

ОБРАЩЕНИЕ С ЗОЛОШЛАКАМИ**3.2. Системы золошлакоудаления ТЭС****3.2.2. Золоудаление****3.2.2.10. Пневмотранспорт золы от котлов с кипящим слоем в экстремально сложных условиях на примере системы золоудаления энергоблока 460 МВт электростанции «Лагиша» в Польше**

Р. Яхович, Г. Весоловски, Г. Янота, ТОО «Энерго-Эко-Систем», Катовице, Польша

РЕЗЮМЕ

Исследования и понимание физических основ пылегазовых потоков позволили развитию технического отдела, занимающийся напорным пневмотранспортом сыпучих материалов на большие расстояния.

Техническое развитие пневмотранспорта в последние годы значительно ускорилось благодаря высокой квалификации инженеров, анализу опыта эксплуатации и его широкому промышленному применению.

Более активная производственная деятельность предприятий всех отраслей экономики, занимающихся пневмотранспортными технологиями при перемещении и складировании сырья, промышленных отходов и побочных продуктов сжигания угля позволяет более эффективно снижать техногенное воздействие на окружающую среду при одновременном уменьшении расхода электроэнергии.

1. ПНЕВМОТРАНСПОРТ**1.1. Основные элементы пневмотранспортных технологий**

Основные элементы пневмотранспортных технологий: сжатый воздух и транспортируемый материал. От физико-химических свойств, грануляции, насыпной плотности и количества транспортируемого материала зависит выбор метода пневмотранспортирования и проект оптимального технического решения для реализации конкретных задач при строительстве новых или модернизации действующих предприятий.

1.2. Проектирование установок пневмотранспорта

Проектирование установок пневмотранспорта - это индивидуальный процесс. Приступая к её проектированию необходимо узнать все свойства материала, а также финансовые возможности и требования инвестора. На этом этапе необходим опыт и знания специалистов, подкрепленные современными расчётными и проектными системами. Формальной основой для проектирования являются проектные условия, заданные инвестором или реализатором инвестиций. В случае энергетических зол базой для таких оснований являются, кроме того, результаты исследований характеристик зол эксплуатируемых котлов и пневмотранспортных установок. Такой подход осуществлялся при проектировании установок отбора и транспорта зол пылеугольных котлов.

Внедрение технологии сжигания углей в котлах с кипящим слоем (котлы с КС) в большом масштабе и собранный в последние годы опыт вынуждают провести серьёзную проверку правильности вышепредставленного поведения. Из опыта и наблюдений авторов статьи следует, что организация пневмотранспорта донных зол из котлов с КС является в настоящее время наиболее экстремальной и непредсказуемой задачей вследствие особенностей фракционного состава, физико-химических свойств и непостоянства выхода золы.

2. УСТАНОВКИ ПНЕВМОТРАНСПОРТА ЛЕТУЧЕЙ И ДОННОЙ ЗОЛЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ЛАГИША

Авторы статьи представляют польскую фирму ТОО «Энерго-Эко-Систем» (ЭЭС) из г. Катовице, которая в консорциуме с монтажной фирмой «Мостостал» (Краков) поставила «под ключ» пневмотранспортные установки удаления золы и сорбента энергоблока мощностью 460 МВт электростанции Лагиша.

Это была в последние годы самая большая инвестиция польской энергетики в строительство энергоблока с самым большим в мире котлом с кипящим слоем (котел с КС) на каменном угле. Передача энергоблока в постоянную эксплуатацию осуществлена 30 июня 2009 г.

Ниже приведены результаты анализа опытной (в период технологического пуска энергоблока) и промышленной эксплуатации установок отбора и транспортирования летучей и донной золы.

2.1. Установка пневмотранспорта летучей золы

Основные характеристики установки пневмотранспорта летучей золы из электрофильтров:

- максимальный выход - 62 т/час;
- количество трубопроводов к силосному складу летучей золы вместимостью $V=4000 \text{ м}^3 - 2$;
- длина каждого пневмотранспортного трубопровода - 550 м;
- количество пневмокамерных насосов - 16.

