

БЫСТРООКУПАЕМЫЕ И ВЫСОКОРЕНТАБЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА СТРОЙИНДУСТРИИ С ГАРАНТИРОВАННЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ И НЕОГРАНИЧЕННЫМ СБЫТОМ. ПРОГРАММЫ И ПРИМЕР ПРОЕКТА

В.Н. Долгополов
Директор,

*Проблемный институт ресурсо- и энергосберегающих технологий
"АкадемРесурсоЭнергоПроект" Академии строительства Украины, Киев*

Эта сводная статья включает основное из ряда публикаций (2006-2011-2013), и конкретный пример проекта, по решению давно назревших отраслевых и межотраслевых проблем:

- как производить дешевые (но притом качественные) стройматериалы для социального жилья – при высоких ценах на энергоресурсы;
- как развивать и модернизировать производство в условиях, когда сроки окупаемости типовых проектов неприемлемы для основных источников их финансирования (кредиты, инвестиции и проч.);
- как строить дешевые, но и долговечные дороги при высоких ценах на нормальные гудроны;
- что делать с золоотвалами угольных ТЭС – как прекратить их наращивание, а производимую на ТЭС золу отбирать на ТЭС в пригодном для использования виде, а также – чем и как стимулировать к этому энергетиков;
- как снизить, а затем прекратить выбросы токсичных газов угольными ТЭС и металлургическими заводами и прекратить серить почвы и воздух;
- как решить проблему утилизации бытового мусора, когда стоимость систем газоочистки мусоросжигательных заводов и их эксплуатации (из-за цены сорбентов – извести и других) делают эти проекты финансово неподъемными;
- ряд других проблем.

Институт провел практическую проработку этих проблем совместно с широким кругом профессионалов и организаций этих отраслей.

Несмотря на “разновекторность” этих проблем, признано, что все они успешно решаемы в короткие сроки малозатратными быстроокупаемыми проектами по технологиям DALSICA – в рамках межотраслевой программы и отраслевой программы Минэнерго.

В выполнении этих программ Институт является ведущей организацией, так как имеет лицензии на промышленно освоенные технологии и оборудование, которые обеспечивают реализацию этих программ.

В рамках этих программ, как и по отдельным проектам, Институт обеспечивает:

- оценку возможностей производства продукции в регионе интересов инвестора или заказчика;
- технико-экономические обоснования (ТЭО) в соответствии с требованиями источников финансирования, а также для получения разрешительных документов;
- разработку и согласование проектов создания производств;
- привязку новых производств к объектам заказчиков или инвесторов – по мощности и номенклатуре продукции, источникам сырья и топлива (зола ТЭС) и возможностям сбыта;
- поставку отечественного и импортного оборудования;
- монтаж, запуск и вывод оборудования на эксплуатационный режим;
- сопровождение эксплуатации производств, а также:
- лицензирование использования доказавших свою эффективность в Украине и за рубежом малозатратных технологий и оборудования;
- использование эффективных финансовых и организационных механизмов для обеспечения быстрой окупаемости и прибыльности проектов.

А. ТОПЛИВО –
зола угольных ТЭС

Б. СЫРЬЁ –
отсевы добычи известняка

В. Мельницы – не нужны
Г. Печи – без футеровки

за счет этого (А, Б, В, Г):
Окупаемость – до 1 года
Инвестиции в 2-5 раз меньше
аналогов

