

Общество с ограниченной ответственностью Агентство «ЯроМакс» / РФ, 119270, Москва, Комсомольский проспект, дом 45, офис 42
Телефон: (+7.495) 609.10.11, 609.10.12, 609.10.13 / Факс: (+7.499) 766.82.32 / E-mail: info@jaromax.ru / Internet: www.jaromax.ru
Генеральный директор: Данилов Владимир Владимирович

Новая концепция термической утилизации отходов производства в целлюлозно-бумажной и древесноплитной промышленности

Автор: Данилов Владимир Владимирович

г. Санкт-Петербург, 10.10.2007 г.

Уважаемые коллеги,

нашему докладу мы дали название «Новая концепция термической утилизации отходов производства в целлюлозно-бумажной и древесноплитной промышленности». В общем-то, идея термической утилизации, т.е. сжигания отходов производства с последующим использованием полученного тепла, не является новой. Немецкая фирма Richard Kahlitz & Mitthof GmbH, которую мы имеем честь представлять в России, занимается этой темой уже с 1901 года. Тогда она еще называлась «Рижское общество по снижению затрат на производство пара и контролю горения». Да-да, именно рижское, поскольку фирма была основана в Риге нашим соотечественником Рихардом Каблицем и имела свои конструкторские бюро и производственные площади в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде и Калуге. Уже позже, в 50-е годы XX века, Рихард Каблиц с семьей покинул Россию и переехал в небольшой городок Лауда, что под Вюрцбургом на Юго-Западе Германии. Первые патенты на экономайзеры и воздухоподогреватели, повышающие КПД паровых котлов, были получены фирмой Каблиц в России. И первый патент на механическую колосниковую решетку, имитирующую ручную загрузку твердого топлива на гармоникоподобную решетку,двигающуюся вверх-вниз, был также получен в Советской России. Уже тогда, в 20-е годы прошлого столетия, тема сжигания угля, антрацита, кокса, торфа и горючего сланца получила свое продолжение в виде сжигания древесных отходов для получения тепла в промышленных масштабах.

Новизна нашей концепции, которую мы хотим представить сегодня Вашему вниманию, заключается в комплексном подходе к данному вопросу. Наша концепция предусматривает все и сразу: утилизацию отходов высшей категории сложности, обеспечение производства технологическим теплом, энергосбережение и эффективное замещение дорогостоящих энергоносителей и, наконец, надлежащую охрану окружающей среды. Но обо всем по порядку.

Тезис 1 Актуальность вопросов термической утилизации отходов производства в целлюлозно-бумажной и древесноплитной промышленности.

В процессе промышленной переработки древесины, в т.ч. для производства целлюлозно-бумажной продукции и древесных плит, неизбежно возникают отходы, большую часть которых, к счастью, удастся использовать повторно: либо путем возврата в технологический цикл того же производства, либо путем вторичной переработки на предприятиях из смежных отраслей. При этом отрадно констатировать тот факт, что доля вторичного сырья в выпуске готовой продукции постепенно возрастает. Однако, значительную часть отходов производства повторно использовать все же не удастся, поскольку это или невозможно, или попросту нежелательно. В последнем случае причин может быть несколько: иногда это связано с возможным ухудшением качества готовой продукции, иногда с отсутствием технологии, предусматривающей возврат отходов в производственный цикл, а иногда это попросту невыгодно в связи с отсутствием по близости комплекса по глубокой переработке древесины.

Такие отходы производства условно назовем безвозвратными. Как правило, к ним относятся: кора, опилки, отсев, древесная (в т.ч. шлифовальная) пыль, а также продукты вспенивания и шламы от целлюлозно-бумажного производства. К безвозвратным отходам можно отнести и так называемый древесный лом, который принято относить в сферу мусороперерабатывающей промышленности. Речь идет об одноразовых транспортных палетах, шпалах, старых деревянных окнах, дверях и других, подобно-го рода отходах. Но об этом чуть позже.

До сих пор во всем мире безвозвратные отходы производства, как правило, вывозились на полигоны, поскольку такой способ утилизации был всегда самым простым и дешевым. По этой причине вместе с безвозвратными отходами порой вывозятся и качественные отходы, обладающие большим технологическим или энергетическим потенциалом. Но эту проблему мы затрагивать не будем, т.к. она лежит совершенно в другой плоскости обсуждения. По мере роста экологической ответственности людей и осознания негативных последствий повышается стоимость вывоза отходов на полигоны, а порой и их полный запрет. Это происходит на фоне удорожания энергоносителей. И в первую очередь ископаемых видов топлива. В этой связи становится все более актуальным поиск альтернативных способов утилизации безвозвратных отходов производства.