Технологическая схема установки пневмотранспорта летучей золы от электрофильтра представлена на рис. 1.

При опытной и промышленной эксплуатации установки пневмотранспорта летучей золы эксплуатационных проблем не возникало.

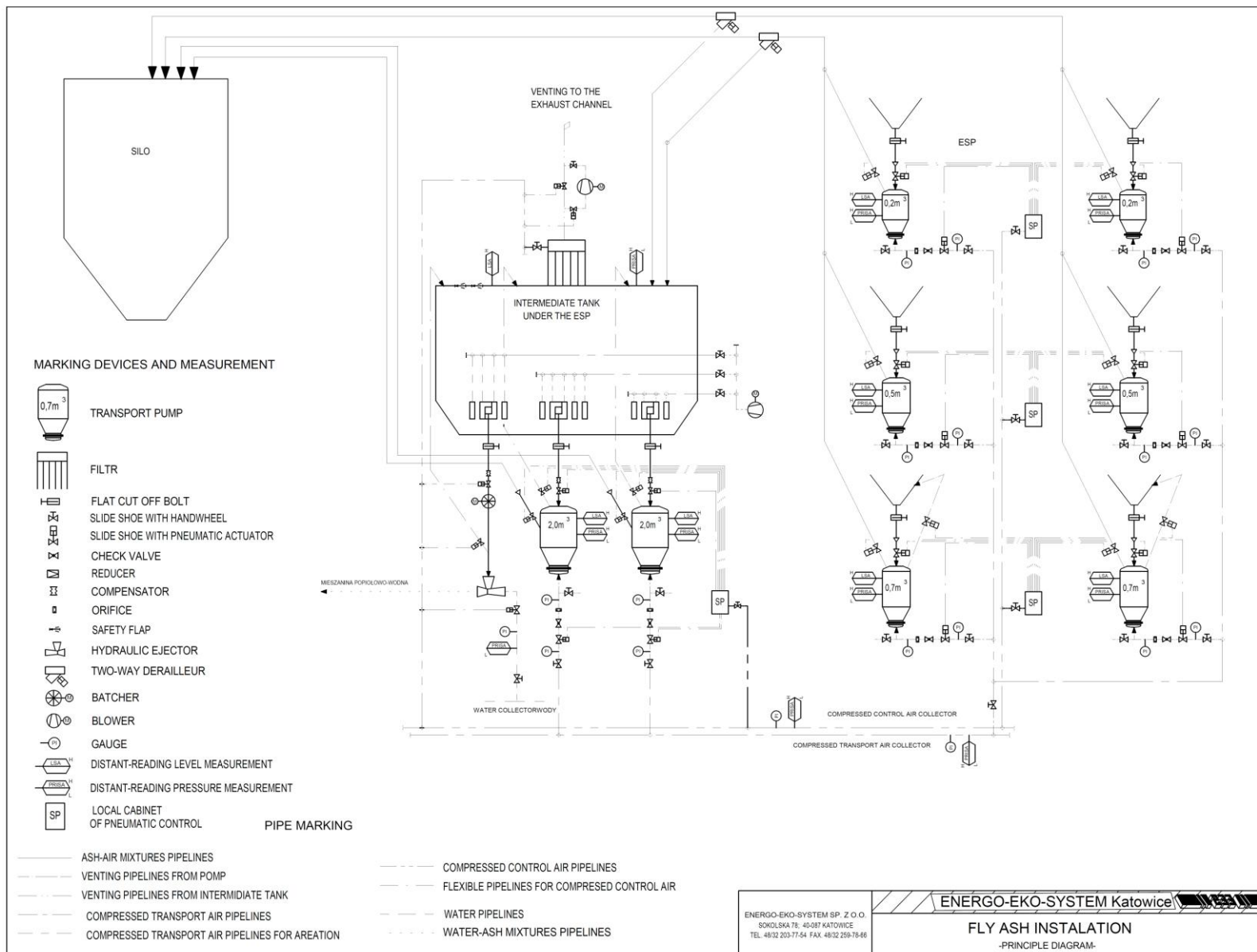


Рис. 1. Технологическая схема установки пневмотранспорта летучей золы из электрофильтра

