике.

В вопросах энергосбережения Казахстан сотрудничает со многими странами:

Казахстано-Норвежское сотрудничество.

"Центр энергоэффективности и чистого производства" является проводником Казахстано - Норвежской программы развития кадрового потенциала по

энергоэффективности и чистому производству. Эта долгосрочная, двусторонняя программа осуществляется в сотрудничестве с Министерством энергетики и минеральных ресурсов Казахстана и с финансовой поддержкой со стороны Министерства иностранных дел Норвегии. Целями программы являются: снижение загрязнения окружающей среды, повышение энергоэффективности, улучшение экологической обстановки, а также вклад в развитие устойчивой рыночной экономики Казахстана. Программа предназначена быть катализатором в установлении основных способностей и навыков для повышения энергоэффективности и улучшения экологических условий в промышленности, зданиях и теплоснабжении. Осенью 2002 года Министерством иностранных дел Норвегии было принято решение об открытии данной программы в Казахстане. Министерство энергетики и минеральных ресурсов Казахстана подтвердило свой интерес и поддержку норвежской Программе, т.к. развитие местных возобновляемых источников энергии и энергосбережение являются приоритетами для страны. Власти крупнейшего города Казахстана, Алматы, глубоко заинтересованы проблемами экономии энергии. Алматы является единственным городом в Казахстане. Акимат города Алматы высоко приветствует норвежскую инициативу, и подтвердил свою готовность быть активным партнером и со - финансистом программы. Городские власти подчеркнули важность осуществления энергосберегающих проектов. Однако трудность заключается в том, что местные руководители и технические специалисты имеют недостаточные знания и опыт в определении, реализации и организации финансирования реальных проектов по энергоэффективности и чистому производству. В связи с этим, развитие кадрового потенциала является ключевым моментом для решения вопросов энергоэффективности и чистого производства. Норвегия успешно реализовала программы по развитию кадрового потенциала в нескольких странах Центральной и Восточной Европы, а также в странах СНГ. Ряд центров энергоэффективности и чистого производства уже открыты и активно работают в Азербайджане, Грузии, Кыргызстане, Молдове, Румынии и Российской Федерации, внося существенный вклад в решение проблем энергосбережения и чистого производства. Норвежская консалтинговая компания ENSI - Energy Saving International AS, партнер NEEG - Норвежской Группы Энергоэффективности, играет центральную роль в инициировании и развитии содержания и концепции долгосрочных Норвежских программ развития кадрового потенциала в Энергоэффективности и Чистом Производстве. Программа в Казахстане в данное время координируется компанией ENSI, с Норвежской стороны и основывается на аналогичной концепции, подтвердившей свой успех в других странах.

Программа имеет следующие 5 основных направлений:

1. Развитие «Центра Энергоэффективности и Чистого Производства».

Развитие Центра в виде национального «Центра Высокого Качества» в области Энергоэффективности и Чистого Производства, что представляется стратегическим мероприятием для гарантирования долгосрочных результатов. Центр выступает в

роли связующего звена между властями, представителями промышленности, международными компаниями, поставщиками, институтами и организациями.

Все действия будут основываться на мастерстве местных инженеров, менеджеров, экономистов и специалистов. Первоначально специалисты Центра будут нуждаться в обучении и поддержке со стороны норвежских специалистов. Шаг за шагом, они будут осуществлять различные действия с уменьшающейся поддержкой норвежских специалистов, и в конце программы они уже будут способны самостоятельно осуществлять все действия, и продолжать дальнейшее, собственное развитие. В этом направлении, сильный и самофинансируемый Центр будет гарантировать долгосрочные цели программы.

2. Совместное развитие кадрового потенциала и проектов.

Местные специалисты нуждаются в обучении и кадровом потенциале для разработки, организации финансирования, и выполнения проектов по Энергоэффективности и Чистому Производству. Для гарантирования эффективного обучения, Норвежские программы являются интерактивными, совмещающими тренинг и развитие конкретных, коммерческих проектов. В периоды между сессиями, каждый участник или группа участников выполняют домашнее задание по конкретному проекту. Выполнение домашнего задания позволяет участникам приобрести новый опыт, во время повторения и проверки своих новых знаний, подведения итогов в предварительных исследованиях, отчетах по аудиту и бизнес планам по собственным проектам, для их последующей реализации или предоставления в финансовые институты.

3. Реализация проектов Энергоэффективности и Чистого Производства.

Несколько проектов будут разработаны, как часть учебных курсов, описанных выше. Эти проекты будут включать здания, промышленные сооружения, системы районного отопления. Эта программа создаст и разработает подходящие финансовые схемы (т.е.Револьверный Фонд) для формирования финансирования выбранных демопроектов. Работая с этими проектами, местные специалисты разовьют навыки в области разработки проекта, менеджмента, финансирования проекта, мониторинга и т.п.

4. Информационная деятельность.

Местные представители административного сектора, промышленности, и лица, принимающие решения, часто испытывают недостаток информации о практических возможностях Энергоэффективности и Чистого Производства, способных положительно повлиять на их бизнес.

Для того чтобы повысить осведомленность в обществе, и таким образом повысить спроса на услуги в области Энергоэффективности и Чистого Производства, необходимо распространить информацию по уже достигнутым результатам:

Норвежская и Казахская поддержка станет основой сотрудничества для воплощения программы. Совместно с ЦЭЧП будут изучены возможности получения со-финансирования от Всемирной Экологической Организации,

Всемирного Банка, Европейского Союза, ЮСАИД и других организаций и финансовых институтов. Процесс определения дополнительных финансовых источников и инвесторов начался с самого начала программы. Начавшаяся в октябре 2002г. деятельность Норвежской Программы Развития Кадрового Потенциала в Энергоэффективности и Чистом Производстве сейчас успешно развивается. Совместное сотрудничество рассчитано на 5 лет и предлагает большие возможности, из которых Вы можете извлечь выгоду. Для получения дополнительной информации обращайтесь в Центр Энергоэффективности и Чистого Производства.

Казахстанско – Российское сотрудничество

7 сентября 2009года в Усть –каменогорске, Президент Казахстана Нурсултан Назарбаев считает необходимым синхронизировать планы России и Казахстана по повышению энергоэффективности. С таким предложением он выступил на пленарном заседании Форума межрегионального сотрудничества, передает ПРАЙМ-ТАСС.

«Нужно, положа руку на сердце, сказать, что нынешний уровень технического регулирования отстает от веяний времени. Более того, эта сфера государственного регулирования сама тормозит процессы по повышению энергоэффективности», — отметил Назарбаев.

В частности, он отметил, что сегодня на территории двух стран по прежнему действуют советские Строительные нормы и правила (СНиП). «Если даже взять советские СНиПы, по которым до сих пор работают наши строители, там ничего не предусмотрено ни по энергосбережению, ни по отоплению наших зданий, ни по использованию стекла, которое не выпускает тепло и не пропускает холод внутрь. Все это надо пересмотреть и совместно поработать», — предложил Назарбаев.

Напомним, в прошлом году президент Казахстана заявил о возможности оказания помощи сибирским регионам в электроэнергетике в связи с аварией на Саяно-Шушенской ГЭС. «Абсолютно возможно оказание поддержки в электроэнергетике в связи с аварией на Саяно-Шушенской ГЭС, не только углем, но и перетоком, как мне доложили, около 500 мегаватт электроэнергии, тем более, что вопросы перетока через Казахстан давно решены», — сказал Назарбаев.

Он отметил, что Россия и Казахстан сталкиваются со схожими проблемами в электроэнергетике — такими, как физический износ основных пунктов электроэнергетики, высокое удельное потребление электроэнергии, низкие тарифы и необходимость повышения инвестиционной привлекательности рынка электроэнергетики.

Казахстан и США обсуждают энергоэффективность.

Министерство индустрии и новых технологий Казахстана и Министерство энергетики США провели совместный семинар, в ходе которого были обсуждены вопросы по стимулированию развития возобновляемой энергии и энергоэффективности, сообщает посольство США в РК.

«Дискуссии по вопросу возобновляемых источников энергии затрагивали

такие вопросы, как экономическая ценность развития казахстанского потенциала в этой области, а также как преодолеть возможные препятствия, двигаясь в этом направлении и использовать аналитику при создании карты для определения потенциала в деле использования энергии ветра», – говорится в сообщении.

«Участники с обеих сторон подчеркнули необходимость разработки стратегий, которые обеспечивают долгосрочную, стабильную поддержку развития чистой энергии», – отметили в пресс-службе.

В двухдневной конференции приняли участие эксперты из Национальной лаборатории возобновляемой энергии при министерстве энергетики США, Технологического Института штата Джорджия и компании Hudson Technologies.

Как напомнили в пресс-службе посольства, Соединенные Штаты Америки и Казахстан уже долгое время сотрудничают в сфере энергетики.

В частности, 11 апреля 2010 года Президент США Барак Обама и Президент Казахстана Нурсултан Назарбаев встретились во время Саммита по ядерной безопасности в Вашингтоне, и приняли совместное заявление, в котором говорится о двустороннем сотрудничестве в целях усиления ядерной безопасности и нераспространения, региональной стабильности в Центральной Азии, экономического процветания, и укрепления общечеловеческих ценностей.

Тогда главы государств подчеркнули 15-летний опыт тесного сотрудничества между Республикой Казахстан и Соединенными Штатами Америки и успех в деле сокращения угрозы применения ядерного оружия по всему миру. Они выразили намерение укреплять сотрудничество в области ядерной энергетики и альтернативных источников энергии.

Контрольные вопросы:

1. Характеристика технологических характеристик топлива?
2. Примеры термодинамических расчетов в сфере энергосбережения.
3. Дайте характеристику уравнению теплового баланса в общем виде.
4. Приведите характеристику диаграмм энергетического и материального потоков
5. Охарактеризуйте программы энергосбережения в Казахстане.

Тема 7: Энергоэффективные и энергосберегающие технологии и оборудования в производственной сфере и быту

Цель: изучить основные принципы энергосбережения для сфер производства и коммунально бытового сектора.

План:

1. Мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности на предприятиях производств;

2. Мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности для малого бизнеса;

3. Мероприятия по энергосбережению и повышению энергоэффективности в быту.

Мероприятия по энергосбережению на предприятиях

Для получения экономических результатов предприятию рекомендуются следующие мероприятия:

- проведение энергоаудита – работ, в ходе которых проводится обследование предприятия на факт потребления электричества;
- ведение дополнительного учета потребляемых энергоресурсов;
- проведение работ по развитию уровня техобслуживания оборудования;
- усовершенствование технологических работ и тех, которые требуют малого потребления электроэнергии;
- замена оборудования на более энергоемкое, внедрение в процесс усовершенствованных технологий.

Такой перечень работ установлен законодательством и проводится согласно приросту капиталовложений и периода для проведения указанных мероприятий.

Проверка энергосбережения предприятия на количественное потребление электроэнергии проводится для того, чтобы определить работы, которые необходимо провести для получения сведений об энергоемкости данного предприятия.

Обычно выполнение таких работ позволяет сэкономить около 10% электричества.

Методы сбережения электроэнергии

Основные методы сбережения электроэнергии при использовании усовершенствованных систем энергоснабжения:

1. Проведение специальных мероприятий по технической организации предприятия;
2. Детальное рассмотрение финансовой ситуации по обеспечению настоящей программы энергосбережения;
3. Разработка рациональных схем по электроснабжению, в которых будут учтены параметры действующих энергоносителей;
4. Проведение автоматизации установок по энергоснабжению предприятия;
5. Контролирование изменения параметров ресурсов по энергоснабжению, учитывая тот факт, что любые перемены в давлении, влажности, температуре влияют на качество производимого продукта и могут привести к повышенному потреблению электричества.

Следует уделить особое внимание финансовой заинтересованности работников в участии в этой программе, обеспечить персонал денежным вознаграждением за выполнение условий программы по энергосбережению.

Целью проведения такой программы, кроме сбережения электроэнергии, служит ее модернизация и усовершенствование использования энергии.

Действия для сокращения использования электроэнергии на предприятиях

К основным шагам, выполняемым с целью проведения программы по энергосбережению, относятся:

- выбор необходимого носителя энергии;
- улучшение качества производимого продукта как следствие применения новых технологий;
- выделение времени для внедрения нового оборудования в производство;
- полученный экономичный эффект после проведенных работ.

Все расходы, которые возникли при усовершенствовании оборудования и внедрении в производство энергосберегающих элементов, должны быть покрыты из личного фонда предприятия.

К основным действиям относятся:

- проведение организационно-технических мероприятий;
- замена оборудования, его модернизация как способ повышения качества энерготехнологических параметров;
- внедрение в производство нового модернизированного оборудования;
- более частое применение вторичных энергетических ресурсов.

Примеры сбережения электроэнергии на производстве

Одним из вариантов экономии электричества является применение электропечей сопротивления.

Электропечи подразделяются на три группы:

- температурные – для обработки материалов с высокой температурой плавления (металл, стекло);
- печи, используемые в работе с активными металлами, сплавами и цветными легкоплавкими металлами;
- печи, которые применяются для сушки окрашенных поверхностей, металлокерамических изделий

Меры энергосбережения для малого бизнеса

Меры энергосбережения для малого бизнеса те же, что и для населения, но смещаются акценты.

Эффективное использование энергоресурсов, в первую очередь, предполагают жесткий контроль за их потреблением с помощью современных систем учета, которые позволяют:

- применять дифференцированный учет по зонам суток (экономия до 18%);
- автоматизировать коммерческий учёт электроэнергии — АСКУЭ (а если это необходимо и других ресурсов: тепловой энергии, воды, газа и т.п.);
- осуществлять технический учет.

Если организация досконально знает структуру потребления своих ресурсов, то может понять, где возможно сэкономить, как сместить график производства и т.п.

Вторая составляющая — внедрение энергосберегающих технологий:

- использование энергосберегающего освещения, которое достигается за счет использования энергоэффективного оборудования:

- использование ламп с высоким КПД от потребляемой энергии (КЛЛ, светодиодных, Дуговых Натриевых Трубчатых в цилиндрической колбе, металлогалогенных и др.) экономит 20-80% энергии;

- применение пускорегулирующих аппаратов, регулирующих режим зажигания и стабилизации тока разряда люминесцентных ламп (ЭПРА) позволяет экономить до 30%;

- светотехнической арматуры (эффективные отражатели) экономит до 15% энергии;

- автоматическое управление освещением с помощью датчиков движения и освещенности или реле времени обеспечивают экономию 30-80% энергии;

- устройство зонального и локального освещения экономит до 50% энергии;

- применение архитектурных решений, предусматривающих максимальное использование естественного света (на стадии проектирования) значительно влияет на сбережение энергии, потребляемой на освещение.

- использование энергосберегающего электроотопления (там, где нет возможности использовать централизованное водяное отопление):

- применение тепловых аккумуляторов на производстве позволяет экономить 70-80% денежных средств, хотя при этом не экономит электроэнергию;

- применение инфракрасных излучателей в помещениях большого объема (ангары, гаражи и т.д.) для локального обогрева рабочих мест экономит 20-30% энергии.