Термический способ утилизации отходов представляется нам наиболее рациональным при решении данной проблемы. Речь идет о сжигании безвозвратных отходов производства с одновременной выработкой тепловой и электрической энергии, в т.ч. для обеспечения технологических задач. Дело в том, что количество образующихся отходов, как правило, находится в прямой зависимости от потребности предприятия в энергии. По мере увеличения производства, а вместе с ним и энергопотребления образуется все больше отходов. Поэтому в большинстве случаев собственных отходов оказывается достаточно для полного обеспечения теплом технологических потребителей, а иногда и вспомогательных нагрузок (отопление, горячее водоснабжение).

В процессе производства безвозвратные отходы могут образовываться в довольно большом количестве. Поэтому появляется возможность значительно сократить потребление ископаемых видов топлива и снизить энергетическую составляющую в себестоимости готовой продукции.

Другими словами, у целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих предприятий появляется уникальная возможность не только сэкономить на вывозе безвозвратных отходов производства и тем самым внести свою лепту в дело защиты окружающей среды от загрязнения, но и обеспечить свое энергопотребление полностью за счет собственных, условно говоря, бесплатных энергетических ресурсов.

Тезис 2 Особенности термической утилизации древесных отходов производства (древесного лома, коры, пыли и других проблемных биомасс).

Особенностью термической утилизации безвозвратных древесных отходов производства является проблематичность их сжигания. Проблема заключается в низком качестве этого топлива, что связано прежде всего с его некондиционностью и повышенным содержанием шлакообразующих компонентов. В таком топливе могут постоянно меняться содержание воды и появляться всевозможные примеси (как механические, так и химические). Кроме того, при выборе энергетической концепции, а попросту говоря, при проектировании котельной установки, необходимо учитывать и экологические аспекты.

В отношении выделения CO_2 древесина в отличие от ископаемых видов топлива (природного газа, продуктов нефтепереработки, угля и др.) является нейтральным топливом. Это означает, что при ее сжигании в атмосферу выделяется только такое количество углекислого газа, которое было поглощено из нее растущим деревом в процессе фотосинтеза. С этой точки зрения использование древесного топлива в качестве источника энергии является более предпочтительным.

Однако, при проектировании энергетической установки для термической утилизации древесных отходов производства (в первую очередь древесного лома), а также для получения технологического тепла или совместной выработки электрической и тепловой энергии необходимо учитывать особые эксплуатационные свойства этого вида топлива.

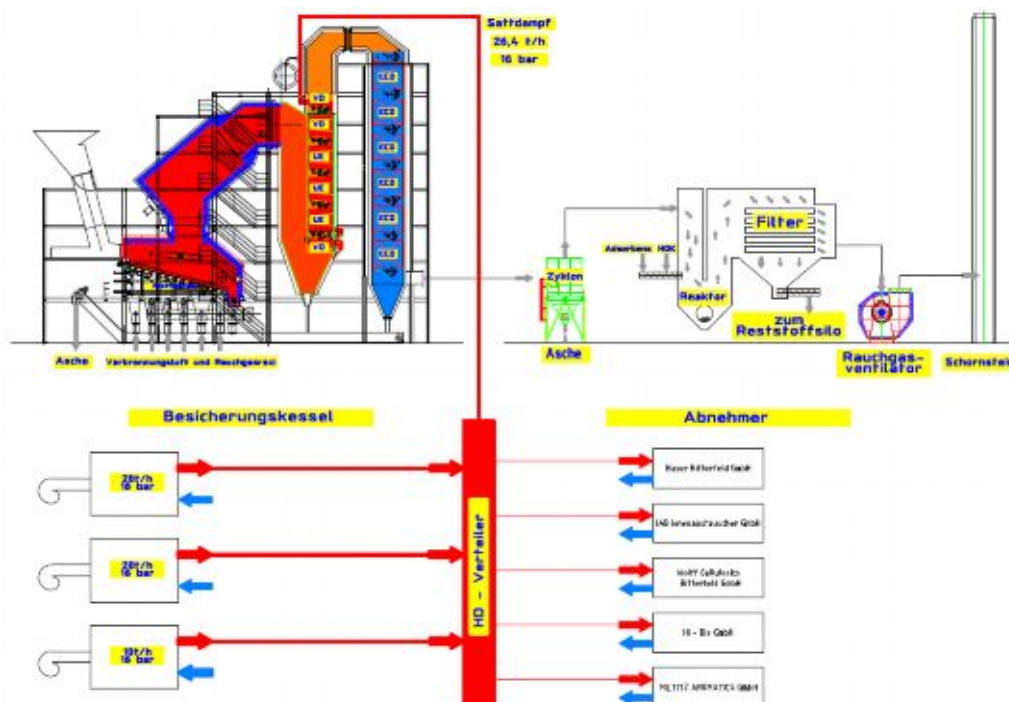
Для соблюдения предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ, образующихся при сжигании древесных отходов, необходимо учитывать действующие правила по охране окружающей среды. В частности, это относится к комплектации энергоцентра надлежащими устройствами для очистки отработавших газов. Так, для минимизации выбросов оксидов азота активно применяется технология SNCR с использованием карбамида.