2.2. Установка пневмотранспорта донной золы

2.2.1. Основные технические характеристики установки пневмотранспорта донной золы:

- место отбора – три выпускных патрубка сборного бункера донной золы из котла.
- максимальный выход донной золы -17,7 т/час
- количество пневмотранспортных трубопроводов к силосному складу вместимостью $V = 2000 \text{ м}^3 - 3$;
- длина каждого из пневмотранспортных трубопроводов – 520 м;
- количество колен поворотов в каждом пневмотранспортном трубопроводе – 13;
- количество пневмокамерных насосов - 3;
- давление сжатого воздуха - 0,6 бар.

В Техническом задании Контракта на проектирование и строительство установки пневмотранспорта донной золы указаны следующие параметры:

- средний насыпной вес золы в свободном состоянии - 800 кг/м^3 ;
- максимальный насыпной вес в свободном состоянии - 975 кг/м^3 ;
- насыпной вес в уплотненном состоянии - 1300 кг/м^3 .

В систему отбора донной золы из котла поставщик котла встроил дробилку, обеспечивающую крупность частиц золы не более 6 мм.

Учитывая абразивный износ пневмотранспортных трубопроводов и, особенно, колен поворотов, была отвергнута технология легучего транспортирования золы. Специфичность формы частиц и фракционного состава донной золы не позволяет использовать технологию пневмотранспортирования в плотной фазе, достаточно хорошо применяемую для пневмотранспорта мелкодисперсных летучих зол из золоуловителей.

ЭЭС предложил и реализовал технологию пневмотранспорта с контролируемым перепадом давления. Материал транспортируется с минимальной скоростью при соблюдении условия предотвращения завала трубопровода посредством контроля перепада давления и дозировки подачи сжатого воздуха по маршруту. Компоновка пневмотранспортных насосов под сборным бункером донной золы из котла с КС в котельном зале представлена на рис 2.

Такая система транспортирования уже была с успехом использована ЭЭС в металлургии и энергетике.

При проектировании установки были приняты во внимание следующие основные вопросы:

- специфика транспортируемого материала;
- форма, абразивный износ и положение колен поворотов в трубопроводах;
- компенсация температурных расширений трубопроводов;
- гашение вибраций трубопроводов;
- опыт создания и возможные осложнения при эксплуатации установки, которые могут отрицательно повлиять на устойчивость работы энергоблока в целом.

2.2. Фактические условия работы установки

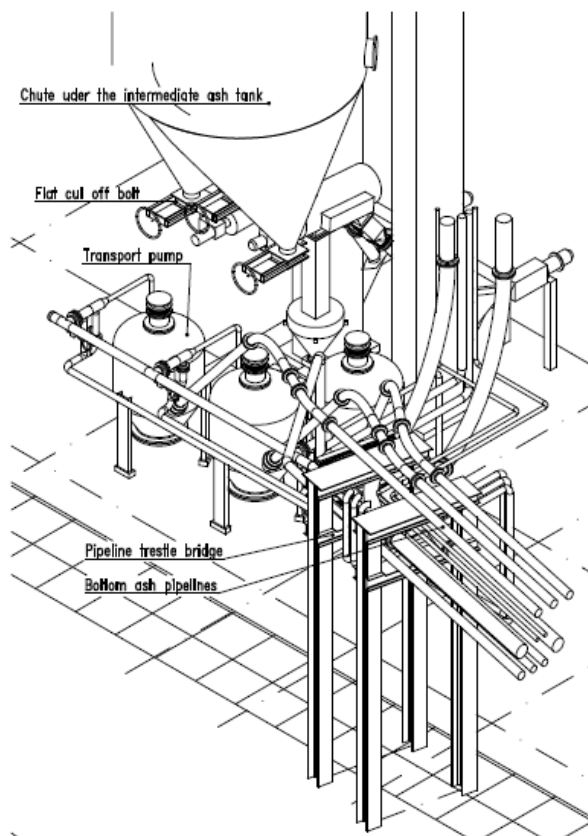


Рис. 2. Компоновка пневмотранспортных насосов под сборным бункером донной золы из котла с КС.