- применение автоматических систем управления электроприводом двигателей (преобразователи частоты, контроллеры-оптимизаторы, софтстартеры) экономит до 10-50%;

В целом применение энергоэффективного технологического оборудования экономит от 10 до 80% энергии, например:

электроплиты, с применением:

- электронагревателей плавного регулирования;

- контроллерной системы управления;

- индукционного нагрева, принудительной конвекции;

- автоматики регулирующей температуру нагрева, отключение;

- холодильное оборудование, с применением:

- регулируемые винтовые компрессоры;

- контроллерная система управления;

- термостаты с индикацией и точным выставлением температуры;
- эффективная теплоизоляция;
- применение сигнальной автоматики.

Для эффективного использования тепловой энергии при применении централизованного водяного отопления возможно использование следующих энергосберегающих технологий:

- применение автоматического регулирования отпуска тепла в системе теплоснабжения;
- установка системы пофасадного регулирования;
- установка термостатических регуляторов на приборах отопления;
- установка термоотражающих экранов за приборами отопления;
- теплоизоляция трубопроводов системы отопления и горячего водоснабжения.

Мероприятия по энергосбережению в быту.

С каждым годом на бытовые нужды расходуется всё большая доля электроэнергии, газа, тепла, воды; в огромных масштабах растёт применение бытовой электрифицированной техники, идет естественный износ жилищного фонда. Сегодня потребление энергии является одним из важнейших не только экономических, но и социальных показателей, во многом предопределяющих уровень жизни людей.

Но что же делать, чтобы снизить потребление. Увы, снижение потребления энергии в бытовом секторе остановить невозможно, все, что мы можем, это лишь замедлить темпы его роста. И тут самая сложная проблема – начать с себя. Нужно научиться соблюдать элементарные правила культуры энергопотребления. Как показывает практика, за счет энергосбережения можно сэкономить до половины оплаты коммунальных услуг. Поэтому мы подготовили некоторые способы энергосбережения в быту:

Главный энергетический ресурс в жилищном хозяйстве – тепло, и поэтому мы начнем с мер по ее экономии

1. Заделка щелей в оконных рамах и дверных проемах;
2. Уплотнение притвора окон и дверей;
3. Установка окон с многокамерными стеклопакетами;
4. Установка теплоотражающего экрана (или алюминиевой фольги) на стену за радиатор отопления;
5. Замена чугунных радиаторов на алюминиевые (желательно с вентилями-термостатами);
6. Установка второй двери в подъездах.

Если вы живете в многоквартирном доме, то обязательно нужно уточнить у управляющей компании, установлены ли у вас в доме прибор учета тепла и автоматическая система регулирования теплопотребления. Не лишним будет сделать тепловизионную съемку дома для утепления фасадов и стен.

Экономия электрической энергии в быту.

1. Замените обычные лампы накаливания на светодиодные аналоги;
2. Применяйте местные светильники, когда нет необходимости в общем освещении;
3. Возьмите за правило, выходя из комнаты гасить свет.
4. Раз и навсегда разберитесь с классами энергоэффективности бытовых приборов. Применяйте технику класса энергоэффективности не ниже «А» (желательно «А+», «А++» и «А+++»);
5. Отключайте устройства, длительное время находящиеся в режиме ожидания;
6. Кипятите в электрическом чайнике столько воды, сколько хотите использовать;
7. Устанавливайте холодильники в затемнённом и прохладном месте;
8. Электрическая плита самый энергоемкий прибор в быту. Нужно следить, чтобы бы конфорки не были деформированы и плотно прилегали к днищу нагреваемой посуды, включать плиту нужно именно в момент готовки, а выключать чуть раньше, чем будет готова пища.

Если вы живете в многоквартирном доме, нужно добиться установки датчиков движения и светодиодных ламп на лестничных площадках и в подвалах. В целом вполне реально сократить потребление электроэнергии на 40-50% без снижения качества жизни и ущерба для привычек.

Для сведения хотели бы отметить, что электрическая плита потребляет порядка 1000 кВт*час в год, холодильник – 400 кВт*час, телевизор – 250 кВт*час, стиральная машина – 200 кВт*час и т.д.

Хотя и газ является более экологически чистым энергетическим ресурсом, ее запасы не безграничны. Поэтому, меры по экономии газа также актуальны.

1. Пламя горелки не должно выходить за пределы дна кастрюли, сковороды, чайника;
2. Деформированное дно посуды приводит к перерасходу газа до 50%;
3. Посуда, в которой готовится пища, должна быть чистой и не пригоревшей;
4. Дверца духовки должна плотно прилегать к корпусу плиты и не выпускать раскаленный воздух;
5. В некоторых случаях, экономия горячей воды также дает снижению потребления газа.

В целом, просто экономное использование газа дает сокращение его потребления в 2 раза.

Еще одним незаметным ресурсом в быту является вода. На сегодняшний день стоимость одного кубического метра холодной воды не так уж и велика. В результате у многих создается ошибочное впечатление, что экономить воду не имеет никакого смысла, но ведь речь идет о питьевой воде, запасы которой на планете ограничены. В масштабах планеты недостаток питьевой воды является настоящей проблемой, требующей незамедлительного решения. Поэтому

рациональное расходование воды следует рассматривать как порядочное поведение по отношению к природным ресурсам. К тому же, экономия горячей и холодной воды помогает дополнительно снизить потребление электрической энергии расходуемой для обеспечения системы водоснабжения. Поэтому мы ниже представили основные меры по экономии воды.

1. Установите счетчики расхода воды;
2. Не оставляйте кран постоянно включенным, когда в этом нет необходимости (при чистке зубов, при умывании и принятии душа, при мойке посуды и т.д.);
3. Устанавливайте рычажные переключатели на смесители вместо поворотных кранов;
4. Не включайте воду полной струей. В большинстве случаев вполне достаточно небольшой струи;
5. На принятие душа уходит в 10 раз меньше воды, чем на принятие ванны;
6. Существенная экономия воды получается при применении двухкнопочных сливных бачков.
7. Установите посудомоечную машину и запускайте её чаще всего в режиме, который экономит воду и энергию, ручное мытьё значительно увеличивает расход воды;
8. Не пользуйтесь водой для размораживания мясных продуктов.

В заключении хотелось бы отметить, что мы сами создаем атмосферу комфорта вокруг себя, ведь все предлагаемые выше меры улучшают условия жизни и пребывания в доме, а также создают комфорт и тепло. Мы начинаем вести энергоэффективный образ жизни, но главное быть постоянным, сделать энергосбережение неотъемлемой частью жизни.

Контрольные вопросы:

1. Характеристика мероприятия по энергосбережению на предприятиях?
2. Характеристика мероприятия по энергосбережению в быту.
3. Дайте характеристику мероприятий по энергосбережению для частного малого бизнеса.

Тема 8: Основы ресурсосбережения

Цель: изучить основные принципы ресурсосбережения для промышленных предприятий и аграрного сектора.

План:

1. Введение. Основные определения;
2. Структура мирового производства энергоресурсов;
3. Прогнозы мировой добычи нефти;

В наше время проблема сохранения ресурсов и охраны окружающей среды становится все более актуальной. Энерго- и ресурсосберегающие технологии позволяют снизить потребление электричества, воды, газа, нефтепродуктов и других ресурсов, а также сократить выбросы вредных веществ в атмосферу.

А. Определение понятий "энерго- и ресурсосберегающие технологии"

Энерго- и ресурсосберегающие технологии - это комплекс мероприятий, направленных на уменьшение потребления энергии и ресурсов при выполнении различных функций.

В. Значение энерго- и ресурсосберегающих технологий

Использование энерго- и ресурсосберегающих технологий позволяет снизить затраты на производство и эксплуатацию техники, увеличить ее срок службы, сократить негативное воздействие на окружающую среду и повысить качество жизни людей.

С. Что такое ресурсосбережение?

Ресурсосбережение - это сокращение потребления воды, газа, нефтепродуктов и других ресурсов при выполнении различных функций.

Д. Методы ресурсосбережения в различных сферах деятельности

В быту можно сократить потребление воды, используя водонагреватели с классом энергоэффективности А, установив вентиляционные системы с рекуперацией тепла и регулирующие клапаны на радиаторах, а также экономичные смесители.

В промышленности можно использовать технологии переработки отходов, оборудование для очистки сточных вод, а также оптимизировать процессы производства, используя более эффективные материалы и оборудование.

В сельском хозяйстве можно применять методы интегрированной защиты растений, которые позволяют сократить потребление пестицидов и удобрений, а также использовать технологии оросительного земледелия, которые позволяют экономить воду.

Технологии энерго- и ресурсосбережения

А. Примеры энерго- и ресурсосберегающих технологий

Примеры энергосберегающих технологий:

- LED-освещение
- Солнечные батареи
- Ветрогенераторы
- Автомобили на электричестве
- Энергоэффективные тепловые насосы

Примеры ресурсосберегающих технологий:

- Технологии повторной переработки отходов
- Системы очистки сточных вод
- Интегрированная защита растений
- Технологии оросительного земледелия

- Экологически чистые материалы для производства

В. Их принцип работы и эффективность

Принцип работы энерго- и ресурсосберегающих технологий заключается в уменьшении потребления ресурсов при выполнении определенной функции. Например, LED-освещение использует меньше энергии, чем обычные лампы, а технология оросительного земледелия позволяет поливать растения только в необходимом количестве.

Эффективность таких технологий зависит от ряда факторов, таких как условия эксплуатации, правильная настройка и обслуживание оборудования, а также корректное использование пользователем.

Перспективы развития энерго- и ресурсосберегающих технологий

А. Новые технологии и методы

Научно-технический прогресс не стоит на месте, и постоянно появляются новые энерго- и ресурсосберегающие технологии. Например, в последнее время все более популярными становятся технологии "умных домов", которые позволяют автоматически контролировать и оптимизировать потребление энергии и ресурсов.

В. Потенциал для увеличения эффективности и экономии ресурсов

Существует огромный потенциал для увеличения эффективности и экономии ресурсов в различных сферах деятельности. Например, использование эффективных систем освещения в офисах и торговых центрах может сократить расходы на электричество на несколько десятков процентов.

Структура мирового производства энергоресурсов

В таблице 11 приведены данные по энергетическим ресурсам, из которых видно, что на долю углеводородов нефти и газа, как источников энергии, приходится более половины (63%) всех добытых и выработанных энергоресурсов, а доля органических видов топлива в энергетическом балансе превышает 87%. Из таблицы 11 следует также, что экономия 1% энергоресурсов эквивалентна почти 97 млн. т. топлива.

Более 80% энергетических ресурсов приходится на природные ископаемые, в том числе углеводородные. Поскольку более 90% нефти и газа используются как топливо, то развитие технологий энерго- и ресурсосбережения углеводородного сырья является весьма актуальной задачей на сегодняшний день в мировом масштабе.

Еще 40 лет назад человечество потребляло только половину той энергии, которую потребляет сегодня!

К сожалению, распределение энергии между странами Севера и Юга, между богатыми и бедными очень неравномерно. На одной чаше весов – такие густонаселенные бедные страны, как Индия, Индонезия или Бангладеш, на другой – богатые малонаселенные европейские страны с холодным климатом. Малое потребление энергии слаборазвитыми странами нельзя считать экономией. Это результат долгового кризиса и отсутствия современных технологий получения энергии в этих странах. Не решив свои экономические проблемы, они никогда не

смогут приблизить свой уровень жизни к тому, который существует в Европе.

Таблица 11 - Мировое производство энергии

Виды энергии	Годы						
	1996	1997	1998	1999	2000	2010	2020
Природный газ, млрд. м ³	2235	2239	2290	2352	2436	2493	2528
Нефть и газовый конденсат, млн.т	3373	3470	3539	3462	3601	3581	3557
Уголь, млн. т	2306	2309	2259	2139	2130	2239	2379
Энергия атомных электростанций*	545	541	551	571	585	601	611
Энергия гидро- электростанций*	580	587	596	601	616	585	592

** млн. т нефтяного эквивалента*

Прогнозы мировой добычи нефти

Прогнозы мировой добычи нефти зависят от множества факторов, часть из которых взаимосвязана и взаимозависима.

Перечислим некоторые из них:

1. Величина и качество установленных и дополнительно предполагаемых запасов нефти; в частности: запасов нефтей сверхтяжелых, находящихся в арктических зонах, в фундаменте и т. п.
2. Улучшение техники и технологии разведки, бурения, добычи нефти, разработки нефтяных месторождений, переработки нефти и ее транспорта.
3. Изменения цен на нефть, другие энергоносители и на создание более совершенной инфраструктуры.
4. Состояния общей экономики.
5. Изменения потребления и спроса на нефть.
6. Развитие политики энергосбережения.
7. Замена нефти на газ, уголь, жидкие продукты переработки угля при энергетическом и технологическом использовании.
8. Использование таких альтернативных видов энергии, как атомная, термоядерная, помимо широко известных более простых.

Для обоснования взаимосвязи и взаимозависимости многих из перечисленных факторов можно привести хотя бы такие примеры: с ростом цен на нефть становится более рентабельной разработка месторождений со

сверхтяжелыми нефтями (запасы которых очень велики), внедрение новейших методов увеличения нефтеизвлечения, замена нефти на жидкие продукты из угля.

Улучшение способов переработки нефти, обеспечивающих более высокий уровень выхода светлых продуктов, снижает потребности в высоких уровнях нефтедобычи; на это же влияют и результаты развития политики энергоснабжения и т. п.

Среди перечисленных в данном подпункте факторов, необходимых для прогнозирования нефтедобычи, было упомянуто развитие энергосбережения. В следующем подпункте приведем один из конкретных примеров развития политики энергосбережения, очень четко демонстрирующий результативность такой политики.

Пример результативности развития политики энергосбережения

Приведем очень яркий пример результативности политики энергосбережения.

Результаты этой политики, проводившейся в США в течение 40 лет – с 1960 по 2000 гг. – отражены в таблице 12. В таблице сопоставлены темпы роста валового внутреннего продукта в долларовом эквиваленте с темпами роста в США потребления как всей энергии, так и потребления только нефтяной энергии по годам.

В табл. 12 приняты такие обозначения: **GDP** – величина валового внутреннего продукта (Гросс Доместик Продакт) в долларовом исчислении (по курсу доллара в 1992 г.); **BTU** – Бритиш Термал Юнит. Табл. 1.3 воспроизводит в сокращенной форме (т. е. используются данные не за все годы и не приводятся данные об использовании газа) таблицу, помещенную в журнале [Oil & Gas J. January 31, 2000. - № 5. - Vol. 98. - P. 54.].

Анализируя таблицу, сразу обнаруживаем, что с годами интенсивно возрастала величина внутренней валовой продукции в долларовом исчислении – см. столбец 2. Естественно, что возрастало потребление энергии всей и нефтяной – см. столбцы 3 и 5. Но, что особенно важно, непрерывно убывало потребление энергии всей и нефтяной на единицу производимого валового продукта – см. столбцы 4 и 6.

Действительно, при росте с 1960 по 2020 гг. величины **GDP** (см. столбец 2) в 3,56 раза, величина потребления всей энергии (см. столбец 3) выросла только в 2,09 раза, а величина потребления нефтяной энергии (см. столбец 5) выросла только в 1,60 раза.

Соответственно, за тот же срок потребление на единицу **GDP** всей энергии уменьшилось в 1,70 раза, а нефтяной энергии – в 1,85 раза.

