

Э. С. Салехов
E. S. Salekhov

Взаимосвязь технологического решения и объемно-планировочной структуры мусороперерабатывающего завода

The relationship between the technological solution and the space-planning structure of the waste processing plant

Ключевые слова: МСЗ, МПК, твердые бытовые отходы (ТБО), дымовая труба, отходы, установка, архитектурно-планировочные приемы, объемно-планировочное решение

Keywords: waste incineration plant (WIP), waste recycling plant (WRP), solid waste, chimney, waste, installation, architectural and planning techniques

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы влияния технологической схемы мусоросжигательного и мусороперерабатывающего заводов на объемно-планировочное решение здания.

Abstract. The article deals with the issues of the influence of the technological scheme of the incineration and waste processing plants on the space-planning solution of the building.

Мусоросжигательный завод является одним из видов мусороперерабатывающего завода. Данный тип предприятия отличается разнообразием планировочных решений, технологических схем, дизайнерского оформления.

К мусоросжигательным заводам предъявляются повышенные требования по экологии. Основная миссия инженеров в данном направлении – снижение вредных выбросов в атмосферу и утилизация мусора без остатка. В наши дни прослеживается стремление внедрить МСЗ в городскую жизнь, сделать завод безопасным для людей и городских территорий. Современное оборудование, предоставляющее возможность безопасного включения МСЗ в городское пространство, призвано решать ряд экологических проблем крупных мегаполисов [5]. Именно от разработки современного оборудования зависит успешное решение этой задачи.

Все основные агрегаты МСЗ увязаны в технологическую цепочку, но их пространственное расположение имеет большое количество вариантов. Эта особенность технологии открывает возможности для поиска композиционных решений. Наиболее приспособленным к изменениям пространственных взаимосвязей является такое оборудование, как парогенераторы, дымососное, тягодутьевое и очистное оборудование, фильтры и градирни [4]. В итоге создается возможность получения практичной и эффективной объемно-планировочной структуры завода с художественно-выразительным решением фасадов.

В отличие от переработки сжигание является более энергоемким и быстрым процессом, который помогает без остатка утилизировать отходы, не превращая их в другие продукты. Побочные продукты переработки, такие как тепловая энергия, могут использоваться для центрального отопления или выработки электроэнергии. Для этой цели в технологическую схему добавляются турбогенераторные установки, котельные, ленточные транспортеры, что усложняет планировочное решение и обогащает архитектурное решение завода.

Существует несколько основных установок для сжигания мусора, которые применяются на муниципальных заводах:

- 1) сжигание во вращающейся печи;
- 2) сжигание на подвижной колосниковой решетке;
- 3) пиролиз в вертикальном котле.

Каждая из технологических схем имеет свою компоновку и предопределяет объемно-планировочное решение здания завода. Приведем некоторые примеры мусоросжигательных заводов в мировой архитектуре и связь их технологического и объемно-планировочного решения.

Для начала остановимся на заводах с использованием технологии сжигания на колосниковой решетке.

Мусоросжигательный завод в Роскилле, Копенгаген (арх. Э. ван Эгерат). Завод выполнен с использованием технологии сжигания на колосниковой решетке. Здесь компоновочная схема линейная, высота оборудования растет от приемного отделения к дымовой трубе. Объемно-планировочное решение также растет вверх «лесенкой», что определяет архитектурный облик здания как ступенчатый объем. Художественное решение фасадов подчеркивается применяемыми материалами ярких цветов.

Мусороперерабатывающий завод-электростанция CopenHill (Amager Bakke) Копенгаген. Данный объект получил свою известность благодаря горнолыжному склону, устройство которого стало возможным благодаря технологическому решению завода. На разрезе мы видим, как высота оборудования постепенно повышается, что делает возможным устройство наклонной кровли и, соответственно, горнолыжного склона наверху. Административная часть была обустроена на высокой стороне завода и занимает несколько этажей друг над другом. На самой вершине расположилось кафе. Таким образом, благодаря технологическому решению удалось запроектировать объект с наклонным объемом.

Мусоросжигательный завод в Кракове, Польша. Данный завод также использует технологию сжигания на колосниковой решетке с бункером-накопителем. Здесь автором было решено сделать вытянутое здание завода в форме «рельефа» или серии «холмов», что придало особый архитектурный облик. Планировка комплекса делится на две основные зоны: входная

зона, состоящая из административно-образовательного и социального комплекса, и технологическая зона.

Технология сжигания на колосниковой решетке требует больших строительных объемов разной этажности, что отражается на облике здания. В целом, планировочное решение завода характеризуется большой площадью застройки и большой высотой оборудования.