После принятия в эксплуатацию энергоблока не было случаев снижения мощности или остановов энергоблока по причине несоответствия параметров работы или неисправности системы удаления золы. Оказались оправданными осторожность при подборе оборудования и технологии транспортирования, а также аккуратность при проектировании пневмотранспортной установки с учетом многолетнего опыта в области удаления золы и создания пневмотранспортных систем. Однако следует отметить, что фактические свойства самого материала и условия транспортирования привели всех в удивление.

Оказалось, что из-за аварии дробилок угля и донной золы и еще не исследованных нами процессов происходящих в бункерах, донная зола, которая в обычных условиях работы котлов с КС выглядит как на рис. 3, более напоминает минеральную крошку, нежели то, что мы привыкли называть золой. Случались такие ситуации, что нужно было транспортировать материал, который только по названию был донной золой. Взятые нами образцы такого материала показаны на рис. 4 и 5.

Но не только фракционный состав донной золы явился причиной проблемы ее транспортабельности. Вторым значимым фактором оказалась неожиданно высокая насыпная плотность донной золы, которая достигает ранее не встречаемых величин – от 1458 до 1680 кг/м^3 . В плотном состоянии исследованные в лаборатории образцы донной золы имели на-

сыпную плотность до 1794 кг/м^3 . Таким образом, оказалось, что фактические транспортные характеристики донной золы значительно превышают исходные данные, приведенные в Техническом задании Контракта.

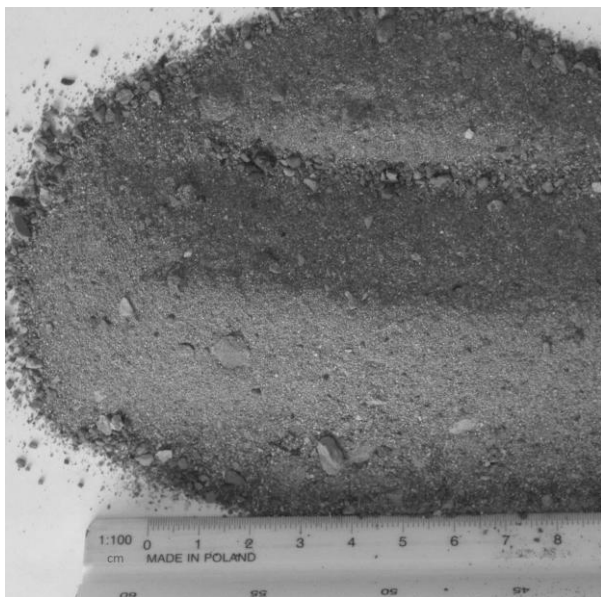


Рис.3. Донная зола при проектных эксплуатационных условиях работы котла и вспомогательного оборудования



Рис. 4. Донная зола при непроектных эксплуатационных условиях работы котла и вспомогательного оборудования

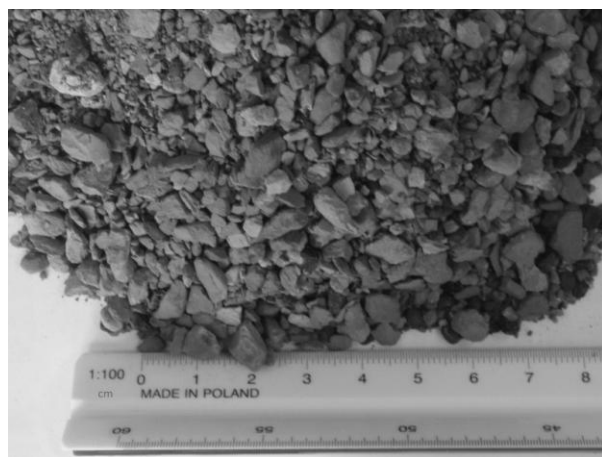


Рис. 5. Донная зола при непроектных эксплуатационных условиях работы котла и вспомогательного оборудования