Тезис 3 Возможности термической утилизации шлама, продуктов вспенивания и прочих безвозвратных отходов целлюлозно-бумажного производства.

Безвозвратные отходы производства, образующиеся на целлюлозно-бумажных предприятиях, также поддаются термической утилизации. Так, продукты вспенивания обычно сжигаются на механической колосниковой решетке, а шламы - во взвешенном состоянии путем впрыскивания их в топку. При этом речь идет о попутной утилизации шламов, т.к. в общем количестве топлива допускается только ограниченное содержание этого вида отходов. Прочие безвозвратные отходы производства можно также сжигать на колосниковой решетке. Однако оптимальным является их сжигание во взвешенном состоянии путем вдувания в топку через отдельные форсунки.

Предлагаем рассмотреть энергетическую концепцию Kablitz, реализованную по проекту Биттерфельд (Bitterfeld) в Германии. Эта концепция упрощенно показана на нашей схеме.

Схема энергоустановки Kablitz в Биттерфельде (Германия).

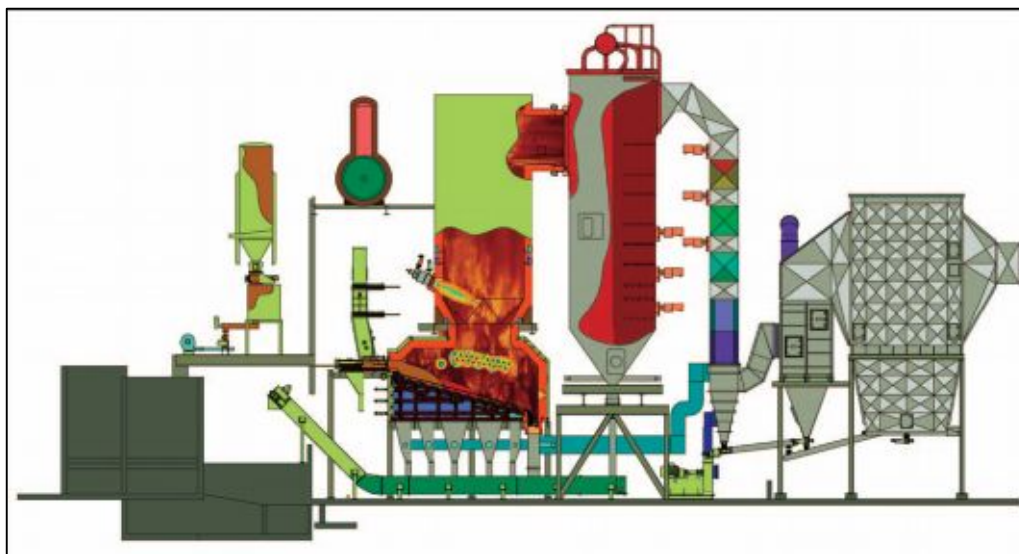


На схеме представлена концепция энергоцентра Kablitz, в соответствии с которой различные отходы производства, образующиеся на нескольких бумажных фабриках, централизованно собираются в одном месте и используются в котле-утилизаторе в качестве топлива для получения тепловой энергии.