Источники сырья и топлива для производства DALSICA		Таблица 1
Сырье – любой ИЗВЕСТНЯК	Топливо – Зола любой угольной ТЭС	
<p>Исходное сырье для процесса DALSICA – наиболее доступный кальцийсодержащий материал, – например:</p> <ul style="list-style-type: none"> • известняк любого качества и фракций, в том числе низкокальциевый или мелко- и разнофракционный, непригодный для получения извести в типовых печах; • отсев добычи известняка в карьерах; • отсев мелкого известняка на заводах извести; • другие неиспользуемые кальциевые ресурсы, в том числе с повышенным содержанием глинистых и оксида магния. <p>Непосредственно в процесс DALSICA нужно подавать известняк фракции не более 10 мм. Поэтому при получении крупного сортового известняка, его нужно дробить (но не молоть!), а крупные отсева – до 20мм – корректировать гран-состав (но не молоть!).</p> <p>На действующих карьерах известняка, мелкие отсева (0-10-20мм) в 4-5 раз дешевле чем сортовой (40-160мм) известняка: 15-25 грн/тонну и 90-120 грн/тонну соответственно.</p> <p>На выработанных карьерах известняка в Украине – десятки млн. тонн мелких отсеков.</p>	<p>Наиболее удобное и дешевое в применении топливо для процесса DALSICA – зола-унос угольных ТЭС.</p> <p>Зола от сжигания любого угля содержит невыгоревший углерод (С).</p> <p>Зола угольных ТЭС Украины содержат углерод в количестве от 5-7% до 25-30%.</p> <p>Зола любой угольной ТЭС Украины содержит невыгоревший углерод в количестве, достаточном для использования золы в качестве топлива в процессе DALSICA – никакое другое топливо (жидкое, твердое, газ) не нужно.</p> <p>То есть зола – это единственное топливо.</p> <p>На ряде угольных ТЭС Украины есть сухой отбор и отпуск сухой золы-уноса. Такая зола подается в процесс DALSICA без подготовки.</p> <p>Применение отвальных золошлаков (ГЗУ*) возможно, но требует отсева шлака – и крупного и мелкого, что несколько усложняет процесс.</p> <p>Цена золы сухого отбора – около 200 грн/т.</p> <p>Сухую золу покупают в основном для цемента и бетона. Профессиональный <u>комментарий</u> об ограничениях на применение золы-уноса в цементах и бетонах приведен ниже.</p>	
<i>Для производства DALSICA других компонентов НЕ требуется (ни сырья, ни топлива)</i>		

Продукция DALSICA	и	Области её применения	Таблица 2
<ul style="list-style-type: none"> • известь 1, 2 или 3 сортов (или все 3 сорта): • сухая гашеная • сухая негашеная • известковая суспензия 	•	<ul style="list-style-type: none"> • заводы силикатного кирпича; • заводы автоклавного газобетона • производство сухих строительных смесей • • раскисление почв в сельском хозяйстве 	
<ul style="list-style-type: none"> • известково-зольное вяжущее 	•	<ul style="list-style-type: none"> • производство лицевого силикатного кирпича светлых теплых “керамических” тонов • готовые и сухие кладочные растворы 	
<ul style="list-style-type: none"> • зольно-известковая смесь с малой добавкой цемента 	•	<ul style="list-style-type: none"> • производство газобетона безавтоклавного качественного и других материалов из него 	
<ul style="list-style-type: none"> • термо- и механо- <u>активированная зола</u> ТЭС 	•	<ul style="list-style-type: none"> • алюмосиликатный (Al-Si) активатор твердения цементов/бетонов (пуццолановая⁺ добавка) 	
<ul style="list-style-type: none"> • сепарированная <u>зола</u> ТЭС (не активированная) 	•	<ul style="list-style-type: none"> • компонент бетонов, отвечающий нормам ДСТУ по содержанию углерода в золе и проч 	
<ul style="list-style-type: none"> • известково-зольная смесь для дорожного строительства 	•	<ul style="list-style-type: none"> • получение нормальных гудронов из кислых гудронов; приготовление асфальто-бетонных покрытий повышенной долговечности 	
<ul style="list-style-type: none"> • сорбенты для очистки дымовых газов: • известь гашеная – суспензия или порошок • смесь гашеной извести с золой • сорбент композиционный высокопористый – алюмо-силикатно-кальциевый (Al-Si-Ca) 	•	<ul style="list-style-type: none"> • серо- и многокомпонентная очистка дымовых газов крупных угольных и мазутных ТЭС, мелких ТЭС и котельных, а также крупных и малых заводов: • мусоросжигательных, • металлургических, • цементных и • других. 	
<i>Другие виды продукции – по запросу</i>		<i>Другие области применения – в рамках ТЭО</i>	