Теперь рассмотрим примеры заводов с вертикальной, компактной компоновкой оборудования с использованием *технологии сжигания во вращающейся печи или пиролиза синтез-газа*.

Мусоросжигательный завод в Герстаде, Швеция. Завод в Герстаде представляет собой объем с вертикальной компоновкой агрегатов. Площадь главного здания составляет 115×31 м, высота 45 м. Объект главным образом построен из стекла, что позволяет представить на обозрение рабочий процесс, печь и газоочистительную установку, которые являются элементами архитектурного ансамбля и одновременно носят образовательно-просветительскую функцию (рис. 1).

На горизонтальных участках, наряду с более традиционной нижней компоновкой дымососного и тягодутьевого оборудования, при которой большинство агрегатов по удалению дымовых газов и сама дымовая труба расположены на уровне земли, весьма распространенным становится использование верхней компоновки. В этом случае в полной мере реализуются принципы



Рис. 1. Мусоросжигательный завод в Герстаде, Швеция

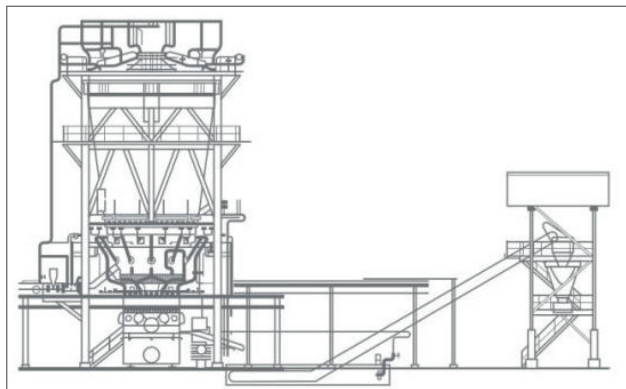


Рис. 2. Схема плазменного котла от компании Westinghouse

вертикального зонирования и технологические агрегаты устанавливаются в каркасной этажерке над печным отделением [3]. Таким образом, получается новое оригинальное объемно-планировочное решение.

Мусоросжигательный завод в Шэньчжэне, Китай. Технологическая схема завода – компактная, с горизонтальным расположением оборудования. Каждая производственная линия имеет свой котел для сжигания и систему фильтров. Архитекторы спроектировали шесть таких линий, добившись квадратной формы плана. Вокруг этого пятна в плане был описан круг, который стал внешней стеной завода. Таким образом, получилась простая круглая форма завода, на крыше которого были дополнительно установлены солнечные панели, что повысило выработку электроэнергии. Выбранная технология позволила создать лаконичное художественное решение всего объекта.

Мусоросжигательный завод в городе Лидс, Великобритания. В 2016 году в городе Лидсе, Англия, было построено и запущено в эксплуатацию предприятие по утилизации отходов, которое производит электричество и питает небольшой населенный пункт. В данном сооружении была применена технология сжигания во вращающемся барабане с вертикальной компоновкой оборудования. Объемно-планировочное решение получилось вытянутым, узким, с однородной высотой здания. На получившихся высоких ровных стенах архитекторы поместили вертикальное озеленение.

Обратимся к примерам *мусороперерабатывающих станций*. Один из комплексов находится в г. **Зенден, Нидерланды**. Он построен в 1995 году архитектором Касом Остерхезом.

Передовая архитектура Голландии представляет еще один интересный проект мусороперерабатывающей станции обтекаемой овальной формы. Проектом изначально предполагалось, что после пятнадцати лет эксплуатации мусороперерабатывающий завод будет переоборудован под спортивный или концертный зал с минимальным изменением существующей конструкции. Вытянутая форма здания, которая отразилась в архитектуре, обусловлена технологической линией – офисные помещения располагаются в зоне «головы» здания, складские помещения – в «шее», а ангар, в котором расположены перерабатывающие установки, – в «теле» [5].

Другим примером является **мусороперерабатывающая станция в г. Дельфте, Нидерланды**. Архитектор Бен ван Беркель спроектировал станцию в 1995–2000 годах. Технологическая цель объекта – расщепление и полная переработка бытовых отходов.

Планировка комплекса была задумана как механическая машина, архитектор отталкивался от схемы транспортных потоков на территории предприятия. Внутри находятся конвейерные ленты, сортирующие мусор. Отходы доставляют на верхний уровень и забирают с нижнего после сортировки. Транспортные потоки разделяются плато. Территория огорожена полупрозрачным забором одинаковой высоты с плато. Сверху открывается свободный вид на реку, над которой нависает конвейерная лента, сюда же ведет пешеходный мост

с велосипедной дорожкой. В итоге было получено сложное планировочное решение, включающее в себя множество путей сообщения.