Топливо подается в котел через вертикальную шахту и гидротолкателем запрессовывается в обмурованную топку с подвижной колосниковой решеткой. Из колосниковой топки горячие газы поступают в запатентованную камеру дожигания Kablitz, где происходит их дополнительная термическая очистка. Из наклонной камеры дожигания горячие газы поступают в холостой газоход для полной доочистки от летучих частиц и только потом в теплообменник (паровой котел-утилизатор). Специальная система очистки отработавших газов обеспечивает соблюдение предельно допустимых концентраций вредных веществ в соответствии с немецкими правилами BImSchV 17. Перегретый пар направляется через коллектор высокого давления к различным теплопотребителям. Резервирование работы энергоцентра на время останова большого котла-утилизатора осуществляется с применением газовых паровых котлов. Таким образом обеспечивается бесперебойность теплоснабжения круглый год.

Рассмотрим другую энергетическую концепцию Kablitz, реализованную по проекту Канадиэн Пасифик Форест Продактс (Canadian Pacific Forest Products) совместно со шведской компанией Goetaverken Energy Systems (концерн Kvaerner Pulping Technologies).

Схема энергоустановки Kablitz по проекту Канадиэн Пасифик Форест Продактс.



Фирма Kablitz совместно со шведским котлопроизводителем разработала и внедрила концепцию одновременного сжигания коры и шламов. Кора посредством шнеков повышенной производительности загружается на механическую колосниковую решетку ворошильного типа, имеющую водяное охлаждение. Перед загрузкой коры в нее непрерывно добавляются шламы. Топливная смесь из коры и шламов обеспечивает выработку примерно 136 тонн пара в час. Дополнительные газогорелочные устройства, которые могут включаться при работе на твердом топливе, способны увеличить общую паропроизводительность котла до 227 т/ч. Максимальная установленная мощность котла при работе только на газе может достигать 272 т/ч. Параметры перегретого пара таковы: давление 8,7 МПа, температура 482°C.

Как следует из вышеизложенного, безвозвратным отходам производства, образующимся на предприятиях целлюлозно-бумажного и древесноплитного комплекса, можно и нужно находить энергетическое применение.

Тезис 4 Решение экономических, технологических и экологических задач в процессе термической утилизации отходов производства.

Термическая утилизация отходов производства дает целый ряд экономических преимуществ, о которых мы уже упоминали выше:

- 1) Снижение затрат на вывоз отходов на полигоны или даже полный отказ от них.
- 2) Снижение затрат на природоохранные мероприятия.
- 3) Увеличение гарантий поставки топлива (прежде всего собственных отходов).
- 4) Снижение расхода природного газа, мазута и других ископаемых видов топлива.
- 5) И как итог, общее сокращение доли энергозатрат в себестоимости готовой продукции.

Основное технологическое преимущество при термической утилизации отходов производства заключается в возможности решения сразу двух глобальных задач: уничтожение безвозвратных отходов и обеспечение теплом технологических потребителей.

- 1) Возможно получение насыщенного или перегретого пара с самыми высокими параметрами.
- 2) Возможна совместная выработка тепловой и электрической энергии как для нужд собственного предприятия, так и для нужд сторонних потребителей.
- 3) Возможен нагрев органического теплоносителя (так называемого «термомасла») для обеспечения высокотемпературных теплопотребителей.
- 4) Дополнительно возможно получение тепловой энергии для централизованного теплоснабжения, в т.ч. отопления и горячего водоснабжения.

И наконец, при термической утилизации отходов производства обеспечивается рациональная защита окружающей среды: как за счет работы энергоцентра на нейтральном в отношении CO_2 древесном топливе (или как сейчас принято выражаться, на биомассе), так и за счет уменьшения количества полигонов и за счет сокращения попадания вредных веществ в водоемы. В настоящее время в некоторых странах, например в Германии, даже намечается тенденция по вскрытию старых захоронений мусора с его последующей сортировкой и сжиганием на специальных мусороперерабатывающих заводах, где в т.ч. применяются и технологии Kablitz.

К вопросу термической утилизации отходов производства рекомендуем подходить комплексно. В свою очередь при комплексном подходе прежде всего следует определить, какая из поставленных задач является приоритетной (производственная, топливная, природоохранная, бюджетная и др.) и затем руководствоваться этими приоритетами. В частности, при выборе энергетической концепции и последующем проектировании энергоцентра необходимо исходить не только из максимальных потребностей, но и учитывать реальные возможности, такие как: наличие основного топлива (отходов производства), наличие резервных видов топлива (например, природного газа, мазута, угля и др.), допустимое содержание твердотопливных фракций и их соотношение между собой. Кроме того, необходимо принимать во внимание такие эксплуатационные моменты как: режим работы энергоцентра (максимальная, минимальная и усредненная нагрузка), частота плановых остановок на обслуживание и ремонт оборудования, степень автоматизации энергоцентра и т.д. И наконец, в проекте необходимо изначально формулировать требования по установленной и фактической мощности основных компонентов энергоцентра, по общему КПД использования топлива, по степени очистки дымовых газов и т.д. и устанавливать критерии оценки на соответствие оборудования заданным требованиям.