Первое,

в чем понятна привлекательность технологии DALSICA производителям стройматериалов и инвесторам – получение товарной извести из нетоварного известняка без товарного топлива, за счет чего себестоимость извести и производных из неё продуктов снижается в разы.

Топливо, безусловно, используется, потому что невозможно превратить известняк CaCO_3 в известь CaO без его нагревания до 900-1000°C.

Но процесс DALSICA использует **топливо**, от которого его производители не знают как избавиться – это **зола** угольных теплоэлектростанций (ТЭС). Угольная зола содержит остаточный углерод, который на ТЭС дожечь невозможно, и который не позволяет использовать золу в стройиндустрии в больших объемах (для бетонов – запрещено стандартами).

Выход золы ТЭС Украины ≈ 8 млн.тонн/год.

Во-вторых,

в качестве сырья производство DALSICA использует отсеvy карьеров известняка (выработанных или действующих) и поэтому не зависит от действующих карьеров известняка.

При добыче известняка 25-30% добытого материала уходит в отсеvy. Например, в 2005 году на известняковых карьерах Украины было извлечено из недр ≈ 30 млн. тонн, из которых ≈ 22 млн. тонн были проданы как сортовой известняк, а ≈ 8 млн.тонн направлены в отвалы.

И так каждый год – 5-10 млн.тонн отсеvов.

То есть, в отвалах карьеров Украины – десятки млн. тонн известнякового сырья, пригодного для производства DALSICA, но не пригодного для типовых производств извести.

Дешевое и доступное сырье, и дармовое топливо (зола ТЭС), обеспечивают высокую рентабельность и быструю окупаемость.

В-третьих,

Производственный процесс DALSICA, в отличие от типовых производств и от традиционных технологий производства извести, не требует операции помола – ни известняка, ни обожженной извести, ни гашеной извести. Поэтому производство DALSICA не содержит металлоемких энергозатратных мельниц.

При отсутствии мельниц известь DALSICA не только соответствует отечественным и зарубежным стандартам, но и обладает “сверхстандартными” свойствами: (суб)микронным размером кристаллов, возможностью выбора сроков гашения в широких пределах (от секунд до часов) и другими.

Таким образом, производства DALSICA производят стандартную и “сверхстандартную” известь и производные из неё продукты, – из нетоварного сырья, без товарного топлива, без тяжелых машин (без мельниц и т.п.) на несложных комплектах оборудования.

Ещё одно важное отличие от аналогов – отсутствие в печи привычной массивной огнеупорной футеровки. То есть узел обжига – печь – есть, и в ней поддерживается температура $\approx 950^\circ\text{C}$, а футеровки в ней нет. Что это дает:

- быстрый запуск и останов печи – не нужно разогревать футеровку;
- заводскую готовность к монтажу и запуску – печь поставляется на объект в готовом виде;
- мобильность – печь можно в короткий срок демонтировать, перевезти на другой объект и за короткий срок запустить, вместе с другими мобильными узлами производства DALSICA;
- долговечность печи – на её внутреннюю часть не воздействуют высокие температуры, а замена внутренней части печи занимает пару смен;
- малый вес: не нужны тяжелые фундаменты.

Благодаря всему этому, – всё производство DALSICA представляет собой компактное сооружение (модуль) в 2-х основных вариантах:

- 1) несущая моноконструкция, в которую при монтаже на объекте устанавливаются дозаторы, смесители, грануляторы, печь;
- 2) собранное из несущих металлоконструкций – каждая из которых имеет размеры типовых транспортных контейнеров 2,4м × 2,4м × 6-9м, вовнутрь которых на заводе-изготовителе до отгрузки смонтированы смесители, дозаторы, грануляторы, печь; общая масса каждого “контейнера” с “начинкой” не более 3-6-8 тонн.