Таблица 12- Сопоставление темпов роста по годам валовой продукции в долларовом эквиваленте с темпами роста потребляемой в США всей энергии и энергии нефтяной

Годы	GDP, млрд. долл. 1992 г.	Потребление энергии, трлн. BTU	Потребление энергии на единицу GDP, долл., 1992 г., тыс. BTU	Потребление нефтяной энергии, трлн. BTU	Потребление нефтяной энергии на единицу GDP, долл., 1992 г., тыс. BTU
1960	2.262	44.569	19,7	20.067	8,9
1980	4.615	76.955	16,5	34.202	8,4
1990	6.136	81.287	13,2	33.553	5,5
1999	7.837	92.000	11,7	37.720	4,8
2000	8.048	93.000	11,6	38.240	4,8

Следует, конечно, ожидать, что столь важный процесс энергосбережения должен будет охватывать (в той или иной степени и в те или иные сроки) все большее количество стран. При прогнозировании мировой нефтедобычи с этим надо считаться, о чем упоминалось в предыдущем параграфе.

Контрольные вопросы:

- 1 . Ресурсосбережения и энергоэффективность их виды и отношения.
2. Источники ресурсосбережения и энергоэффективности.
3. Основные исторические этапы развития энергосбережения и энергоэффективности в Казахстане и зарубежных странах.
4. Понятие и принципы ресурсосбережения.

Тема 9: Утилизация и переработка отходов металлургии

Цель: изучить основные принципы утилизации и переработки отходов металлургических производств.

План:

1. Отходы металлургии Казахстана;
2. Основные методы утилизации и переработки;
3. Альтернативные методы утилизации и переработки.

В процессе обогащения и выплавки металлов образуются отходы, утилизация которых сегодня стала одной из актуальнейших тем охраны окружающей среды. Причина этому в том, что в отходах металлургии содержатся в большом количестве токсические химические вещества. Потому, тонны отходов металлургического производства, количество которых исчисляется миллиардами, являются немалой экологической проблемой для Казахстана.

В Казахстане ежегодно добывается более 1,53 млрд. т твердых полезных ископаемых, из них третья часть (534 млн. т) - для металлургии. Однако из этого количества в конечную продукцию превращается немногим более 4-8%, а остальное вывозится в отвалы в виде пород вскрыши, хвостов обогащения и металлургических шлаков, все больше накапливаясь там и занимая значительные территории. Причем большая часть отходов (57,6%) приходится на цветную и черную металлургию (соответственно 38,9 и 23,7%). В угольной промышленности отходы достигли 1,8 млрд. т, или 12%, в энергетике (золошлак) - 1,2, в фосфорной промышленности - 2,3% от общего количества в республике. Уровень вовлечения отходов в народнохозяйственный оборот незначительный, а именно: в черной металлургии - 3,3%, угольной промышленности - 5,2%, цветной металлургии - 5,6%. По ориентировочным расчетам, за счет комплексного использования добываемого сырья промышленность могла бы получать на действующих предприятиях горной индустрии на 25-30% больше продукции, чем сейчас. Промышленные отходы находятся в местах концентрированного строительства, не требуют средств на геологическую разведку, а также на транспортировку к месту переработки. С учетом затрат на создание и хранение отвалов, рекультивацию земель и других мер по охране окружающей среды дополнительно полученная продукция обошлась бы народному хозяйству в 2-4 раза дешевле, чем при использовании специально добываемого сырья.

Анализ фактического состояния в области утилизации отходов показывает, что твердые отходы цветной металлургии используются пока неудовлетворительно. Между тем установлено, что отходы горного производства в цветной металлургии в основном состоят из осадочных пород - песчаников, алевролитов и аргиллитов, песков и суглинков, песчано-гравийных и глинистых пород. Реже встречаются известняки и породы вулканического происхождения диабазы и базальты. Поэтому, как и в случае предприятий черной металлургии, они с большим успехом могут быть использованы в стройиндустрии, химической промышленности и др. В отдельных случаях бедные руды используются как промышленное сырье для переработки с учетом технического прогресса в соответствующих отраслях промышленности. Может быть организовано также извлечение ценных компонентов из отвальных пород, не учтенных в свое время

геологической службой. Что касается отходов обогащенного производства, то в хвостохранилищах обогащенных фабрик цветной металлургии Казахстана накоплено около 2,5 млрд. т флотационных хвостов и шламов, которые подразделяются на лежащие хвосты, находящиеся на хранении в хвостохранилищах и хвосты текущей переработки, поступающие непосредственно после технологического процесса. Одним из наиболее перспективных направлений их использования следует считать утилизацию отходов в закладку. Дело в том, что при подземной разработке полезных ископаемых с закладкой выработанного пространства достигаются хорошие результаты по их полному и качественному извлечению из недр, по устранению негативных влияний горных работ на дневную поверхность. Кроме того, при этой системе появляется возможность безопасной разработки пожароопасных и обводненных месторождений, а также совместной разработки полезных ископаемых открытым и подземным способами. Сейчас на предприятиях цветной металлургии имеется около 362,8 млн. т отвальных хвостов, не представляющих потенциальной ценности. Представляется перспективным использование промышленных отходов, не имеющих ценных компонентов, в производстве строительных материалов. Такое направление может быть самым кардинальным в создании мало- и безотходных технологических схем и процессов. Сырье для производства стройматериалов должно быть массовым, дешевым и пригодным для производства широкого ассортимента изделий. Такими качествами обладает значительная часть отходов обогащения. На крупнейшем предприятии цветной металлургии Корпорации «Казахмыс», который по уровню извлечения меди (98,1%) и серы (75,3%) входит в лучшую пятерку в мировом производстве меди, проблема использования отходящих газов остается весьма актуальной. Основным загрязнителем атмосферы, является Жезказганский медеплавильный завод. Из-за диспропорции между образующимися металлургическими газами и реальной возможностью их переработки, в сернокислотном цехе значительное количество серы, свинца и рения теряется с вентиляционными газами и с неиспользуемой частью газов рудотермической печи. Важнейшей задачей в решении этой проблемы является утилизация отходящих газов металлургического производства и целесообразность строительства новых очистных и вентиляционных установок.

Отходы производства цветных металлов

В ходе производства цветных металлов образуются отходы, представляющие более серьезную проблему для экологии, нежели отходы черной металлургии. Причина этой проблемы в содержании в таких отходах соединений тяжелых металлов, наиболее токсичными из которых являются ртуть, свинец и кадмий. Основная опасность тяжелых металлов не в их способности вызывать острые отравления, а в том, что они плохо выводятся из человеческого организма. Регулярное попадание в организм тяжелых металлов с водой, пищей и воздухом ведет к их постепенному накоплению в организме, что приводит к тяжелым поражениям жизненно-важных органов и нервной системы, а также отрицательно

влияет на наследственность.

Для оценки загрязненности природной среды тяжелыми металлами используется такой показатель, как предельно допустимая концентрация или ПДК. Когда содержание токсичных металлов в почве, воде и атмосфере местности превышает ПДК, здоровье людей, на ней проживающих, оказывается под угрозой.

Таблица 13 - ПДК токсичных металлов

Металл	Воздух, мг/м ³	Вода, применяемая в хозяйстве, мг/л	Почва, мг/кг
Свинец	0,003	0,03	6,0
Кадмий	0,003	0,001	2,0
Медь	0,001	1,0	3,0
Цинк	0,050	1,0	23,0
Ртуть	0,003	0,0005	Не допустима

Тяжелые металлы различаются по силе своего токсического воздействия на человеческий организм. Потому они сведены в три класса в соответствии с данным критерием. Первый класс включает в себя самые опасные токсичные химические элементы, такие как ртуть, свинец, мышьяк, кадмий и цинк. Ко второму классу относят менее токсичные химические элементы, а именно, хром, молибден, кобальт и никель. В третий класс опасности входят марганец и ванадий.

Свинец и цинк в огромных количествах содержатся в отходах предприятий, занятых выплавкой и обогащением цветных металлов. Так, одиннадцать российских фабрик по обогащению руд цветных металлов выбрасывают с отходами 222 000 тонн свинца. В отходах свинцового производства содержится свинца 1,5 – 3,4 % и цинка 6 – 12 %. Общее же количество отходов, скопившихся на российских предприятиях данной отрасли, составляет 4 000000 тонн.

В отходах предприятий, связанных с производством цветных металлов, содержится практически полный набор тяжелых металлов. К сожалению, далеко не полная переработка таких отходов не только создает неблагоприятную экологическую обстановку, но и ведет к потерям цветных металлов и других химических элементов, имеющих важное хозяйственное значение.

В частности, ежегодное количество отходов, образующихся на уральских обогатительных фабриках, занятых переработкой руд меди и никеля, составляет 5 – 7 млн. тонн. В них содержится меди 0,2 – 0,3 %, цинка 0,3 – 0,4 %, кремния 25 – 30

%, железа более 35 %. В ходе переработки происходят потери серы 30 %, железа 50 %, серебра и золота 20 – 50 %, селена 30 %, теллура 40 %, висмута, галлия и молибдена по 60 %.

Таким образом, система утилизации отходов производства цветных металлов требует совершенствования

Переработка отходов металлургии

Пиролиз.

Пиролиз представляет собой термический процесс, в ходе которого отходы подвергаются высокой температуре без доступа кислорода. В результате происходит разложение органических компонентов отходов, что позволяет получить топливо или сырье для производства других продуктов. Пиролиз может применяться для переработки угля, пластика, резины и других материалов, содержащих органические компоненты.

Гидрометаллургическая обработка.

Она предполагает использование химических реакций для извлечения ценных металлов из отходов. Гидрометаллургическая обработка может применяться для переработки руд, концентратов и других материалов, содержащих металлы.

Однако переработка отходов металлургического производства не всегда является эффективным методом утилизации. Например, некоторые отходы, такие как шламы или золы, содержат большое количество тяжелых металлов и других вредных веществ, что затрудняет их переработку. В таких случаях эти отходы могут быть использованы в других целях, например, в строительстве или для производства цемента.

Помимо переработки, существуют и другие современные технологии, которые могут применяться для утилизации отходов металлургического производства. Например, химическая очистка может быть использована для удаления вредных веществ из отходов. Этот метод предполагает применение химических реакций для нейтрализации токсичных веществ и образования более безопасных соединений.

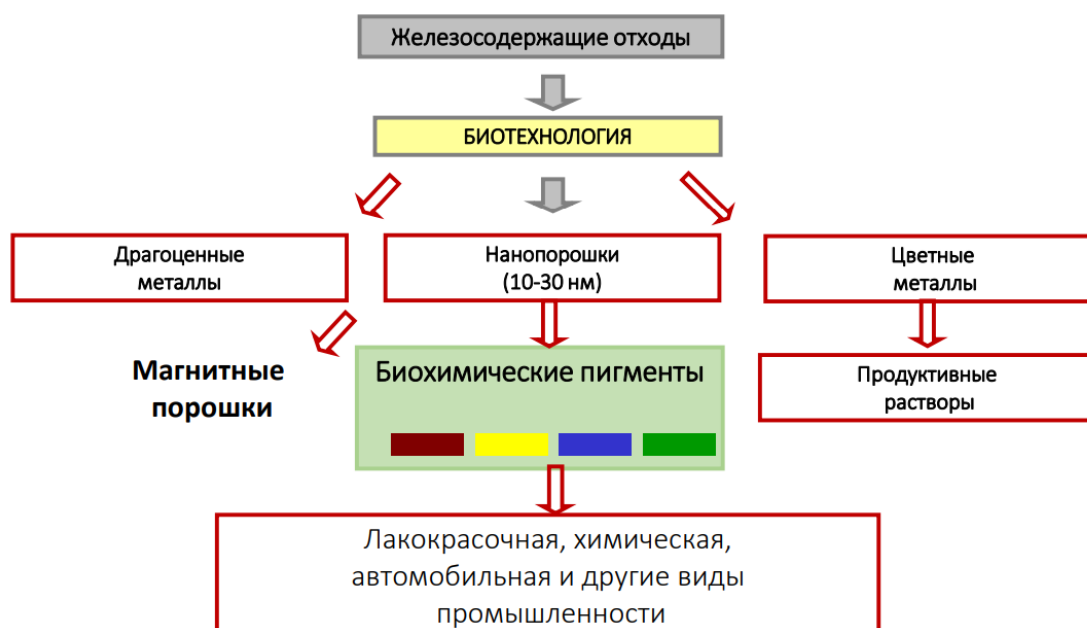
Биологическая очистка.

Она предполагает использование микроорганизмов для разложения органических веществ в отходах. Биологическая очистка (рисунок 12) может быть эффективным методом очистки отходов от органических загрязнителей, таких как нефтепродукты или органические растворители.

Кроме того, существуют и инновационные методы утилизации отходов металлургического производства, которые включают применение новейших технологий, таких как **наноматериалы и нанотехнологии**. Например, нанотехнологии могут быть использованы для обработки отходов и получения ценных материалов из них, таких как наночастицы металлов или полупроводники.

Несмотря на то, что современные технологии для утилизации отходов металлургического производства предлагают множество преимуществ, их

внедрение может сталкиваться с определенными препятствиями. Например, высокие затраты на оборудование и технологические процессы могут быть препятствием для использования некоторых технологий. Кроме того, необходимость в разработке новых методов переработки и очистки отходов также может быть вызовом для предприятий.



5

Рисунок 12 – Структурная схема утилизации отходов металлургического и горнопромышленного производства путём биовыщелачивания с получением новых материалов

Тем не менее, развитие современных технологий для утилизации отходов металлургического производства является важным направлением исследований и разработок. Они позволяют не только снизить вредное воздействие промышленных процессов на окружающую среду, но и получить ценные ресурсы из отходов. Поэтому дальнейшее развитие и внедрение этих технологий могут привести к устойчивому развитию металлургической отрасли и сокращению негативного влияния на окружающую среду. На рисунке 13 показаны современные способы утилизации и переработки отходов металлургии.

Черная металлургия	Цветная металлургия
 Производство щебня - быстрое изнашивание оборудования - повышенная влажность продукта	 Окислительный обжиг - малая эффективность - загрязнение окружающей среды - ограничение в применении
 Производство литых изделий - быстрое изнашивание оборудования - загрязнение окружающей среды	 Электротермическая переработка - Не полная переработка шлака - Загрязнение окружающей среды
 Грануляция - загрязнение окружающей среды - повышенная влажность продукта - несовершенство систем оборотного водоснабжения	 Автоклавный метод - особые условия проведения - технически сложный процесс - высокие кап. и экспл. затраты

Рисунок 16 –Альтернативные способы переработки отходов металлургии

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте отходы металлургии Казахстана
2. Предельно допустимая концентрация токсичных металлов.
3. Основные способы утилизации и переработки отходов металлургии.
4. Назовите современные альтернативные способы утилизации и переработки отходов металлургии.

Тема 10: Современные способы очистки сточных вод

Цель: изучить основные принципы современной очистки сточных вод для их последующего использования в хозяйственных целях.

План:

1. Экологические проблемы сточных вод;
2. Основные методы очистки сточных вод;
3. Сравнительные характеристики.

В последние годы проблема сточных вод приобретает все большую остроту и актуальность во всем мире, в том числе и в Казахстане. В процессе хозяйственной деятельности современное общество потребляет немалое количество воды, большая часть которой в результате становится загрязненной самыми различными веществами. При их попадании в окружающую среду экологии наносится огромный ущерб, и поэтому они подлежат обязательной очистке. Чтобы ее обеспечить, необходимо использовать специальное

оборудование и технологические комплексы, с помощью которых достигаются установленные нормативы загрязнения стоков, определенные соответствующих документах.