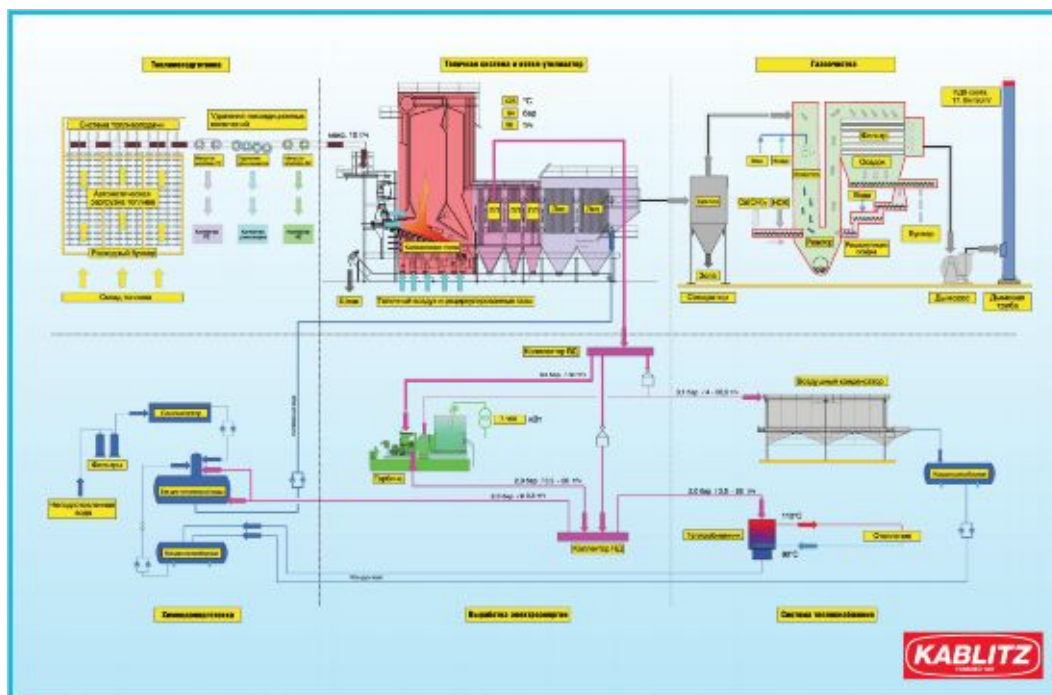
Тезис 5 Комплексный подход на практике.

Когенерация тепловой и электрической энергии путем термической утилизации отходов производства.

Одним из ярких примеров комплексного решения задач является совместное получение тепловой и электрической энергии путем сжигания твердых отходов производства. Энергетические установки Kablitz с паровыми котлами-утилизаторами позволяют получать перегретый пар с высокими параметрами и эффективно вырабатывать электрическую энергию с максимальным КПД.

Рассмотрим упрощенную схему когенерационной установки Kablitz с паровым котлом-утилизатором, работающим на различных биомассах в составе мусоросжигательного завода в Оденвальде (Германия).

Схема когенерационной установки Kablitz в Оденвальде (Германия).



В качестве основного топлива используются только некондиционные древесные отходы производства, которые свозят со всех окрестных предприятий. К таким некондиционным отходам относятся древесный лом (старые окна, двери, деревянная мебель, тара и упаковка, просмоленные доски, шпалы и т.п.), а также обрезки ламинированной и крашеной плиты и частично шлифовальная пыль, которые невозможно сжечь в обычных котельных установках. Кроме того, в качестве основного топлива используется утиль с ликвидируемых полигонов. Речь идет о частично созревшей биомассе, имеющей чрезвычайно низкую теплотворную способность, но при этом (как и в случае с древесным ломом) очень высокое содержание шлакоулавливающих веществ.