В “контейнерах” могут также поставляться площадки обслуживания, лестницы и другие.

Основные процессы (газификация углерода золы, мягкий термоградиентный обжиг и другие) в печи – в шахтном тепловом агрегате [9]:

$\text{CaCO}_{3\text{тв}} + Q_1 = \text{CaO}_{\text{тв}} + \text{CO}_{2\text{газ}}$ – эндотерм.
(известняк выделяет CO_2 – остаётся известь)

$\text{CO}_{2\text{газ}} + \text{C}_{\text{золы тв}} + Q_2 = 2\text{CO}_{\text{газ}}$ – эндотерм.
(CO_2 из CaCO_3 газифицирует углерод золы С; константа равновесия $\text{CO}/\text{CO}_2 \approx 8$ и более)

$2\text{CO}_{\text{газ}} + \text{O}_{2\text{газ}} = 2\text{CO}_{2\text{газ}} + Q_3$ – экзотерм.
(выход CO из гранул и сгорание в слое гранул)

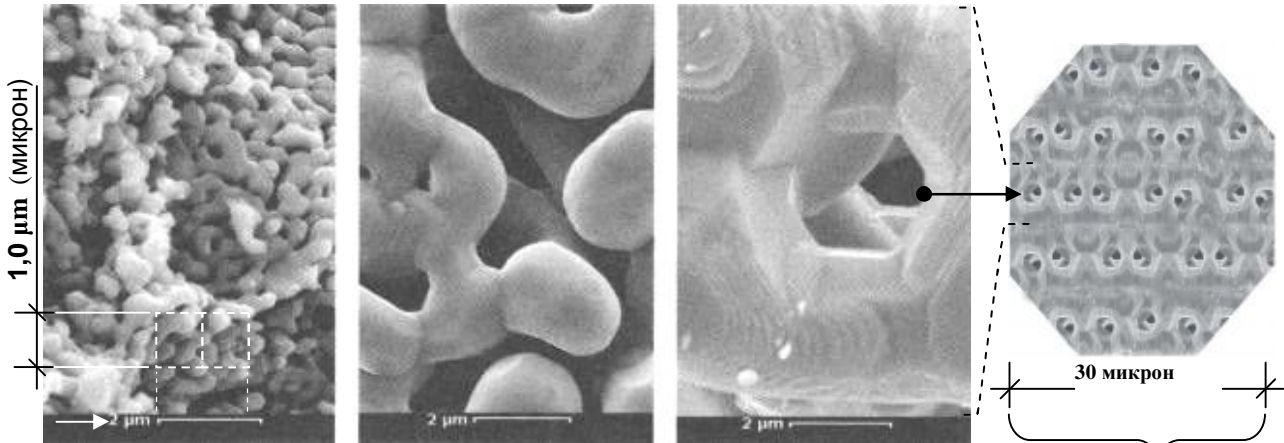
Пример: на 100 кг CaCO_3 и 12 кг С (стех.):

$Q_1 = 175$ МДж; $Q_2 = 168$ МДж; $Q_3 = 569$ МДж
Баланс $Q_{1,2,3} = +569 - 175 - 168 = +226$ МДж.

Выход: 56 кг CaO или 74 кг $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Тепловой кпд печи $\approx 90\%$ (как типовой шахтной).