Далее рассмотрим *технология плазменного мусороудаления*. Она имеет несколько достоинств. Во-первых, более компактное размещение оборудования, во-вторых, возможность почти полностью исключить вредные выбросы и опасные отходы. В технологической схеме применяется мусоросжигательный котел, плазмотрон и небольшая установка по очистке дымовых газов. Все элементы имеют, как правило, вертикальную компоновку. Технологии плазменного мусороудаления активно развиваются как у нас в стране, так и за рубежом. Однако количество подобных предприятий заметно меньше традиционных мусоросжигательных заводов, причем производственные мощности установок также невелики.

Одним из крупнейших мировых производителей плазменных мусоросжигательных установок является американская компания Westinghouse Plasma Corporation (WPC), которая занимается промышленным производством установок плазменного сжигания совместно с японской компанией HITACHI ZOLEN (рис. 2). С 2000-х годов построена сеть заводов по переработке и газификации отходов. Бытовые отходы и вредные отходы заводов превращаются в горючий газ.

Применяемая схема не требует большепролетных конструкций, большой строительной высоты. Мощность заводов от 30 до 200 т в сутки, что значительно меньше завода с классическим оборудованием средней производительностью до 300 т. Отличительной особенностью завода является открытое расположение всего технологического оборудования без навесов и стен. На первый план выходит эстетика самого оборудования, строительных конструкций, которые с помощью эффектной ночной подсветки создают особый облик завода. Так, мы уходим от традиционных стен, крыш, перекрытий, создавая красоту из планировочного решения самих технологических элементов.

Плазменные установки отличаются небольшими размерами и малой мощностью, благодаря чему могут быть размещены на территории небольшого павильона. Российские производители активно разрабатывают подобное оборудование, одним из примеров является установка плазменного сжигания в Карелии (рис. 3). В установке применяется водородный инвертор, основанный не на горении, что позволяет полностью избежать выбросов в атмосферу вредных веществ. Уничтожение мусорной массы происходит плазменными разрядами в закрытом вакуумном пространстве под воздействием поступающего чистого водорода.

Мощность машины невелика – 1,5 кВт/час, для работы необходима вода. Установку обслуживают всего два человека при помощи системы дистанционного управления. Данная технология имеет большие перспективы для развития и способна выйти на более высокий уровень переработки отходов.

Другой производитель на отечественном рынке – компания PLAZMARIUM. Фирма специализируется на

небольших установках с горизонтальной компоновкой оборудования. Типичная плазменная установка состоит из 4 базовых блоков:

- плазменная система;
- плазменный реактор;
- система очистки и охлаждения газа;
- другие вспомогательные системы (блок генерации конечного продукта, блок предварительной подготовки сырья и т. д.).

Блоки производятся индивидуально под конкретные технические требования: тип сырья или отходов, морфологический и химический состав сырья, климатическая зона [9]. Технологическую цепочку можно усложнить до гибридной установки, включающей в себя блок пиролиза отходов, блок ректификации и плазменного гидрокрекинга тяжелого остатка перегонки. В результате получается максимально эффективный процесс переработки отходов с получением синтез-газа, выработкой электрической и тепловой энергии, получением бензинового и дизельного топлива.



Рис. 3. Экспериментальная установка плазменного сжигания мусора

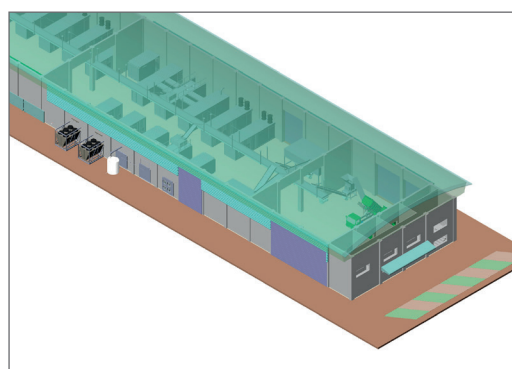


Рис. 4. Компоновка технологической линии плазменной переработки в одном ангаре

Основные преимущества плазменного завода: мобильность; простота системы обслуживания и управления установкой; простота и безопасность при монтаже и эксплуатации, отсутствие контакта персонала установки с отходами; возможность работы под открытым небом; полная экологичность процесса переработки отходов; полная переработка остатков тяжелых фракций в бензин и дизельное топливо; монтаж установки прямо на месте сбора отходов.