Перед загрузкой твердого топлива в котел производится его предварительная подготовка: измельчение, сортировка и условное перемешивание для получения гомогенной топливной смеси. Для обеспечения заданных эксплуатационных и экологических параметров из твердотопливной смеси удаляются по мере возможности длинномеры, а также черные и цветные металлы и иные крупные механические включения. Естественно, что гвозди и фурнитуру, как правило, удалить невозможно, поэтому такие включения попадают в топку котла вместе с топливом, но при этом никаких проблем не создают.

В качестве резервного топлива для покрытия пиковых нагрузок и плавного регулирования мощности используется природный газ.

Максимальная мощность котла составляет 30 тонн пара в час, максимальная электрическая мощность 7,1 МВт, мощность отопительной нагрузки от 3,5 до 26 тонн пара в час. Полученный в котле пар с давлением 6,4 МПа и температурой 425°C направляется в турбину. Все остаточное тепло, включая тепло отработавших газов, оптимально используется в системе централизованного теплоснабжения. Полученный конденсат с минимальными потерями возвращается в котел.

Шлаки и зола от всех компонентов котлосистемы собираются по отдельности и затем подаются на единый скребковый транспортер. Шлако- и золоудаление осуществляется мокрым способом и в полностью автоматическом режиме. Отработанные шлаки могут применяться в строительстве или дорожном хозяйстве. Для минимизации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу принят целый комплекс мероприятий. Так, низкое содержание СО в топочных газах обеспечивается за счет поддержания во всем газовом тракте необходимой температуры горения и дожигания, а также частичной рециркуляции отработавших газов. Низкое содержание летучей пыли в дымовых газах обеспечивается за счет многоступенчатой системы газоочистки с применением комбинации из мультициклона и электростатического фильтра мокрой очистки. Низкое содержание оксидов азота в энергетической установке, работающей с топливом высшей категории сложности, стало возможным благодаря технологии SNCR с применением карбамида.

Установка работает полностью в автоматическом режиме. Из обслуживающего персонала на всем предприятии присутствуют только начальник смены, дежурный механик и тракторист. Хотя следует отметить, что персонал котельной может в любое время обратиться за помощью в соседнее сервисное предприятие, с которым заключен договор об ответственном обслуживании.

Энергоцентр Kablitz имеет потрясающие эксплуатационные показатели. Расчетный срок работы котла между плановыми остановами на обслуживание и ремонт составляет 8000 часов. По договоренности с эксплуатационным предприятием фирма Каблиц, будучи разработчиком и поставщиком энергоцентра, имеет доступ ко второму уровню системы управления, что позволяет в режиме онлайн проводить мониторинг всех основных компонентов энергоцентра и в случае необходимости более оперативно реагировать на ту или иную ситуацию. Органы экологического надзора также имеют возможность вести круглосуточный интерактивный мониторинг фактических выбросов загрязняющих веществ.

Тезис 6 Комплексный подход на практике.

Получение технологического тепла путем термической утилизации отходов производства на заводе МДФ.

Другим ярким примером комплексного решения задач стала концепция централизованного теплообеспечения с применением единого высокотемпературного органического теплоносителя ВОТ (термомасла) и с использованием в качестве основного топлива собственных отходов производства. Эта концепция Kablitz была принята на томском заводе МДФ, крупнейшем в России.

Схема энергоцентра Kablitz на заводе по производству МДФ (Россия).



К основным технологическим теплопотребителям на производстве МДФ относятся:

- * дефибратор-рафинер для получения волокна из щепы термомеханическим способом (для теплообеспечения дефибратора-рафинера требуется насыщенный пар);
- * сушилка волокна, для обеспечения которой требуются термически очищенные горячие газы с определенной рабочей температурой;
- * непрерывный горячий пресс для прессования ковра МДФ (для нагрева плит пресса требуется горячее термомасло);
- * двухленточный горячий пресс для ламинирования плиты МДФ (для термостатирования плит пресса требуется горячее термомасло).

К вспомогательным теплопотребителям на данном производстве МДФ, в частности, относятся:

- * система предварительной мойки щепы, для которой требуется насыщенный пар;
- * система отопления цехов и помещений, для которой требуется горячая вода, а также
- * система горячего водоснабжения, для которой также требуется горячая вода.