Материал с таким фракционным составом и плотностью должен был создавать и создавал проблемы при эксплуатации пневмотранспортной установки. Решение проблемы усложнялось из-за относительно длинного и сложного маршрута пневмотранспортных трубопроводов (рис. б).

К счастью созданная нами установка явилась настолько технологически гибкой, что оказалось возможным пневмотранспортирование материала с параметрами, существенно отличающимися в худшую сторону от указанных в Техническом задании Контракта. Транспортное оборудование и произведенная ЭЭС арматура оказались достаточно надежными, но замечен ускоренный износ отдельных элементов трубопроводов.

3. ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Базируясь на полученном и описанном выше опыте можно сформулировать следующие основные выводы:

- 1) Донные золы настолько отличаются от традиционных летучих зол, что с точки зрения условий пневмотранспортирования они представляют собой совершенно другую категорию материалов. Насколько велика разница основных свойств, влияющих на пневмотранспортируемость материалов, можно понять по сведениям о летучей золе пылеугольных котлов и донной золе котла с КС электростанции Лагиша из табл. 1.

Таблица 1. Летучая зола пылеугольных котлов и донная зола котла с КС электростанции Лагиша.

Тип материала	Водопроницаемость, см/с	удельная поверхность по Блейну, $\text{см}^2/\text{г}$	Размыв, %		Насыпная плотность, кг/м^3	
			15 мин вид	30 мин вид	Неуплотненного материала	уплотненного материала
Летучая зола	0,000048	2597	82,03	82,15	0,866	1,130
Донная зола из котла с КС	0,0022	-	6,03	6,37	1,458	1,794