Стоит обратить внимание, что в случае гибридного исполнения системы сочетания двух установок (установки пиролиза и установки плазменной ректификации), выбросы (эмиссия) в атмосферу полностью отсутствуют, а возможность производства электроэнергии, тепла и топлива позволяет работать в топливонезависимом и энергонезависимом режиме. Установки могут быть размещены на открытом воздухе, поэтому оборудование должно быть эстетически совершенным. Несколько установок можно скомпоновать в одном здании и получить универсальный модуль, который можно повторить несколько раз, и спроектировать завод уже большей мощности (рис. 4).

В итоге можно получить новый тип мусоросжигательного завода, спроектированного по принципу модульности, тем самым обогатив мировой архитектурный опыт.

Таким образом, выбор технологической схемы прямо влияет на объемно-планировочное решение. Новые плазменные технологии позволяют сократить общую площадь машинного зала, уменьшить строительную высоту, строительный объем. Компактные установки позволяют уйти от больших заводов в сторону небольших помещений, которые можно пристроить к зданиям заводов или даже общественных центров и жилых

домов. Открываются новые перспективные принципы проектирования, что в дальнейшем может полностью изменить сложившийся взгляд на мусоросжигательные заводы, сделать его эстетически совершенным, практичным и безопасным для окружающей городской среды.

Список литературы

1. Борисова, А. В. Современная архитектура мусороперерабатывающих заводов / А. В. Борисова, О. О. Смолина // Труды Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (СИБСТРИН). – 2019. – № 1(71). – С. 60-72.
2. Исаева, А. Г. Формирование архитектуры экотехнопарков : дисс. ... магистра : 07.04.01 / Исаева Александра Геннадьевна ; науч. рук. В. И. Сысолятин ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2019.
3. Инженерная экология. Энциклопедический справочник / гл. ред. А. Н. Мирный. – Москва : Прима-пресс Экспо, 2009. – 895 с.
4. Методические указания к курсовому проекту по теме «Мусороперерабатывающий завод» : учебно-методическое пособие по дисциплине "Архитектурное проектирование" / М. Н. Канунников, Д. А. Хрусталева. – Москва : МАРХИ, 2015.
5. Сазыкина, Е. В. Архитектура современных утилитарных промышленных объектов городской среды на примере мусороперерабатывающих заводов и станций по очистке сточных вод / Е. В. Сазыкина // Architecture and Modern Information Technologies. – 2016. – №2 (35). – С.35-47.
6. Эволюция энергии. Извлечение чистой неиспользуемой энергии методом плазменной газификации / АНО НИИ «Территория развития». – URL: <https://rosinfra.ru/marketplace/11439>
7. Municipal Solid Waste Incineration / T. Rand, J. Haukoil, U. Marxen. - Washington D.C.: The World Bank, 1999. – URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/206371468740203078/pdf/multi-page.pdf>
8. Studio Erick van Egeraats : Projects : Waste to energy plant Roskilde / Studio Erick van Egeraats; webcite. – URL : http://www.erickvanegeraat.com/#/projects/waste_to_energy_plant_roskilde (date of access: 22.09.2015).
9. PLAZARIUM : сайт производителя. – URL: <https://www.plazarium.com/ru/> (дата обращения: 02.05.2023).

И. В. Клименко

I. A. Klimentko

Включение общественных функций при реконструкции промышленных территорий в прибрежных зонах

Inclusion of public functions in the reconstruction of industrial areas in coastal zones

Ключевые слова: прибрежные зоны, общественные пространства, эволюция прибрежных зон, реконструкция набережных, Хафен-Сити

Keywords: coastal zones, public spaces, evolution of coastal zones, reconstruction of embankments, HafenCity

Аннотация. В статье рассматриваются основные исторические этапы архитектурно-градостроительной эволюции портово-промышленных районов в прибрежных зонах. Выделяются факторы формирования архитектурной среды данных территорий, причины упадка, а также социально-экономические предпосылки реконструкции в XX веке. На примере Хафен-Сити анализируются глобальные принципы реконструкции бывших промышленных территорий с интеграцией общественных функций.

Abstract. The article examines the main historical stages of the evolution of port-industrial areas in coastal zones. The factors of the formation of these territories, the causes of decline, as well as socio-economic prerequisites for reconstruction in the XX century are highlighted. On the example of Hafen City, the global principles of reconstruction of former industrial territories with the integration of public functions are analyzed.