По данным Казгидромет, объем сточных вод, сбрасываемых в природные поверхностные воды Казахстана в 2022 году, сократился на 9,1 % за год и составил 34232,32 млн м³. За десятилетний период сокращения сброса произошло на 30,4 %. Динамика снижения показателя неравномерна: в начале рассматриваемого периода объемы сокращались на 2,2–5,7 % в год, после 2014 года среднегодовое снижение составляло около 2–3 %, при этом после 2017 года фиксируется снижение каждый год примерно на 6–9 % (рисунок 17.) [1].

Источником многих экологических проблем, связанных с утилизацией сточных вод, являются промышленные предприятия. Технологические процессы производства практически всех отраслей предполагают образование стоков, загрязненных самыми различными веществами. На сегодняшний день промышленное загрязнение сточных вод является одной из самых существенных угроз экологическому состоянию.

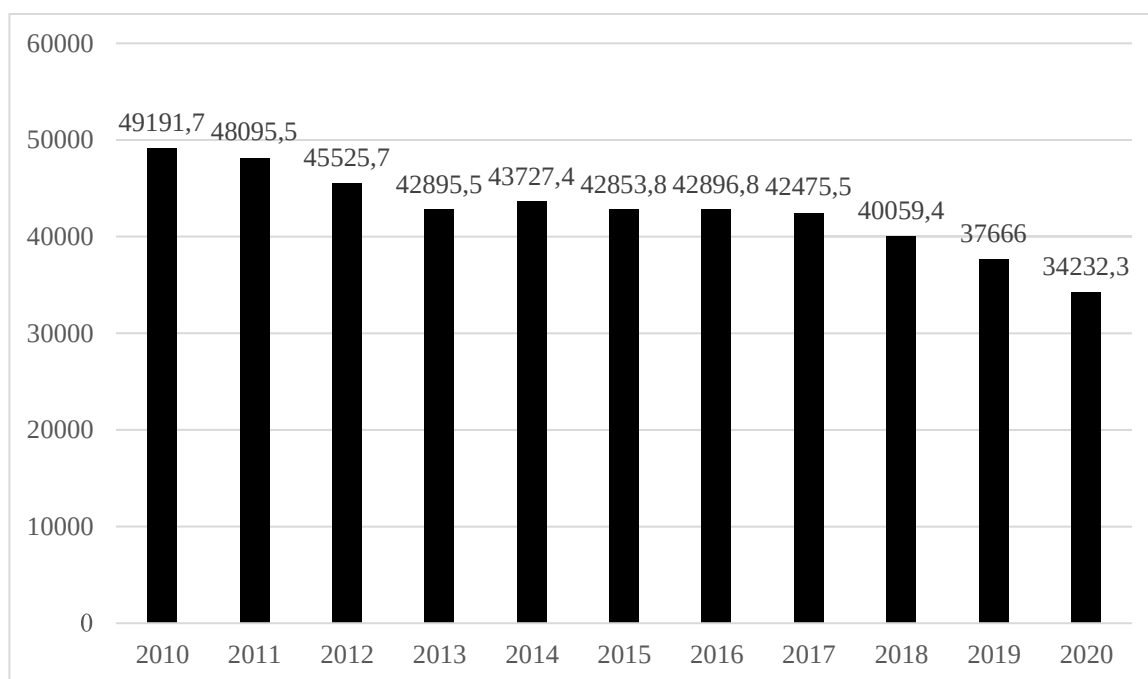


Рисунок 17 - Динамика объема сточных вод, сбрасываемых в природные поверхностные воды Казахстана за период с 2010 по 2020 год, млн м³

Антропогенные факторы загрязнения сточных вод достаточно разнообразны и приводят к наличию в них механических, химических и биологических примесей. Как правило, они содержатся в стоках комплексно, в различных

концентрациях, что существенно усложняет решение проблемы очистки сточных вод.

Промышленные предприятия, согласно действующему законодательству, должны в обязательном порядке использовать очистные сооружения, позволяющие нейтрализовать негативное влияние стоков, однако это требование, к сожалению, далеко не всегда выполняется в полном объеме.

Показатели загрязнений сбросов промышленных объектов зачастую существенно превышают установленные нормативы. Это в большинстве случаев, как показывает практика, вызвано тем, что используются устаревшие морально, и физически, очистные сооружения, которые подлежат реконструкции и модернизации.

В разрезе видов экономической деятельности наибольший объем сброса сточных вод в водоемы регистрируется по виду деятельности «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха». В 2020 году данный показатель был равен 17025,8 млн м³, 2019 году он составил 19270,99 млн м³ (сокращение сброса составило 11,6 %). Текущий показатель составляет 49,7 % от общего объема сброса сточных вод в Казахстане (таблица 1).

Второе место по объему сброса сточных вод занимает вид деятельности «Водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений» □ 26,8 % от общего объема сброса. Значительные объемы водоотведения зафиксированы по виду деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство». В целом наблюдается процесс постепенного снижения объемов сброса сточных вод [1].

Таблица 14 - Объем сбрасываемых сточных вод в водоемы по видам экономической деятельности в 2019–2020 годах

Вид деятельности	Объем в 2019 г., млн м ³	Объем 2020 г., млн м ³	Сокращение сброса, %
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	19270,99	17025,88	11
Водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	9264,25	9179,98	0,9
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	4407,52	3313,43	24,8
Обрабатывающие производства	2747,64	2702,03	1,6
Добыча полезных ископаемых	1356,04	1382,42	-1,9

На сегодняшний день промышленные предприятия находятся в поиске

технологий, позволяющих снизить нагрузку на окружающую среду и улучшить качество сточных вод.

В соответствии с нормативными документами «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» [2] можно выделить следующие основные технологические подходы и методы, направленные на очистку производственных сточных вод:

1) безреагентные:

- методы физико-механической обработки (процеживание, отстаивание, гидроциклонирование, центрифугирование);
- флотационные методы очистки воды (фильтрование, магнитная сепарация);

2) физико-химические методы:

- регенеративные методы очистки сточных вод (адсорбция, ионный обмен, дегазация, мембранные методы, электродиализ, ректификация, кристаллизация, экстракция);
- деструктивные методы очистки сточных вод (нейтрализация, химическое осаждение, окислительные и восстановительные методы);
- коагуляция, флокуляция (подготовка сточных вод к очистке);

3) биологическая очистка сточных вод;

4) обеззараживание сточных вод;

5) обезвоживание осадков сточных вод.

Характеристика основных методов очистки сточных вод представлена в таблице 15.

Законодательные требования к сбросу сточных вод меняются, как и требования заказчиков промышленных предприятий к качеству воды. Компании все чаще ищут способы для рециркуляции или повторного использования воды. Таким образом, растет спрос на энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии. Кроме того, глобальные проблемы, такие как ограниченные запасы воды и климатические изменения, требуют новых технологий для будущего.

Таблица 15 - Методы очистки сточных вод [3]

Метод очистки	Недостатки	Преимущества
Механический	1. Степень очищения от органических, минеральных и большинства химических примесей низкая. 2. Использование химических	1. Применяется в качестве предварительной фильтрации стоков. 2. Позволяет извлекать некоторые химические соединения для их повторного

	реактивов.	использования в промышленности. 3. Метод актуален для предприятий химической, металлургической, нефтеперерабатывающей, газовой сферы.
Физико-химический	1. Высокая себестоимость метода. 2. При реализации дешевых способов (коагуляция, флокуляция) образуется много побочных продуктов и требуется доочистка воды. 3. Большие затраты энергии.	1. Используют для удаления из сточной воды тонкодисперсных взвешенных частиц (твердых и жидких), трудноудаляемых минеральных и органических веществ. 2. Более 20 физико-химических методов. 3. Автоматизированный процесс. 4. Очистка от 80–99 % загрязнений.
Биологический	1. Сложность сохранения постоянного количества биомассы бактерий. 2. Большие капитальные затраты на строительство очистных сооружений. 3. Технологический режим очистки должен строго соблюдаться. 4. Не все органические соединения подлежат переработке. Если в сточных водах есть токсические соединения, их нужно удалить, иначе биомасса погибнет.	1. Малое количество отходов. 2. Системы для биологической очистки работают автономно. 3. Стоимость реализации биотехнологий низкая. 4. Естественные реакции создают экологически чистый цикл природного использования.

Энергосбережение в Казахстане активно развивается, появляются новые технологии энергосбережения, разработаны и выявлены основные направления

энергосбережения, ведется внедрение и установка нового энергосберегающего оборудования. Мировые компании предлагают современные инновационные экологичные решения для очистки сточных вод промышленных предприятия [4], которые позволяют:

- автоматически и точно регулировать дозировку химических реагентов в соответствии с условиями эксплуатации;
- оптимизировать эффективность очистки и эксплуатационные расходы;
- сокращать объем работ по мониторингу на очистных сооружениях;
- повышать эксплуатационную надежность за счет контроля на входе и выходе при помощи поточного анализатора, а также мониторинга материальных потоков на очистных сооружениях;
- осуществлять оцифровку процесса управления промышленными сточными водами;
- использовать новые адсорбционные материалы и методы регенерации для удаления вредных микропримесей на муниципальных и промышленных очистных сооружениях;
- находить экологически безопасные способы восстановления соли и воды из промышленных сточных вод;
- изучать возможности замыкания водного цикла в индустриальных парках и другие.

Попадающие в водные объекты вредные вещества радикально меняют водную экосистему. Внедрение новых современных технологий очистки сточных вод позволяет сокращать сброс объема загрязненных сточных вод промышленных предприятий, улучшать качество сточных вод, снижать негативное воздействие на окружающую среду.

Сравнение методов очистки сточных вод представлено в таблице 16.

Таблица 16 – Достоинства и недостатки методов очистки сточных вод

Метод	Достоинства	Недостатки
Механический	• Низкие эксплуатационные затраты • Хорошая степень очистки от механических примесей • Позволяет уменьшить абразивный износ оборудования	• Убирает только нерастворимые механические примеси
Химический	• Простота эксплуатации • Возможность выделения дорогостоящих компонентов • Обезвреживание кислых и щелочных стоков, а также токсичных примесей и тяжелых металлов	• Большой расход реагентов • Дополнительное загрязнение стоков реагентами • Требуется доочистка перед повторным использованием или сбросом в водоем

		• Требует корректировки при изменении параметров стоков
Физико химический	• Большое разнообразие способов очистки • Возможность удалять нерастворенные и некоторые растворенные примеси, переводя последние в нерастворенное либо связанное состояние	• Большой расход реагентов • В случае применения сорбентов, или ионообменных смол – их высокая стоимость. • Громоздкость оборудования
Электрохимический	• Позволяют удалять растворенные примеси • Возможность извлечения металлов из концентрированных стоков	• Большие затраты электроэнергии • Не эффективен при низких концентрациях • Не достигает требований ПДК • Использование дорогостоящих электродов
Биологический	• Высокая степень очистки от органических примесей • Простота исполнения оборудования • Низкие эксплуатационные затраты	• Только от органических загрязнений • Требуется предварительная очистка от ядохимикатов и кислот
Обратный осмос	• Очистка до ПДК • Возврат очищенной воды обратно в производство • Возможность очистки от растворенных солей, в том числе солей тяжелых металлов	• Большие затраты на электроэнергию • Сложность с утилизацией концентрированных стоков, получаемых в процессе очистки. • Дефицитность и дороговизна мембран • Отсутствие селективности • Чувствительность мембран к изменению параметров стоков • Необходимость дополнительной очистки от масел и ПАВ
Термический	• Очистка до ПДК • Возможность организации замкнутого цикла без сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду • Возможность использования солей обратно в производстве	• Высокая энергоемкость • Высокие капитальные затраты

Подводя итоги, укажем, что в разделе были выделили такие загрязнители как нефтепродукты, фенолы, АПАВ, тяжелые металлы, волокно, красители, лигнин, труднорастворимые органо- и минеральные комплексы, песок, частицы

глины, фосфаты, вирусы, грибы, бактерии, гельминты.

Кроме того, дали вводную информацию по основным методам очистки сточных вод, а именно рассмотрели механический, химический, физический и биологический методы. Механический способ включает в себя использование механизированных решеток, отстаивание стоков, очистку в гидроциклонах, использование песколовков, центрифугирование, фильтрацию и микрофильтрацию. Химический способ подразумевает под собой окисление и восстановление, нейтрализацию, осаждение взвешенных веществ. При физическом методе используется магнитная и электромагнитная обработка, ультразвуковая и ультрафиолетовая обработка, ионизирующее излучение. Отдельно выделяют комбинированный метод – физико-химическую очистку стоков. Здесь применимы очистка реагентами – коагуляция и флокуляция, флотация и электрофлотация, ионный обмен, сорбция, экстракция, электролиз. Биологический и биохимический метод представлены анаэробной и аэробной очисткой, обеззараживанием сточных вод, биологическими прудами. Ну и заключительным методом является комбинированная очистка сточных вод – здесь используется гиперфильтрация, электрохимическая очистка стоков.

Указали их преимущества и недостатки.

Контрольные вопросы:

1. Что такое очистные сооружения?
2. Какие методы очистки сточных вод существуют?
3. Как очистить сточные воды от металлов?
4. Биологическая очистка сточных вод - что это?.
5. Химические методы очистки и обезвреживания сточных вод.

Тема 11: Переработка отходов ТБО

Цель: ознакомление с характеристикой и компонентами твердых бытовых отходов, а также с процессами и установками переработки твердых отходов.

План:

1. Основные сведения по ТБО (ТКО);
2. Пример зарубежного опыта управления ТБО (ТКО);
3. Способы переработки ТБО (ТКО).

Твердые бытовые отходы (ТБО) образуются в результате бытовой деятельности людей и состоят из пищевых отходов, использованной тары и упаковки, изношенной одежды и других вышедших из употребления текстильных изделий, отслуживших свой срок бытовых приборов, мебели, электро- и радиотехнических устройств.

Средний морфологический состав ТБО включает в себя следующие компоненты:

- пищевые отходы - 30....38%;
- отходы бумаги и картона - 25.....30%;
- текстильные отходы - 4... 7%;
- стеклобой и стеклотара - 5... 8%;
- отходы пластмасс - 2-5%;
- черные металлы - 0,2.... 0,3%;
- кости - 0,5...2%.

Масштабы образования ТБО в городах характеризуются величиной около 200. ...500 кг в расчете на одного человека в год.

Зарубежный опыт управления твердыми бытовыми (коммунальными) отходами.

Большинство стран Европейского союза преуспели в сфере обращения с отходами. Так, согласно статистической службе Европейского союза, в 2015 году Австрия, Нидерланды, Швейцария и Словения утилизировали более 50 процентов ТКО (ТБО), а Германия 66 процентов от общей массы образовавшихся ТКО. Отдельно статистической службой предоставлены данные по упаковочным отходам. Примером может послужить Бельгия, которая переработала 81.3% (общее количество переработанных упаковочных отходов, делится на общее количество образующихся упаковочных отходов), Германия, Чехия, Словения переработали около 70% таких отходов.