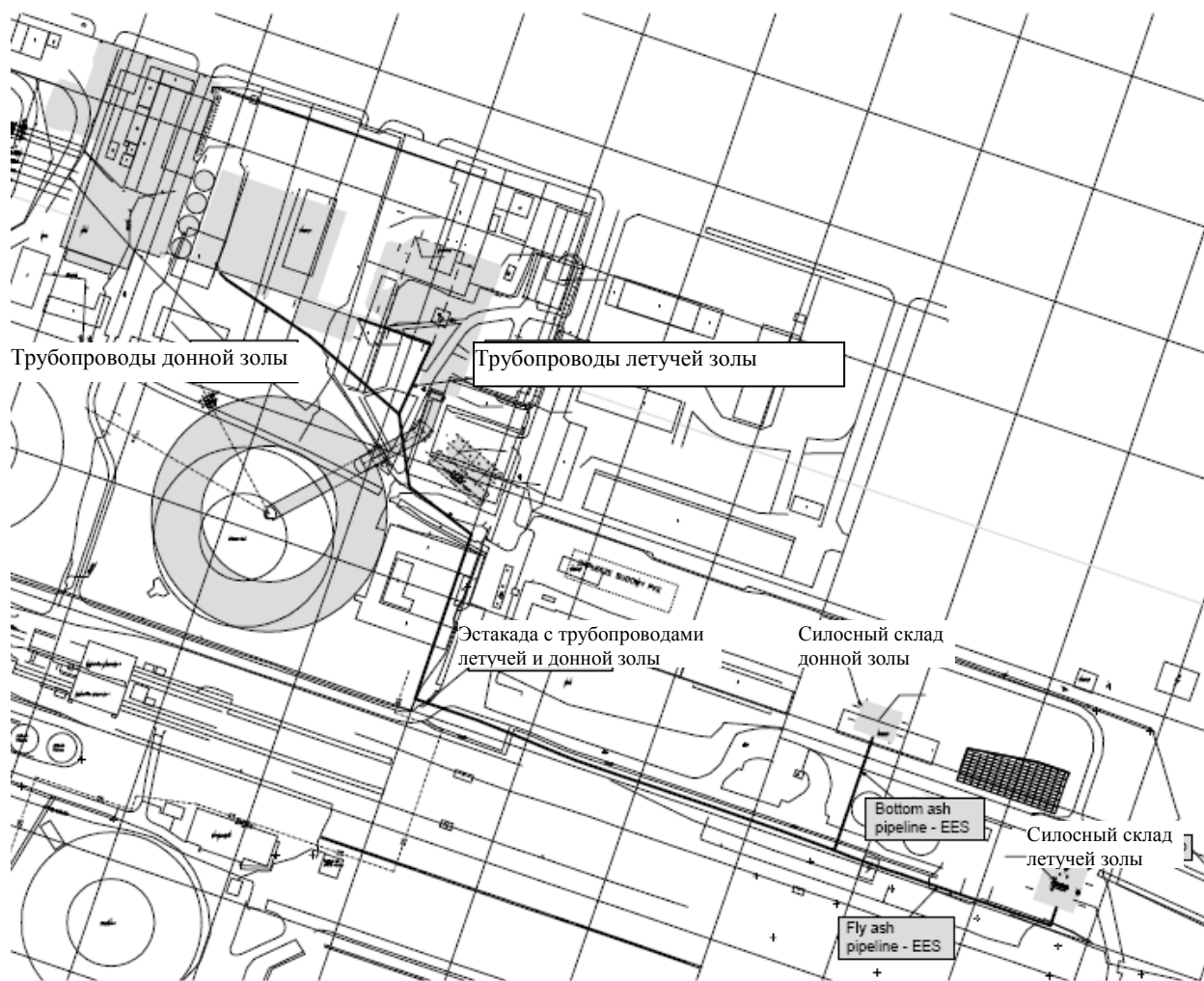


Рис. 6. Ситуационный план расположения системы пневмотранспорта летучей и донной золы котла энергоблока 460 МВт электростанции Лагиша.

- 2) Установки для отбора, пневмотранспорта и складирования золы должны быть спроектированы и построены с учетом экстремальных отклонений ее свойств. Эти свойства должны быть исследованы и приведены в документации на этапе разработки проектных заданий и аукционных условий. Базирование только на усреднённых свойствах является ошибочным. Технологическая схема пневмотранспортной установки донной золы от котла с КС приведена рис. 7.
- 3) Силосные склады летучей и донной золы должны быть расположены как можно ближе к котлам, а трассы транспортных трубопроводов должны быть максимально простыми. Технологическая схема силосного склада с узлом отгрузки донной золы в железнодорожный и автомобильный транспорт приведена на рис. 8.

РЕЗЮМЕ

В статье представлены сведения об установке отбора и пневмотранспорта донной золы самого

большого в мире угольного котла с КС. Котёл для энергоблока 460 МВт построен на электростанции Лагиша Южного энергетического концерна.

Приведены характерные свойства донной золы котла с КС электростанции Лагиша в сравнении с типичными свойствами летучих зол пылеугольных котлов.

ЭЭС является разработчиком и производителем всего специального оборудования, а также и владельцем технологии пневмотранспорта зол и сорбента, внедренных на этом современном энергообъекте.

Представлены система пневмотранспортирования летучей и донной золы и оценка работы этой системы после приемки в эксплуатацию блока 460 МВт на электростанции Лагиша 30 июня 2009 г.

Р. Яхович, Г. Весоловски, Г. Янога. Пневмотранспорт золы от котлов с кипящим слоем в экстремально сложных условиях на примере системы золоудаления энергоблока 460 МВт электростанции «Лагиша» в Польше // Материалы IV научно-практического семинара «Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование», Москва, 19–20 апреля 2012 г. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. С. 55 – 58.