Не только термомасляные, но и паровые и водяные теплопотребители на всем предприятии было решено обеспечивать посредством унифицированного органического теплоносителя (термомасла). Так, выработка технологического пара должна осуществляться через отдельный термомасляный парогенератор, а нагрев воды на отопление и ГВС в отдельных термомасляных бойлерах. Резервирование системы отопления осуществляется обычным газовым котлом ВОР, который подключается к единой термомасляной гребенке. Экономичность термомасляной системы обеспечивается за счет оптимального расположения котлов по отношению к теплопотребителям.

В соответствии с принятой концепцией общая установленная тепловая мощность энергоцентра Kablitz составляет примерно 100 МВт и распределяется на две термомасляные установки: большую и малую. Большая термомасляная установка имеет общую мощность около 70 МВт. Эта мощность обеспечивается механической колосниковой решеткой, комбинированной пылегазовой горелкой и пылегранулятным инжектором. Горячие топочные газы большой установки утилизируются в термомасляном котле общей нетто-мощностью 40 МВт. Для улучшения эксплуатационных показателей конструкция жидкостного котла-утилизатора предусматривает последовательное разделение поверхностей нагрева на лучистую и конвективные. Малая термомасляная установка имеет общую мощность 30 МВт. Эта мощность также обеспечивается механической колосниковой решеткой, комбинированной пылегазовой горелкой и пылегранулятным инжектором. Горячие топочные газы малой установки утилизируются в термомасляном котле общей нетто-мощностью 13 МВт. Жидкостной котел-утилизатор в данном случае имеет обычную трехходовую лучисто-конвективную конструкцию.

Мощность отдельных компонентов оборудования подобрана из расчета на макс. количество топлива, которое имеется в наличии при том или ином режиме работы, а также из расчета на соответствующие тепловые нагрузки, определенные генеральным поставщиком, немецкой фирмой Dieffenbacher.

Обеспечение сушилки волокна горячими газами осуществляется так называемым газогенератором. Газогенератор - понятие условное. Он представляет собой некий системный блок энергоцентра в виде комбинации топочных, горелочных и тягодутьевых устройств, а также воздухопроводов и газоходов, предназначенных для направления потока горячих газов непосредственно в сушилку, т.е. минуя поверхности нагрева теплоносителя. Для достижения необходимой технологической температуры сушильного агента в газогенераторе предусматривается отдельная смесительная камера. При такой компоновке энергоцентра появляется возможность дополнительной рекуперации тепла отработавших газов котла-утилизатора путем их подмешивания в смесительную камеру газогенератора. В этом случае общий КПД установки стремится к 100%. В зависимости от того, в каком режиме функционирует энергоцентр: в режиме газогенератора (когда работает только сушилка), в режиме теплогенератора (когда работают только термомасляные теплопотребители) или в комбинированном режиме (когда работают и сушилка, и термомасляные теплопотребители), горячие газы могут направляться или только в смесительную камеру, или только в котлосистему, или одновременно в смесительную камеру и котлосистему в необходимых пропорциях в зависимости от нагрузки.

Компоновка энергоцентра Kablitz позволяет всем системам работать гибко и без потребления резервного топлива. Резервное топливо (например, газ или мазут) предполагается использовать только в качестве запального топлива, а также резерва при отсутствии твердого топлива (отходов производства).

Горячие газы от энергетической установки получают дополнительную очистку непосредственно в трубе-сушилке и только после этого становятся отработавшими. Отработавшие газы направляются в дымовую трубу через циклон и электрофильтр, которые в свою очередь обеспечивают максимальную очистку дымовых газов от летучей пыли. Комплекс первичных мероприятий, включая термодожигание с применением запатентованной турбосистемы Kablitz, обеспечивают минимальное загрязнение атмосферы угарным газом и оксидами азота.

И наконец, следует отметить, что все системы энергоцентра Kablitz работают в полноавтоматическом режиме и без обслуживающего персонала. Это становится возможным благодаря такому свойству органических флюидов как полное отсутствие давления при соответствующей рабочей температуре жидкости, что связано с высокой температурой кипения этого теплоносителя.

В завершение нашего доклада остается только повторить, что термическая утилизация отходов производства способна решить целый ряд задач, стоящих перед предприятием: экологических, экономических, технологических и других. А при комплексном подходе к этому вопросу открываются все новые и новые перспективы.

Представьте себе, ведь речь идет о высокоэффективном получении технологического тепла с применением условно бесплатного топлива без ущерба для окружающей среды!

Такой подход вполне соответствует современным требованиям.

Благодарим за внимание.

Данилов В.В.
ООО Агентство «ЯроМакс»