В политике ЕС в сфере ТКО основное внимание уделяется не предотвращению образования, а построению наиболее экологически безопасной системы обращения с потоками отходов. В Директиве 2008/98/ЕС, принятой в 2008 году, приоритетами заявлены охрана окружающей среды, минимизация отрицательного воздействия образования ТКО и обращения с ними на окружающую среду и здоровье населения. Директива содержит основные принципы организации системы обращения с ТКО и требования к ней. Непосредственная конфигурация системы определяется самостоятельно каждой страной. Согласно директиве, при выборе способов обращения с ТКО прежде всего следует руководствоваться соображениями экологической безопасности и экономической эффективности.

Все возможные способы представлены в так называемой лестнице Лансинка: наивысший уровень – предотвращение образования отходов. Среди способов переработки наиболее предпочтительным является повторное использование отходов, так как его негативное воздействие на окружающую среду минимально, а наименее предпочтительным – захоронение отходов на свалках и полигонах. Сжигание отходов и переработка во вторичные материалы занимают промежуточное положение в иерархии. Предполагается, что по мере развития системы обращения с отходами происходит постепенное движение вверх по «лестнице», т. е. начинают преобладать наиболее экологичные способы

обращения с отходами.

Как показал опыт ЕС, выбор приоритетов определяется прежде всего решениями общества и заданными на национальном уровне целевыми ориентирами. Для определения достижимых показателей проектов и программ целесообразно учитывать региональные различия в объеме и структуре образования отходов, потенциальный спрос на вторичные материалы и энергию, климатические и сезонные факторы, доступность и качество земельных ресурсов. В рамках решения общей задачи по достижению высокого уровня переработки приоритет в странах ЕС отдается способам, сводящим к минимуму чистые потери материалов и энергии. При этом подходы к достижению результата, типы проектов и технологий каждая страна выбирает с учетом местных особенностей.

Директива так же предусматривает уровень переработки отходов упаковки в материалы. С конца 2008 года уровень должен составлять от 55 до 80%. Минимально допустимый уровень переработки отходов упаковки – 60%, стекла – 60%, бумаги и картона – 60%, пластика – 22,5%, древесины – 15%. Страны Евросоюза справляются с этой задачей, средний уровень переработки на 2015 год – 66,5%. [8]

Ключевым элементом развития системы обращения с отходами в странах ЕС стал переход от процессуального подхода, ориентированного на техническое и санитарное регулирование отдельных процедур и этапов обращения с отходами, к программно-целевому, который заключается в построении иерархии целевых показателей и выработке подходов к их достижению с учетом местной специфики. Таким образом, национальные законодатели конкретизируют подход и механизмы достижения поставленных целей (включая мероприятия по стимулированию). Операторы рынка определяют конкретные технологии и режим оказания услуг для достижения целевых показателей и гарантируют соответствие санитарным и экологическим требованиям ЕС. Но на начальном этапе развития системы обращения с отходами было необходимо обеспечить выполнение базовых социальных и экологических стандартов, в частности, полный охват населения услугами по сбору и вывозу ТБО и ответственное, с соблюдением необходимых санитарных требований, захоронение ТБО на полигонах. Пример может послужить Венгрия, которая вступила в ЕС, гармонизировала национальное законодательство с законодательством Евросоюза. И в последствии, приняла Национальный план действий в сфере обращения с отходами на 2003–2008 годы, нацеленный на внедрение новых требований, усовершенствование институциональных основ развития отрасли, рост публичной осведомленности и стимулирование научно-технических исследований.

На тот момент в Венгрии были проблемы в сфере обращения с отходами:

- тарифные платежи, служившие основным источником финансирования отрасли, не позволяли осуществить даже базовую модернизацию, не говоря уже о внедрении современных технологий;

- муниципальные власти не могли справиться с поставленными задачами самостоятельно: из-за нехватки знаний о механизмах регулирования отрасли и применении новых технологий;

- жители не выражали заинтересованности в получении услуги более высокого качества.

Опыт такой страны, как Венгрия, уже сегодня показывает, что сочетание развития переработки с активной программой мероприятий по санации и рекультивации полигонов, обновлению оборудования и техники для сбора и транспортировки отходов позволяет в течение 10–12 лет снизить затраты на строительство новых объектов захоронения. И на 2014 год Венгрия утилизировала 32.2% ТКО.

Процессы и установки переработки твердых отходов.

Наиболее рациональным способом защиты литосферы от отходов производства и быта является освоение специальных технологий по сбору и переработке отходов. Для переработки твердых отходов применяются такие процессы, как дробление и измельчение, классификация и сортировка, обогащение в тяжелых средах, отсадка, магнитная и электрическая сепарация, сушка и грануляция, термохимический обжиг, экстракция и др.

Механическая обработка твердых отходов. Для тех промышленных отходов, утилизация которых не связана с необходимостью проведения фазовых превращений или воздействия химических реагентов, но которые не могут быть использованы непосредственно, применяются два вида механической обработки: измельчение или компактирование (прессование). Это в равной степени относится к отходам как органического, так и неорганического происхождения.

После измельчения, за которым может следовать фракционирование, отходы превращаются в продукты, готовые для дальнейшего использования. Твердый материал можно разрушить и измельчить до частиц желаемого размера раздавливанием, раскалыванием, разламыванием, резанием, распиливанием, истиранием и различными комбинациями этих способов.

Дробление и измельчение. В зависимости от размера кусков исходного материала и конечного продукта измельчение условно делят на несколько классов. Под степенью i дробления и измельчения понимают отношение размеров наибольших кусков исходных твердых отходов и конечных продуктов дробления, измельчения. Дробление и измельчение могут быть сухим и мокрым. Для дробления и измельчения твердых отходов на минеральной основе применяют машины, в которых используются способы измельчения, основанные на раздавливании, раскалывании, разламывании, истирании и ударе.

Полигоны для обезвреживания и захоронения токсичных ПО являются природоохранными сооружениями, предназначенными для регулярного централизованного сбора, удаления, обезвреживания и захоронения не утилизируемых токсичных отходов, загрязнений и некондиционных продуктов (веществ) промышленных предприятий, научно-исследовательских организаций

и учреждений, расположенных в одной или нескольких промышленных зонах.

Количество и мощность полигонов для каждого промышленного района обосновывается технико-экономическими расчетами.

В соответствии со СНиП 2.01.28-85, в составе полигонов предусматривается строительство трех основных объектов, которые могут быть расположены на одной или нескольких отдельно расположенных площадках:

- цеха для обезвреживания токсичных ПО и некондиционных продуктов (веществ), предназначенного для сжигания и физико-химической переработки этих отходов и продуктов с целью их полного обезвреживания или понижения токсичности (класса опасности), перевода их в нерастворимые формы, обезвреживания и сокращения объема отходов, подлежащих захоронению;

- участка захоронения отходов, представляющего собой территорию, на которой располагаются специально оборудованные карты или котлованы, куда складировуют различные группы токсичных твердых отходов;

- гаража специализированного парка автомашин, предназначенных для транспортирования токсичных ПО.

Обработка ПО на полигонах является более прогрессивным способом, чем сброс на свалки ТБО, поскольку наряду с захоронением и примитивным сжиганием, здесь предусматриваются установки для промышленной обработки некоторых видов ПО.

Приему на полигоны не подлежат: радиоактивные отходы, нефтепродукты, подлежащие регенерации; древесные отходы (опилки, тара и т. д.) и строительные отходы.

Полигоны следует располагать в свободных от застройки, открытых, хорошо проветриваемых незатопаемых местах, на которых возможно осуществление мероприятий и инженерных решений, исключающих загрязнение населенных пунктов, зон массового отдыха и источников питьевого водоснабжения (открытых водохранилищ и подземных вод). Размер санитарно-защитной зоны от полигона до населенных пунктов и открытых водоемов устанавливается с учетом местных условий (климат, рельеф, тип почв, направление ветров и т. д.), но не менее 3000 м.

Полигоны должны располагаться на расстоянии не менее 200 м от сельскохозяйственных угодий и транзитных магистральных дорог и не менее 50 м от лесных массивов и лесных посадок. В соответствии с указанными выше Правилами и СНиПом на все отходы, вывозимые на полигоны, должен составляться паспорт с технической характеристикой состава отходов и кратким описанием мер безопасности обращения с ними на полигоне при их захоронении или сжигании. Паспорт представляется с каждым рейсом автомобиля на каждый вид отходов за подписью ответственных лиц предприятия.

Горючие отходы подлежат сжиганию. В отличие от свалок, для этого на специально выделенном участке полигона следует построить печь,

режим которой должен обеспечивать сжигание при температуре 1000-1200

°С, исключаящее загрязнение окружающего воздуха. Печь должна быть оснащена газоочистными и пылеулавливающими устройствами.

В процессе эксплуатации полигона необходимо проводить систематический текущий контроль службой полигона и выборочный контроль СЭН за уровнем содержания токсичных ингредиентов в грунтовых водах, в почве территории, прилегающей к полигону, в растениях вокруг полигона, а также в атмосферном воздухе в радиусе 3000 м. Измельчение твердых отходов на органической основе осуществляют в машинах, принцип работы которых основан на распиливании, резании и ударе.

Дробление и измельчение осуществляют с помощью машин, называемых дробилками и мельницами. Классификация основного оборудования для измельчения твердых продуктов следующая:

- измельчители раскалывающего и разламывающего действия - щековые, конусные, зубовалковые и другие дробилки;
- измельчители раздавливающего действия - гладковалковые дробилки, роliko-кольцевые, вертикальные, горизонтальные и другие мельницы;
- измельчители истирающе-раздавливающего действия - гнерковые измельчители, бегуны, катково-тарельчатые, шаро-кольцевые, бисерные и другие мельницы;
- измельчители ударного действия - молотковые измельчители, бильные, шахтные мельницы, дезинтеграторы и дисмембраторы, центробежные, барабанные, газоструйные мельницы;
- ударно-истирающие и коллоидные измельчители — вибрационные, планетарные, виброкавитационные и прочие мельницы; реактроны;
- прочие измельчители (пуансоны, пилы и т.д.).

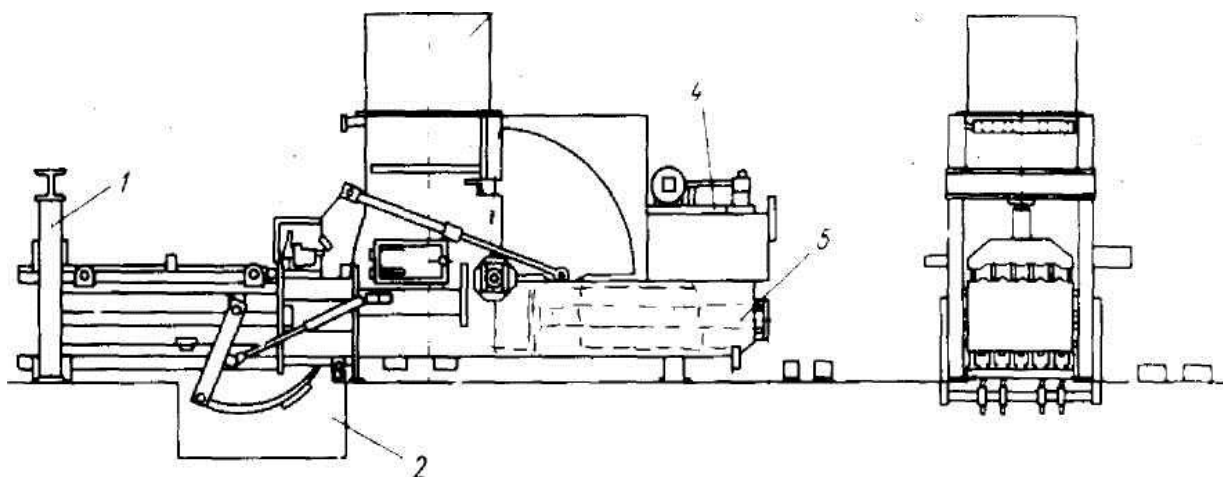
Щековые дробилки периодически раздавливают материал между металлической неподвижной и качающейся поверхностью (щеками). Неподвижная щека устанавливается вертикально, подвижная - под углом к ней. Такой тип дробилок применяется для крупного, реже - среднего дробления. Их производительность достигает 1000 т/ч при размере пасти (загрузочного отверстия) 1500×2100 мм.

Конусные дробилки используют на стадиях крупного, среднего и мелкого дробления. Дробящие поверхности их выполнены в виде двух усеченных конусов, меньший из которых расширяющейся верхней частью входит в сужающуюся верхнюю часть большого конуса и эксцентрично движется (но не вращается) в последнем. Максимальный размер загрузочных отверстий конусной дробилки 2000 мм. Конусные дробилки по высоте (7...10 м) значительно превышают щековые (3...5 м) и требуют более высокого здания. Их конструкция сложнее. Однако они более производительны (до 4500 т/ч руды), менее энергоемки, хорошо приспособлены к дроблению плитняка.

Прессование и компактирование отходов. Механическое прессование и компактирование твердых отходов (промышленных и бытовых, органических и

неорганических) является одним из основных методов уменьшения их объема с целью более рационального использования автомобильного и железнодорожного транспорта, перевозящего отходы к местам их утилизации и складирования.

На рисунке 18 показана схема прессы для прессования отходов бумажной, легкой и других отраслей промышленности производительностью 140 м³/ч загружаемого материала объемной массой от 0 до 30 кг/м³.



1 - упорная плита; 2 - выгрузка кип; 3 - загрузка отходов; 4 - привод; 5 - толкатель.

Рисунок 18 - Схема прессы

В настоящее время за рубежом широкое распространение получила сеть перегрузочных станций, на которые от домовладений и предприятий обычными мусоровозами привозится бытовой и промышленный мусор. На этих станциях мусор разгружается в воронки прессующих устройств и откуда уже в значительно уменьшенном объеме выталкивается в специальные металлические контейнеры. Прессование отходов позволяет значительно сократить количество требуемого автотранспорта, что особенно выгодно при перевозке отходов на большие расстояния.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте отходы ТБО (ТКО);
2. Опишите зарубежный опыт управления отходами ТБО (ТКО);
3. Основные способы управления отходами ТБО (ТКО).

Тема 12: Утилизация отходов животноводства для производства электрической и тепловой энергии

Цель: ознакомление с биоэнергетическими способами преобразования отходов агропромышленного сектора в энергию.

План:

1. Основные сведения;
2. Характеристика биомассы как источника энергии ;
3. Характеристика биогазовых установок.

Общие сведения.

Одним из методов использования энергии мусора является биологическое разложение органических отходов с получением биогаза, в основном метана. Биогаз может быть использован для производства электроэнергии или в качестве топлива для автомобилей. Этот метод не только позволяет снизить количество отходов на свалках, но и снизить выбросы парниковых газов.

Отходы, пригодные для получения энергии, виды энергии из отходов, можно разделить на несколько видов.

- Отходы животноводства: навоз и навозные стоки на животноводческих фермах, куриный помет. Энергоемкость навоза находится на одном уровне с торфом (21,0 МДж/кг) и значительно выше, чем у бурого угля и древесины (14,7 и 18,7 МДж/кг соответственно).

- Отходы культур:

полевые отходы: солома, злаки, стебли подсолнуха и кукурузы, ботва овощных культур и т.п.;

отходы обработки: шелуха, мякина и проч.

- Побочные продукты промышленной обработки сельскохозяйственной продукции: багасса, получаемая в сахарной промышленности, жмых при производстве масла, отходы пищевой промышленности.