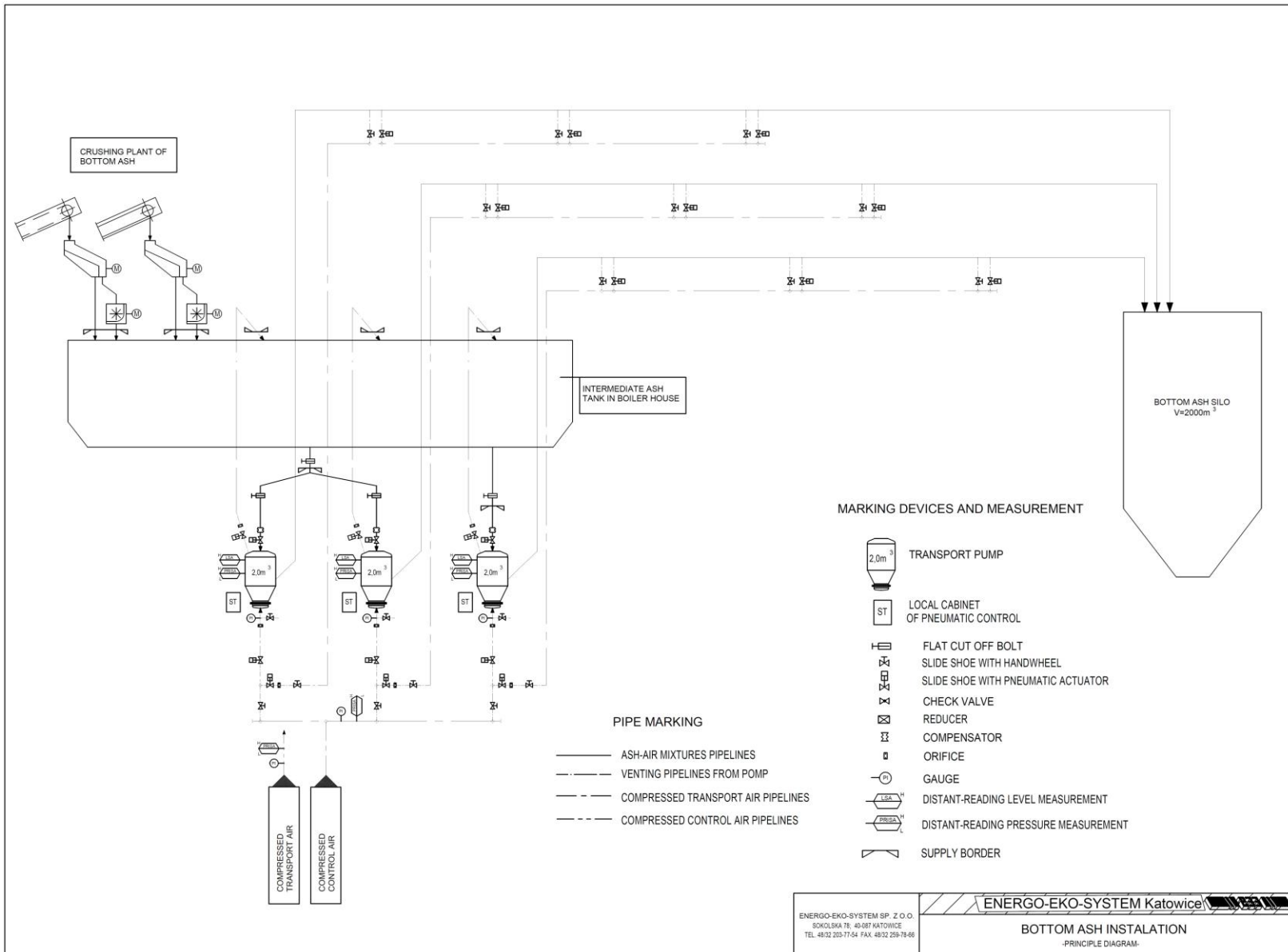


Рис. 7. Технологическая схема установки пневмотранспорта донной золы от котла с КС