Существует возможность прямого сжигания подобных отходов и вторичного использования их в качестве удобрений или для побочных нужд на предприятиях (например, соломенные подстилки в животноводстве). Однако их применяют и как сырьё для создания биотоплива, которое обычно разделяют на три группы:

1. Жидкое – биодизель (в производстве используют жиросодержащие отходы) и биоэтанол (можно использовать пшеничную и рисовую солому, багассу сахарного тростника).

2. Твёрдое – биомасса, топливные пеллеты и брикеты из отходов разных типов (кукурузные стержни, солома, отруби, шелуха семян подсолнечника, лузга гречихи, куриный помёт, навоз).

3. Газообразное. Биогаз можно производить из навоза, птичьего помёта и других подобных отходов сельского хозяйства.

Получение энергии из отходов сводится по большому счёту к выработке тепловой энергии. Её, в свою очередь, преобразуют в другие виды энергии – механическую и электрическую.

Биомасса как источник энергии

Под альтернативной энергией понимаются биогаз, биодизель и другие углеводороды, полученные в результате переработки биомассы. Ресурсы данных источников колоссальны, но ограничены. Альтернативная энергетика удовлетворить потребность человечества может только при экономии энергии. Использование биомассы в энергетических целях дает большие перспективы: можно использовать отходы сельского хозяйства (получение биогаза в животноводстве, использование на ТЭС отходов растениеводства), а также получать топливо (выращивание энергетических лесов).

Использование биомассы.

Эффективным возобновляемым источником энергии является биомасса. Ресурсы биомассы в различных видах есть почти во всех регионах мира, и почти в каждом из них может быть налажена ее переработка в энергию и топливо. На современном уровне за счет биомассы можно перекрыть 6-10% от общего количества энергетических потребностей промышленно развитых стран. Ежегодно на Земле при помощи фотосинтеза образуется около 120 млрд. тонн сухого органического вещества, что энергетически эквивалентно более 40 млрд. тонн нефти. Использование биомассы может проводиться в следующих направлениях:

- прямое сжигание;
- производство биогаза из сельскохозяйственных и бытовых отходов;
- производство этилового спирта для получения моторного топлива.

Биогаз получают путем анаэробного (без кислорода) брожения биомассы. В качестве биомассы могут выступать свалочные отходы, отходы животноводства (навоз) и сельского хозяйства, отходы скотобоен, некоторые культуры, например, рапс. В результате брожения биомасса разлагается под воздействием гидролизных, кислотообразующих и метанобразующих бактерий. В состав газа входят 55-65% метана, 35-45% углекислого газа и около 1% водорода и сероводорода.

При переработке 1 т свежего навоза крупного рогатого скота и свиней можно получить 45-60 м³ биогаза, 1 т куриного помета – до 100 м³, из различных видов энергетических растений – 100-500 м³. По теплоте сгорания 1 м³ биогаза равен: 0,8 м³ природного газа, 0,7 кг мазута, 0,6 кг бензина, 1,5 кг дров, 3 кг навозных брикетов. К производству биогаза относят получение лендфилл-газа или биогаза из городских свалок.

Биогазовые установки.

Биогазовые установки называют биореактором, из чего следует, что в нем происходит реакция, результатом которой является биогаз. Процесс получения газа проходит несколько этапов:

- в начале процесса в биореактор загружается сырье.
- в специальной установке сырье проходит подготовку, гомогенизацию, и перемешивается.

- благодаря особым бактериям происходит процесс, называемый анаэробным (бескислородным) сбраживанием, продуктом чего является биогаз.
- затем биогаз направляется для дальнейшего использования.
- отработанное сырье можно использовать в качестве биоудобрения, в котором содержатся необходимые микроэлементы.

Биогазовые установки можно применять как очистительные сооружения. Преимущество заключается в том, что оно, помимо переработки отходов, дает энергию, которую можно использовать для подогрева самой установки, бытового газоснабжения, выработки электро- и теплоэнергии, а при обогащении, т.е. повышения доли содержания метана до необходимых показателей природного газа, им можно заправлять автомобили.

Выгоды установки заключаются в следующем:

1) Экологическая. Установка позволяет уменьшить санитарную зону предприятия в несколько раз. Сократить выбросы углекислого газа в атмосферу.

2) Энергетическая. При сжигании биогаза без обогащения можно получать электричество и тепло.

3) Экономическая. Строительство биогазовой установки позволит сэкономить на затратах по строительству очистных сооружений и утилизации отходов.

4) Установка может служить автономным источником энергии для наших отдаленных регионов. Не секрет, что до сих пор во многих областях перебои с поставкой электричества, дома отапливаются дровами. Возможно, это и звучит несколько утопично, установка сама по себе недешева, но монтаж таких биогазовых станций был бы выходом для жителей необеспеченных регионов.

5) Биогазовые установки могут быть размещены в любом регионе страны и не требуют строительства дорогостоящих газопроводов и сложной инфраструктуры.

6) Установки могут частично заменить региональные котельные, обеспечить теплом и электричеством поселки и небольшие города в округе.

7) Биогаз, получаемый из установок, может быть использован в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания.

Отходы сельского хозяйства и пищевой промышленности после переработки в биогазовых установках позволяют получать альтернативную электроэнергию, тепловую энергию, качественные минерализованные азотные удобрения. Такими отходами могут быть навоз скота, свиней, птичий помет, пивная дробина, послеспиртовая барда, канализационные стоки и др.

Процесс производства биогаза может быть разделен на три стадии:

- *Гидролиз* - окисление и образование метана. В этом сложном комплексе превращений участвует множество микроорганизмов, главными из которых являются метанообразующие бактерии.

- *Брожение* - кислотопродуцирующие бактерии, которые принимают участие во втором этапе образования биогаза, расщепляют сложные органические

соединения (белки, жиры и углеводы) в более простые соединения. При этом в сброживаемой среде появляются первичные продукты брожения — летучие жирные кислоты, низшие спирты, водород, окись углерода, уксусная и муравьиная кислоты и др. Эти органические вещества являются источником питания для метанообразующих бактерий, которые превращают органические кислоты в Биогаз.

- *Образование метана* - метанопроизводящие бактерии, вовлеченные на третьем этапе, разлагают соединения с низким молекулярным весом. Они утилизируют водород, углекислоту и уксусную кислоту. В естественных условиях метанообразующие бактерии существуют при наличии анаэробных условий, например, под водой, в болотах. Они очень чувствительны к изменениям окружающей среды, поэтому от условий, которые создаются для жизнедеятельности метанообразующих бактерий, зависит интенсивность газовыделения.

Преимущества внедрения биогазовых установок:

- отсутствие экологических налогов и сборов;
- получение собственной электроэнергии;
- получение биогаза, метана, углекислоты;
- получение минерализованных азотных удобрений (повышение урожайности до 30%);
- наличие вышеуказанных преимуществ дает хозяйству возможность снижения себестоимости выпускаемой продукции.

Когенерация есть комбинированное производство электрической и тепловой энергии одновременно из одного и того же первичного источника энергии. В нашем случае единственным первичным источником является метан, который мы получаем после переработки животноводческих стоков и очистки. Обратите внимание, что данная технология переработки органических отходов не потребляет электроэнергию, а производит. Другие же технологии по переработке и утилизации отходов, наоборот, только потребляют.

Оборудование для получения электроэнергии и тепла.

В настоящее время существует масса когенерационных установок, которые работают по принципу выработки электроэнергии и тепла от единственного источника энергии. Технология комбинированного получения электроэнергии и тепла позволяет с высокой эффективностью использовать первичный источник энергии в нашем случае горючий газ, для получения двух форм полезной энергии - тепловой и электрической одновременно. Преимущество когенератора, перед обычными теплоэлектростанциями, состоит в том, что преобразование энергии здесь происходит с большей эффективностью (рисунок 19).



Рисунок 19 – Схема процесса когенерации

В целом, топлива из биомассы по своим характеристикам в зависимости от способа получения и вида массы значительно отличаются не только по влажности, но в ряде случаев и по зольности, и по содержанию азота. Это указывает также на необходимость предварительного, тщательного перемешивания топлива из биомасс для уменьшения разброса и усреднения характеристики непосредственно используемого топлива при поступлении биомасс разных видов и групп на один объект.

Существует ряд промышленных угольных технологий, которые в потенциале наиболее приспособлены к совместному сжиганию угля с биомассой. Сюда относятся: слоевые топki; технология сжигания в стационарном (пузырьковом) кипящем слое (КС); система сжигания в циркулирующем кипящем слое (ЦКС); циклонные топki; установки с пылеугольным факельным сжиганием. Сюда же следует отнести технологии с системами предварительной газификации угля (с газификаторами различной модификации).

Все указанные технологии совместного сжигания в большей или меньшей степени имеют технические проблемы и ограничения, которые, однако, ни в коей мере не являются непреодолимыми.

Контрольные вопросы:

1. Что такое биомасса?
2. Каков состав биогаза?
3. Как процесс образования биогаза можно представить в виде отдельных фаз?
4. Какие известны методы получения энергии из биомассы?
5. Для чего предназначен газгольдер?
6. Какие микроорганизмы осуществляют работу по сбраживанию отходов в биогазовой установке?
7. Для чего в составе биогазовой установки предусмотрена когенерационная установка?

Тема 13: Использование энергии газового потока для выработки электрической энергии

Цель: ознакомление с вопросами использования газовых струй для преобразования их в энергию.

План:

1. Основные принципы энергосбережения;
2. Турбодетандерные установки.

Энергосбережение заставляет по-новому взглянуть на многие технологические процессы, которым ранее не уделялось должного внимания. Такого внимания заслуживает утилизация потенциальной энергии давления природного газа, транспортируемого в трубопроводах. По отводам от газопроводов газ направляется к газораспределительным станциям и газораспределительным пунктам, в которых давление уменьшается до 1,2 и 0,15 МПа. В некоторых случаях, например, для подачи газа в газотурбинные двигатели компрессорных станций и электростанций, давление снижается до 1,5 – 3,5 МПа. Уменьшение давления газа обычно производится в дросселирующих устройствах различных типов, в которых энергия избыточного давления газа расходуется на преодоление гидравлических сопротивлений и таким образом безвозвратно теряется. Правда, при этом в ряде случаев возможно получение достаточного количества холода.

Газ из магистрального трубопровода вместо дросселирующего устройства подают в специальную машину, так называемый детандер. Это трехступенчатая турбина, в принципе по конструкции мало чем отличающаяся от обычных газовых и паровых турбин. Газ входит в нее под высоким давлением, расширяется там и выходит с низким давлением. Когда газ расширяется, его температура понижается, так как он отдает при этом тепловую энергию. Согласно первому закону термодинамики. За счет изменения энергии газа совершается работа: воздействуя при расширении на сопловые лопатки турбины, газ заставляет вращаться ее вал. Новая конструкция лопаток позволяет при изменении давления газа поддерживать стабильным его расход в турбине и тем самым стабилизировать ее выходную мощность. Вал турбины связан с валом электрогенератора, чем и образуется детандер-генераторный агрегат (ДГА). Таким образом, энергия сжатого газа, прежде выбрасываемая в атмосферу, теперь преобразуется в электрическую энергию. Газ же низкого давления из турбины направляется потребителю.

Но чтобы при его расширении детандер не обледеневал (температура газа понижается на 60-70°C), газ перед поступлением в турбину пропускают через

теплообменник, в котором он нагревается теплом отработанного теплоносителя, например подогретой водой или мокрым паром ТЭЦ. Этот подогрев одновременно дополнительно увеличивает энергию газа, из-за чего возрастают выполняемая им работа в турбине, а следовательно, ее мощность и КПД.

Если учесть существующие и постоянно растущие в мире расходы природного газа, то при подобном дросселировании потери энергии составят многие десятки миллиардов киловатт*часов в год. На основании многолетнего опыта работы в газовой промышленности общепризнан факт, что применение турбодетандерных агрегатов для подготовки и переработки газа обуславливает простоту, надежность, низкую металлоемкость конструкций и широкий диапазон режимов, отсутствие влияния на окружающую среду.

Научные предпосылки и практики позволяют считать, что для утилизации энергии избыточного давления природного газа – этого вторичного источника энергии – турбодетандерные установки в наибольшей степени соответствуют задаче экологической обстановки.

Турбодетандерные установки.

Известные сейчас турбодетандерные утилизационные установки применяются на газораспределительных станциях, на газораспределительных пунктах различных энергетических объектах, например на газотурбинных компрессорных станциях магистральных газопроводов и тепловых электрических станциях.

Подача газа потребителям обеспечивается газопроводами низкого давления. Отвод газа к потребителю от магистрального газопровода и снижение его давления происходит на газораспределительных станциях (ГРС) и пунктах (ГРП), при этом энергия от расширения газа безвозвратно теряется в окружающую среду. На ГРС давление газа снижают до 1,2-1,6 МПа и затем на ГРП до давления 0,1-0,3 МПа [1]. Расчеты показывают, что при использовании перепада давления на ГРС на каждые 1000 м³ природного газа, при расширении в турбодетандерных установках от 4,0 до 0,6 МПа можно выработать 47 кВт*ч электрической энергии и примерно столько же холода на уровне -100°С [2].

Упрощенная схема ГРС (ГРП) представлена на рисунке 1. Газ из магистрального газопровода отбирается с высоким давлением, подается на дросселирующее устройство, где природный газ расширяется до нужного давления. В результате расширения температура существенно снижается и для подачи потребителю газ нагревается с помощью подогревателей температуры до +10 °С.

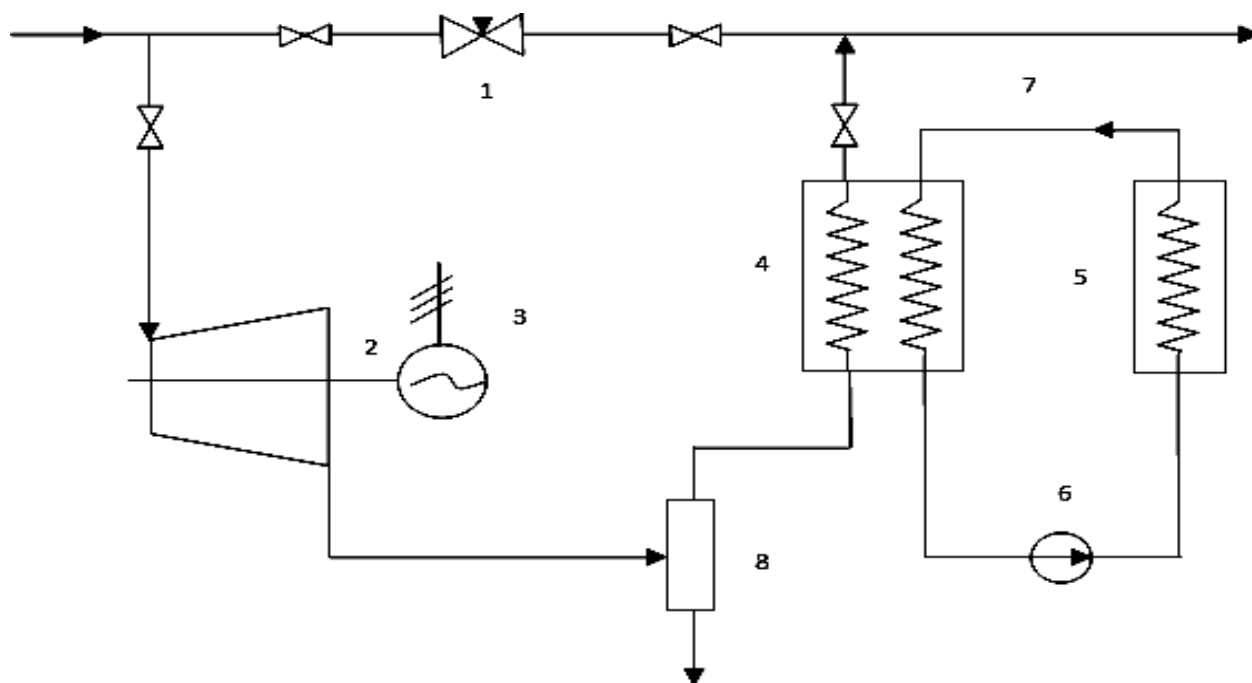


Рисунок 20 - Принципиальная схема электротехнологической детандерной установки

Обозначения: 1 - редукционный клапан ГРС, 2 - винтовой детандер, 3 - электрогенератор, 4 - теплообменник, 5 - холодильная камера, 6 - циркуляционный насос, 7 - контур хладагента, 8 - сепаратор.

Сегодня количество турбодетандерных установок, находящихся в эксплуатации в Казахстане и в других странах СНГ, значительно ниже, чем в развитых странах Европы и Америки.

Имеются отдельные примеры успешной реализации идеи использования перепада давления путем установки крупных турбодетандерных агрегатов для выработки электроэнергии (ТЭЦ-22, Москва).

Целесообразность строительства таких комплексов именно на крупных ГРС не вызывает сомнения. В то же время в системе газоснабжения страны имеется огромное количество небольших ГРС и крупных ГРП, где происходит редуцирование газа (например с 1,2 до 0,3 МПа).

Конечно же, детандер-генераторные агрегаты не могут составить конкуренции крупным электростанциям, но в пересчете на киловатт мощности они требуют гораздо (в 2—4 раза) меньших капитальных затрат — в зависимости от мощности ДГА примерно до 450 долларов, их можно достаточно быстро, за несколько месяцев, размещать на территориях уже действующих тепловых станций, окупаются они за 2,5—3 года, и они экологически чисты.

Чтобы получить киловатт*час от детандер-генератора, на подогрев газа тратится примерно 70 грамм условного топлива, в то время как для выработки

такого же количества электроэнергии на ТЭЦ сжигается до 300 гр. Но тепло, используемое в детандере, отбирается у пара, который предварительно уже поработал в паровой турбине, благодаря чему была произведена электроэнергия. Тем самым увеличивается КПД ТЭЦ. Если КПД тепловых турбинных установок не превышает 40%, самых лучших парогазовых установок (газотурбинные двигатели в сочетании с паровой турбиной) — 50 %, то КПД детандер-генераторного агрегата достигает 75%, а себестоимость вырабатываемой им электроэнергии существенно ниже, чем на тепловых станциях.

Эксергетический КПД ДГА при подогреве уходящими газами котла ПТУ, газовой турбины или других теплоиспользующих установок достигает достаточно высоких значений. Применение ДГА позволяет эффективно использовать вторичные тепловые ресурсы для выработки электроэнергии.

Использование пара отборов из турбины для подогрева газа в ДГА повышает эксергетический КПД ПТУ и обеспечивает экономию топлива на уровне 3...3,5 гр.у.т./($\text{кВт}\cdot\text{ч}$) для ТЭС с турбинами конденсационного типа [3].

Расчеты и опыт эксплуатации зарубежных и отечественных детандер-генераторных установок подтверждают величину относительной выработки электроэнергии в размере 30...50 кВт/тыс. нм^3 . Использование детандер-генераторных установок дает возможность не только ввести в хозяйственный оборот вторичные энергоресурсы и обеспечить выработку электроэнергии, но и обеспечить снижение уровня вредных выбросов по сравнению с традиционными технологиями.

Контрольные вопросы:

1. Какие требования безопасности предъявляются к эксплуатации криогенных турбодетандеров?
2. При каких условиях производится отключение мотор-генератора турбодетандера от электропитания?
3. Схема, принцип действия, общие понятия турбодетандеров .
4. Основные требования к эксплуатации турбодетандера.

Тема 14: Мусоросжигающие технологии

Цель: ознакомление с биоэнергетическими способами преобразования отходов агропромышленного сектора в энергию.

План:

1. Основные сведения;
2. Принцип работы мусоросжигающих заводов
3. Пиролиз;

4. Плазменная газификация.

Общие сведения.

В настоящее время проблема управления твердыми коммунальными отходами (ТКО) во всем мире является одной из приоритетных, занимая второе место по затратам и инвестициям после сектора водоснабжения и канализации в системах городского, промышленного и сельского хозяйства [14]. Динамика их роста является угрожающей экономической проблемой: в развитых странах годовой рост составляет 1–4 %, или 0,2–0,7 т на одного человека.

Ежегодно в мире образуется около 420 млрд т ТКО, объем которых постоянно увеличивается (только в 15 странах Евросоюза количество ТКО на 1 человека в 1980 г. увеличилось на 37 %). В мире количество ТКО составляет 1,2–4,2 млрд т в год [3], в городах США ежегодно образуется около 150 млн т отходов, а в Японии их количество превышает 72 млн т ежегодно. Особая проблема – увеличение опасных (токсичных) отходов, которые способны вызвать отравление или иное поражение живых существ. В США 41 % твердых коммунальных отходов классифицируют как «особо опасные», в Венгрии – 33,5 %, во Франции – 6 %, в Великобритании – 3 %, а в Италии и Японии – только 0,3 %. В настоящее время захоронение на полигонах составляет (от общего объема ТКО): в России – 99 %, в Европе – 77 %, в Японии – 30 %. В различных регионах мира ТКО составляют (кг/чел. в сутки): в Северной Америке – 1,75; в Европе – 1,1; в Азии – 0,6; в Африке – 0,4; в России – 1,4 (в том числе твердых – 0,8). Примерный химический состав ТКО: 30,3 % – углерод; 11 % – кислород; 4,5 % – водород; 0,4 % – азот; 0,2 % – сера, 12 % – вода, 41,5 % – продукты горения при сжигании мусора: диоксин, фуран, оксиды тяжелых металлов, токсины пыли и золы с размерами микрочастиц менее 2 мкм. Все это приводит к онкологическим заболеваниям, патологиям и мутациям.

Однако многие придерживаются мнения, что мусоросжигательные заводы необходимо закрыть из-за диоксинной опасности. К 2025 г. предлагается полностью закрыть полигоны ТКО, создав мусороперерабатывающие заводы (МПЗ). При этом полная переработка ТКО обходится примерно в 2 раза дешевле, чем их сжигание: переработка ТКО стоит 2,4–5,2 тыс. тенге. за 1 т, а сжигание – около 10 тыс. тенге. за 1 т. Поэтому необходим переход от сжигания к полной переработке отходов. При этом строительство заводов МСЗ стоит на порядок дороже строительства МПЗ.

Процесс сжигания происходит на мусоросжигательных станциях, которые имеют паровые или водогрейные котлы со специальными топками. Температура в топке должна быть не менее 1000°C, чтобы сгорели все дурнопахнущие примеси, но перед выбросом в атмосферу газы следует очистить. В настоящее время в России работает относительно немного мусоросжигающих заводов, но поскольку на них не предусмотрена вторая стадия газовой очистки, в золе отмечается повышенная концентрация диоксинов (до 1 мкг/кг). Кроме этого, в расчёте на 1 м³ сжигаемых отходов в атмосферу поступает 3 кг вредных веществ (пыль, сажа,

газы) и образуется 23 кг золы. Выбор сжигания или компостирования для обезвреживания твёрдых отходов зависит от местных условий. В интересах сельского хозяйства компостировать отходы целесообразнее в нечерноземной зоне. На сегодняшний день мусоросжигание нужно рассматривать как пройденный этап использования ТБО. Лучше сжигать то, что остаётся после сортировки и утилизации, тогда меньше будет образовываться вредных продуктов, содержащих такие вещества, как диоксин, фосген, синильная кислота и др., а также золы и шлаки неизвестного состава и непредсказуемыми свойствами.

Мусоросжигание как технология уничтожения отходов появилось во второй половине XIX века на родине «промышленной революции» — в Англии. В 1870 году в одном из районов Лондона — Паддингтоне — заработало первое профильное предприятие. В 1874 году еще один завод появился на севере страны — в Ноттингеме. В 1880 году первое предприятие заработало в США, с 90-х годов заводы стали появляться в Нидерландах, Франции, Швейцарии.

Первые заводы работали на каменном угле или мазуте. Однако в первой трети XX века технология была усовершенствована — специалисты швейцарской компании Von Roll изобрели для сжигания мусора специальные печи с грилем. Они же создали и первую систему очистки дымовых газов. Примечательно, что в основу системы был заложен принцип работы противогаса с активированным углем, разработанного русским химиком Н. Д. Зелинским.

Тем не менее, мусоросжигательные заводы в то время не получили массового распространения. Ситуация стала меняться только к 80 годам прошлого века. Импульсом стали две причины. Первая — в десятки раз увеличившиеся объёмы отходов и, соответственно, — динамичный рост свалок и полигонов. Вторая — серьёзное ухудшение экологической ситуации, особенно в развитых странах. Лидерами в строительстве МСЗ стали Западная Европа и Япония. В СССР первое предприятие было построено в 1975 году в Москве. Длительное время завод был крупнейшим в СССР и России. В настоящее время он законсервирован (об этом — ниже).

Принцип работы МСЗ.

Отходы доставляются на предприятие мусоровозами (ТБО), бункеровозами (бункеры 8 м³) или контейнеровозами (накопители от 20 до 36 м³).

- Каждая партия отходов проходит проверку на наличие радиационного излучения. Если обнаружена радиация, уровень которой превышает предельно допустимые нормы, автомобиль с таким контейнером перемещается на специальную площадку.

- Мусор подлежит обязательной сортировке. Из общего объёма удаляются опасные отходы, например, токсичные и взрывоопасные. Они утилизируются специальным способом.

- Прошедший сортировку мусор подвергается измельчению до фракций определенного размера. Далее он подается в мусоросжигательные печи.

- Сжигание твердых коммунальных отходов происходит при

температуре до 1 тысячи градусов.

Отходы высоких классов опасности требуют более высокой температуры сжигания. Они поступают в роторные печи. В них температура сжигания до 1500 °С.

Термическая утилизация отходов позволяет получить значительную массу тепловой и электрической энергии, которая используется на самом предприятии, а также может применяться для обслуживания близлежащей городской инфраструктуры. Процесс получения энергии путем сжигания осуществляется следующим образом.

Поскольку утилизация осуществляется при очень высоких температурах, мусорное топливо получает мощную тепловую энергию. В трубопроводной системе котла-утилизатора оно передает тепловую энергию находящейся там воде. В условиях высокого давления в трубопроводе образуется пар. Пар переходит во вращающуюся турбину, которая запускает генератор переменного тока. Генератор вырабатывает электричество.

КПД при выработке электроэнергии на мусоросжигательных заводах значительно ниже, чем КПД ее выработки на электростанциях. Максимальный показатель составляет всего 27% от второго КПД. Это связано с тем, что на предприятиях используется разное сырье. На электростанциях это горючий сланец, газ, уголь, нефть и другое ископаемое топливо, обладающее высокой теплоотдачей. Теплоотдача отходов при сжигании значительно ниже — в среднем она составляет 2200 ккал/кг.

Пиролиз,

Пиролиз или сухая перегонка - это процесс термического разложения горючих органических соединений без доступа кислорода. В процессе пиролиза образуется смесь горючих газов (синтез-газ) и ряда других продуктов, состав которых зависит от природы сырья, температурного режима, давления, скорости нагрева в реакторе и времени пребывания в камере. При нагревании сырья в отсутствие кислорода сложные органические соединения расщепляются на более простые, вплоть до образования твердого углеродного остатка [1-3].

В процессе пиролиза преобразование сырья и органических отходов проходит в несколько стадий:

- высушивание;
- сухая перегонка;
- неполное сгорание;
- газификация;

Особый интерес представляет технология утилизации твердых и органических отходов методом пиролиза. Это одно из наиболее эффективных решений по переработке отходов, так как позволяет получать тепловую энергию, максимально извлекать из отходов ценные компоненты и снижать антропогенную нагрузку на окружающую среду. При сжигании 1 тонны шин в атмосферу выбрасывается около 450 кг токсичных летучих соединений и около 300 кг сажи.

Обработка отработанных резинотехнических изделий методом низкотемпературного пиролиза значительно снижает выбросы в атмосферу, продукты разложения резины используются в качестве энергоносителей и сырья для некоторых видов производств [4].

В современной практике методом пиролиза перерабатывают следующие виды мусора:

- отходы деревообрабатывающей промышленности;
- медицинские отходы;
- канализационный шлам;
- отходы полимеров;
- отработанные автопокрышки и прочие резинотехнические изделия;
- горючие детали автомобилей, подлежащих утилизации (пластик, текстиль, резина);
- отходы электроники;
- коммунальный и бытовой мусор.
- органических отходов и др.

Пиролиз органических отходов означает, что тяжелые органические вещества разлагаются под действием высоких температур в условиях вакуума, а на выходе получают более легкие (рис.21). В результате такого воздействия из отходов получают вещества с более низкой молекулярной массой



Рисунок 21 – Принцип работы установки для пиролиза

Основные продукты, которые дает пиролиз ТБО:

- Легковоспламеняющиеся и негорючие газовые смеси или пиролены;
- Масло, используемое в качестве топлива или сырья для обработки, а также вода;
- Уголь или пикарбон.

При пиролизе сырье проходит четыре процесса, а именно:

- Сушка в специально разработанной камере;
- Прямой пиролиз или сухая перегонка отходов;
- Сжигание твердых остатков;
- Получение конечного продукта: газа, нефти или угля.

Пиролиз ТБО и выход продуктов зависят от используемого температурного режима. Его можно отрегулировать. Для уменьшения количества добываемого газа устанавливаются низкие температуры. В результате больше нефти и угля. И наоборот, высокотемпературный пиролиз твердых отходов дает больше газа [5,6].

В отличие от традиционной утилизации, в том числе путем сжигания, пиролиз имеет следующие преимущества:

- Не загрязняет окружающую среду.
- Отходы используются для получения полезных веществ.
- В отходах после процесса отсутствуют агрессивные и опасные вещества, их объем значительно меньше, чем при обычном сжигании, их можно закопать в землю.

- Предотвращает восстановление тяжелых металлов, они превращаются в золу.

Полученные таким образом конечные продукты просты в обращении: хранение, транспортировка.

Наладить технологический процесс несложно, оборудование не требует много места, доступные цены.

Утилизация отходов пиролизом при наличии компактных установок может быть использована гражданами в частных домах, сельскохозяйственных объектах и теплицах. Это позволяет получить дешевую энергию, сэкономить на коммунальных услугах: вывоз мусора, отопление. В промышленных объемах страна может получать дешевые энергии, альтернативные топливо и необходимые химикаты.

Плазменные технологии сжигания отходов.

В 2010 году состоялось важное событие — открытие на 100% экологически безопасного завода по переработке ТБО. Расположен он недалеко от израильского города Кармиэль, его принцип работы полностью основан на плазменной технологии.

Такой способ утилизации приносит двойную пользу: избавляет страну от мусора и производит необходимую для нужд населения энергию. При плазменной переработке выделяется газ, но его не выбрасывают в атмосферу, а используют как источник энергии. Он способен заменить природный газ, уголь или мазут.