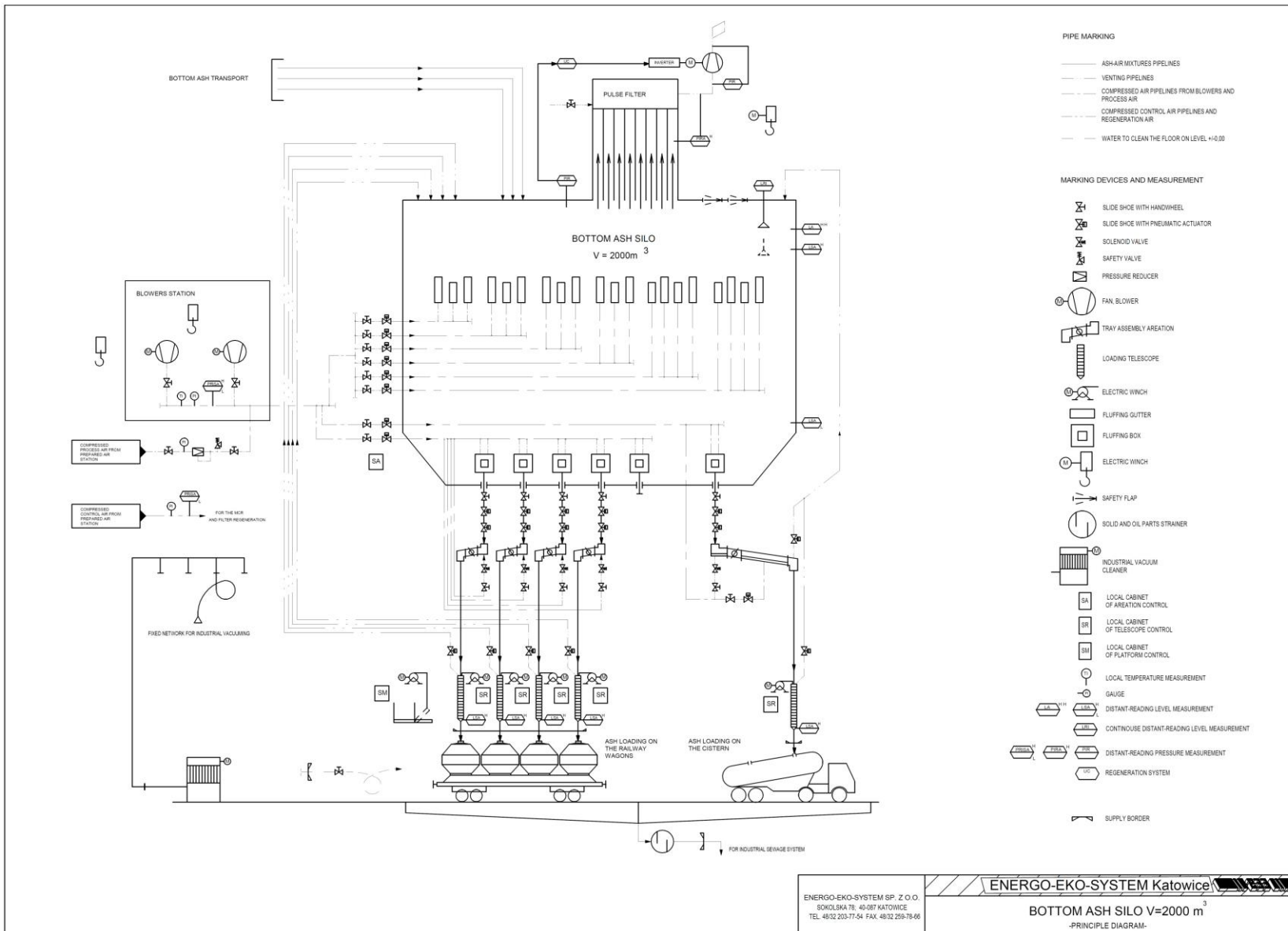


Рис. 8. Технологическая схема силосного склада с узлом отгрузки донной золы в железнодорожный и автомобильный транспорт