Отходы не нуждаются в специальной подготовке перед утилизацией. Отбросы закладывают в распределитель, откуда они поступают в плазмотрон. В нем хлам со свалки превращается в массу черного цвета, напоминающую стекло. Материал используется в строительстве, он прочен, ничем не пахнет. Его объем составляет 10 часть от первоначального количества мусора.

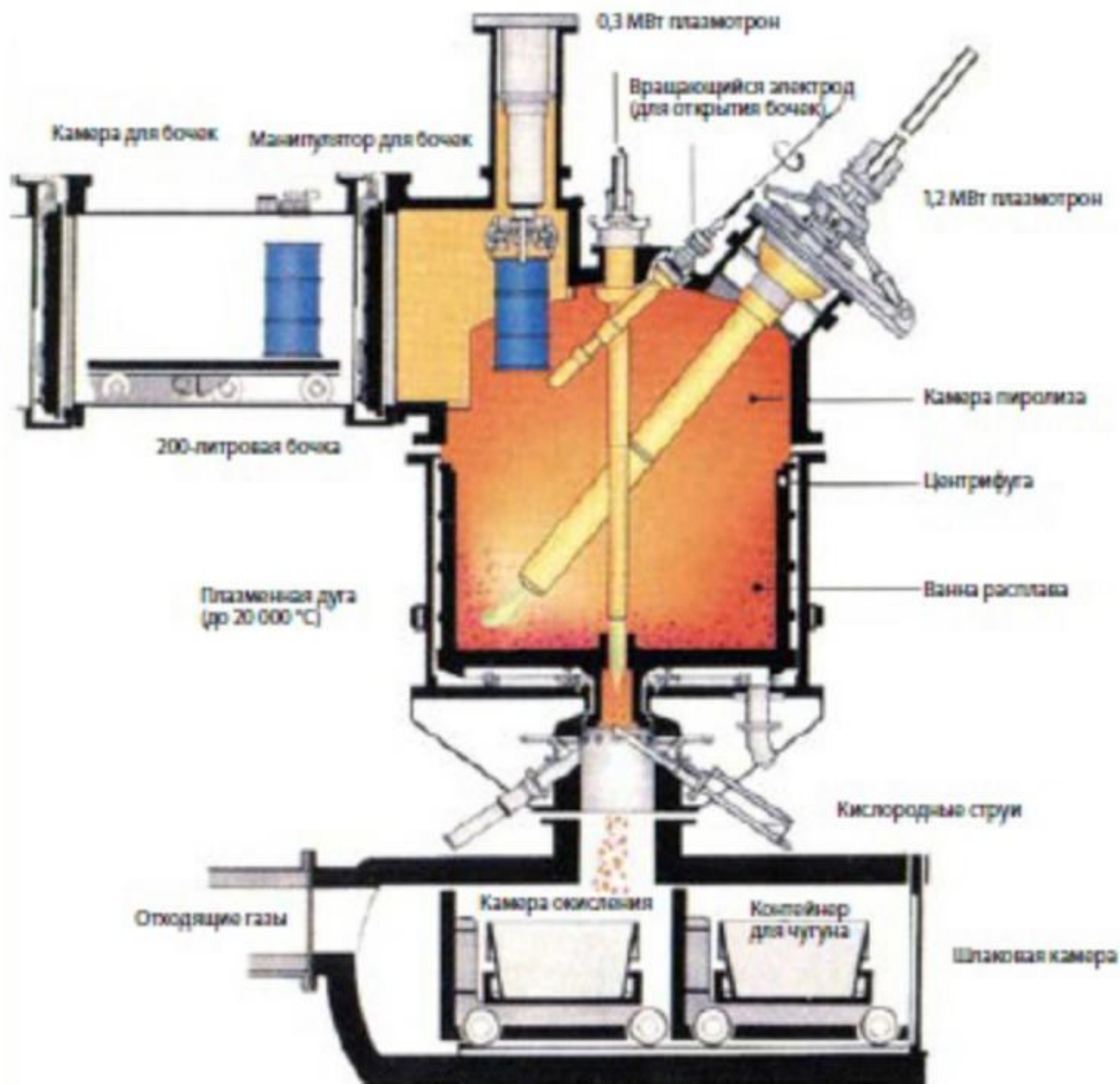


Рисунок 22 – Принцип работы плазменной установки и ее конструкция

Плазменная утилизация ТБО — самый экономичный способ переработки хлама. Его преимущества:

- Чтобы производство работало, не нужен большой штат сотрудников;
- Энергия для плазменной установки вырабатывается из переработанного утиля, она сама себя обеспечивает;
- Отходы перед загрузкой в плазматрон не требуют сортировки, сушки и измельчения;

- После пиролиза продукт не нуждается в обеззараживании, он безопасен;

- Вещество, полученное из ТБО, используется как строительный материал, при хранении композит не выделяет вредных веществ;

- Это альтернативный источник энергии.

Принцип работы плазменной установки заключается в воздействии на отходы экстремально высоких температур не ниже 1200°C, при изолировании кислорода, создании оптимального давления и обработки массы отходов потоком низкотемпературной плазмы.

Строгое соблюдение температурных режимов позволяет избежать появления в процессе утилизации в синтез-газе жидкой фракции, смолы, которая образовывается при обработке отходов на температурах ниже.

Кроме этого, применение экстремально высоких температур позволяет достигать показателей полного разрушения токсичных или сложноразлагаемых составляющих отходов, а также исключать синтез особо токсичных веществ.

Плазменная установка состоит из таких узлов:

- шахты загрузки,
- реактора-газификатора,
- генератора плазмы, к которому подключены системы питания,
- дожигателя,
- системы охлаждения,
- системы очистки газа.

Принцип работы завода плазменной газификации можно описать следующим образом:

- В шахту загрузки помещаются отходы. Подача производится через герметичный шлюз накопления, скорость и объем поступления отходов регулируются.

- В реакторе происходит подача воздуха и водяного пара, после чего смесь подлежит обработке потоком низкотемпературной плазмы.

- Поступление с газа с нижней части камеры реактора, осуществляется непрерывно.

- Полученный синтез-газ, далее может быть отправлен на сжигание в газовую котельную установки, либо в квенчер и после подвергнуться очистке и фильтрации.

- После очистки, синтез-газ отправляется в компрессор, далее происходит отделение влаги, фильтрация и поступление в газовую турбину.

Зольный остаток и некоторые несгораемые элементы поступают на дно резервуара с водой, где происходит остывание шлака и последующее его извлечение.

Для непрерывной работы завода плазменной газификации необходимо постоянное поддержание струи плазмы, а также периодическое поступление

воздушно-паровой смеси и контроль уровня отходов в реакторе, по мере преобразования их в синтез-газ.

Сравнение метода плазменной газификации.

Сравнивая метод плазменной газификации с другими технологиями переработки отходов, стоит выделить основные преимущества первой, к ним относятся:

- Процесс переработки осуществляется при экстремально высоких температурах — более 1200°C, в связи с чем происходит разложение органических и неорганических отходов, без выделения в атмосферу токсичных опасных диоксинов и фуранов. Выделение опасных веществ минимально, благодаря воздействию плазменных потоков и специальной конструкции реакторов.

- Плазменная газификация на данный момент единственная технология, при помощи которой становится возможным максимально утилизировать отходы с примесей, а также отходы, которые относятся к категории опасных (ртуть, кадмий, свинец, ксенон, циан).

- Метод плазменной газификации, в отличие от других, не требует тщательной сортировки мусора с разделением на фракции перед утилизацией. Единственный процесс который отходы должны пройти, это предварительное выделение из общей массы камней, кирпичей и металлических составляющих.

- В процессе утилизации не происходит выщелачивание, благодаря тому что отходы прежде чем попасть в реактор, сушатся и измельчаются.

- Плазменная переработка представляет собой закрытый процесс, без необходимости складирования отходов. Поступающий мусор сразу отправляется на утилизацию, а не хранится дожидаясь своего времени.

- Плазменная переработка мусора — это двойная выгода, так как происходит безопасное уничтожение отходов, а полученную энергию возможно использовать не только для работы станции, но также для нужд населения.

- В результате утилизации, из отходов получают твердый остаток. Объем полученного шлака составляет примерно десятую часть от изначального количества мусора. Данный материал возможно использовать в строительстве, так как он экологически безопасен и обладает необходимой прочностью.

- Для работы предприятия нет необходимости набирать большой штат сотрудников.

- Благодаря тому, что в данном методе нет необходимости обработки и выщелачивания отходов, мусор не хранится в ожидании своего часа, есть возможность значительно сократить площадь земли, которая занимает оборудование по переработке, по сравнению с другими технологиями.

- Несмотря на сложность метода, плазменная установка не занимает много места.

- Кроме массы преимуществ, технология газификации имеет несколько недостатков, о которых также стоит упомянуть.

– Работа плазменного генератора требует достаточно много затрат на электроэнергию. Но, учитывая что установка может обеспечивать этой энергией себя самостоятельно, данный пункт сложно признать недостатком.

– С целью лучшей газификации можно измельчать отходы до размеров менее 100 мм до того как они поступят в распределитель. Данная рекомендация не является обязательным условием работы установки.

– Применение данного метода предполагает полное уничтожение той категории мусора, которую возможно использовать в качестве вторичного сырья. Ситуацию можно решить, при организации на территории страны раздельного сбора ТКО на бытовом уровне. Это позволит максимально использовать полезные вторичные ресурсы для переработки, и полностью утилизировать опасные или неперерабатываемые отходы, производя из них энергию.

– Затраты на приобретение оборудования и его работу выше, чем при остальных методах утилизации мусора, поэтому и срок, когда оно окупится, будет дольше. Опыт работы таких установок позволяет прогнозировать примерный срок, через сколько окупится их приобретение и он составляет примерно 4 года.

Как видно, преимуществ у данного метода существенно больше, чем недостатков.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте основные методы сжигания отходов
2. Принцип работы МСЗ?
3. Получение энергии путем мусоросжигания
4. Охарактеризуйте принцип пиролиза.
5. Охарактеризуйте принцип плазменного сжигания отходов

Заключение

В учебном процессе для образовательной программы магистратуры «7M05201 Геоэкология и управление природопользованием» (2 года), при подготовке специалистов в области управления отходами по курсу «Рациональное энергоиспользование отходов производства и энергосбережение», занимает одно из ведущих мест, поскольку рассматривают вопросы утилизации и вторичной переработки материалов и различных бытовых отходов с целью возврата их в производство и улучшения экологии, а также преобразование отходов в энергию.

В данном учебном пособии представлено обобщение современных взглядов на методы и способы вторичной переработки тары, упаковки и твёрдых бытовых отходов, различных других отходов производства и сельского хозяйства.

Большую помощь магистрантам при написании магистерской диссертации и магистерском проектировании окажут приведенные в пособии современные конструкции оборудования и основные технологические схемы утилизации и вторичной переработки отходов, материалов и твёрдых бытовых отходов.

Учебное пособие разработано в рамках реализации задач международного проекта Эрасмус + «Продвижение циркулярной экономики в странах-партнерах путем разработки и реализации магистерской программы «Управление отходами» (UnWaste).

Список использованных источников

1. Закон Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» .2012 год.
2. Шубов Л. Я. Технология отходов: учебник / Л. Я. Шубов, М. Е. Ставровский, А. В. Олейник; под ред. Л. Я. Шубова. - Москва: Альфа-М: ИНФРА-М: Уником Сервис, 2016. - 349 с.
3. Ветошкин, А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 304 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72577>. –
4. Утилизация и вторичная переработка тары и упаковки из полимерных материалов : учебное пособие / А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. К. Скуратов, М. В. Соколов, В. Г. Однолько. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 100 с.
5. Гринин, А. С. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. – Москва : Фаир-пресс, 2020. – 336 с.
6. Денисов, В.В. Основы природопользования и энергоресурсосбережения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, Т.И. Дровозова, А.П. Москаленко ; под ред. В.В. Денисова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 408 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99218>.
7. Корабаев Л.Д. Экономия энергоресурсов в сельском хозяйстве -М.: Афопромиздат.: 1988.- 207 с.
8. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. Учеб.пособие./ Под ред.Л.Д.Богуславского, В.И.Ливчака и др. - М.: Стройиздат, 2015. – 624 с.
9. Павлов Л. Газ ожидает выхода //www.agroperspektiva.com – АГРОперспектива № 8, 2011.
- 10.Гринин А.С. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка / А.С. Гринин, В.Н. Новиков. – Москва: Фаир-пресс, 2012. – 336 с.
- 11.Шубов Л.Я. Технология твёрдых бытовых отходов: учебник / Л.Я. Шубов, М.Е. Ставровский, А.В. Олейник; под ред. Л. Я. Шубова. – Москва: Альфа-М: ИН-ФА-М, 2018. – 400 с.
- 12.Утилизация и вторичная переработка тары и упаковки из полимерных материалов: учебное пособие / А.С. Клинков, П.С. Беляев, В.К. Скуратов, М.В. Соколов, В.Г. Однолько. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО «ТГТУ», 2010. – 100 с.
- 13.Галицкая И.В. Экологические проблемы обращения и утилизации бытовых и промышленных отходов // Геоэкология. Инженерная геология.

- Гидрогеология. Геокриология, 2015, № 2, с. 144-147.
14. Марьин В.К., Кузнецов Ю.С., Белоусов В.В., Калашников Д.В. Технологические основы переработки отходов: Учебное пособие. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 204 с.
 15. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. – М.: Стройиздат, 2017. – 352 с.
 16. Семенов В.Н. Современный комплекс для переработки бытовых и промышленных отходов // Технология машиностроения, 2015, № 1.
 17. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. – М.: КолосС, 2013. – 230 с.
 18. Спасибожко В.В. Основы безотходной технологии: Учебное пособие. – 2-е изд. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2011. – 132 с.
 19. Гарин В.М., Кленова И.А., Хвостиков А.Г.. Технологии утилизации и переработки отходов. Учебное пособие. Ростов-на-Дону, 2005. - 51 с.
 20. <http://ztbo.ru> - Переработка мусора. Инвестиции в будущее.
 21. Комплексные районные тепловые станции: концепция / В.Е. Накоряков, С.В. Алексеенко, А.С. Басин, А.В. Попов, Г.И. Багрянцев. - Новосибирск: ИТ СО РАН, 1996. - 15 с.
 22. Система очистки дымовых газов в проекте Бердского опытного мусороперерабатывающего завода / В.Г. Глушков, Е.Н. Гришин, А.Д. Рябцев // Очистка и обезвреживание дымовых газов из установок, сжигающих отходы и мусор. - Новосибирск: ИТ СО РАН, 2009. - С.91-103.
 23. Ветошкин А.Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления: учебное пособие / А. Г. Ветошкин. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 303 с.
 24. Бобович, Б. Б. Переработка промышленных отходов : учебник для вузов / Б. Б. Бобович. – Москва : «СП Интермет Инжиниринг», 1999. – 445 с.
 25. Обращение с отходами производства и потребления в системе экологической безопасности : научно-методическое пособие / В. А. Грачев, А. Т. Никитин, С. А. Фомин и др. ; под общ. ред. членкорр. РАН, проф. В. А. Грачева и проф. А. Т. Никитина. – Москва : Изд-во МНЭПУ, 2009. – 500 с.