Отличия свойств извести, полученной в процессе и на оборудовании DALSIKA, от извести, полученной обжигом известняка в шахтных и вращающихся печах



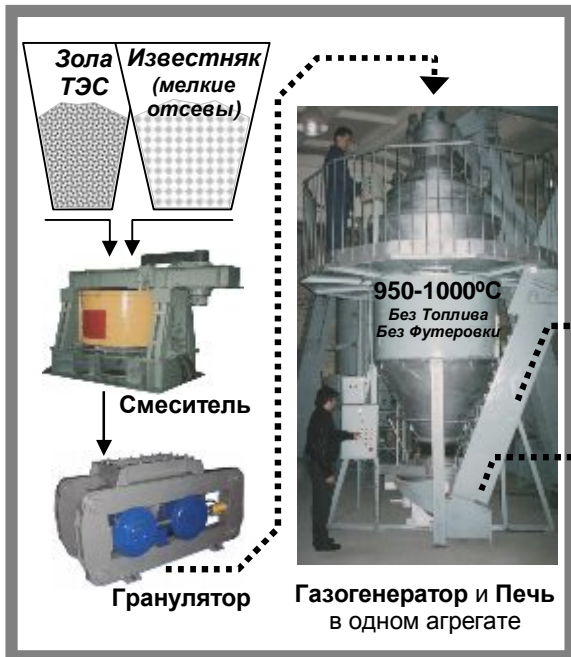
Кристаллы CaO ≈ 0,5 микрона t° обжига ≈ 900°C	Кристаллы 2-5 микрон t° обжига ≈ 1000± °C	Кристаллы 10-20* микрон t° обжига 1100-1200+ °C
Мягкий обжиг	Умеренный обжиг	Жёсткий обжиг
Печь: DALSIKA	Печь: Вращающаяся или КС	Печь: Шахтная
Без пылеуноса	Большой пылеунос	Умеренный пылеунос
Расход товарного топлива: ОТСУТСТВУЕТ	Расход топлива: Расточительный	Расход топлива: Экономичный
≈ 1 т золы ^{АШ} на ≈ 1 т извести	до 200 м ³ газа / 1т извести	≈ 140 м ³ газа / тонну извести
Активность: от 95% CaO	Активность: 85-95% CaO	Акт-сть: 75-85% CaO на газе. На угле – еще меньше.

Меньше чем 1 микрон
размер частиц извести,
получаемой в процессе
DALSIKA

3-5 микрон –
минимальный размер частиц **товарной** извести,
который можно получить в мельницах
(обычно 5-10 микрон и крупнее). Причина –
агломерация, то есть обратное слипание
частиц, размолотых до 3-5 микрон.

> 30 микрон –
средний размер частиц **товарной** извести.
ДСТУ Б В.2.7-90-99 “Известь строительная. ТУ”:
Проход через сито с сеткой
№02 (200 микрон) > 98,5%; №008 (80 микрон) > 85%.
Нормы европейских стандартов аналогичны

Основные узлы производства DALSIKA



В золе всех ТЭС
остаётся углерод.
Система DALSIKA
газифицирует его,
сжигает и генерирует
синтез-газ

ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ:

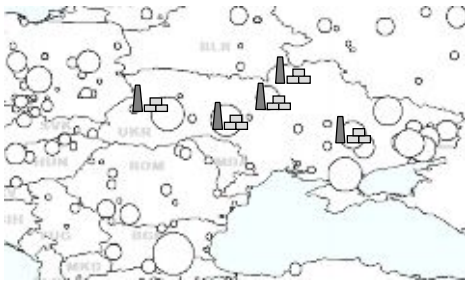
Декарбонизация известняка:
получение извести CaO и
газифицирующего газа CO₂:
CaCO₃ + Q = CaO + CO₂

Газификация углерода золы:
Получение горючего газа CO
с активацией углерода золы:
CO₂ + C + Q = 2•CO

Сжигание газа CO:
2•CO + O₂ = 2•CO₂ + **3•Q**

- **Готовый сорбент** – на очистку газов
- Готовое **вяжущее** в производстве газобетона, кирпича, кладочных растворов
- Продукт для отгрузки потребителям (сорбенты, вяжущие, известь, компоненты асфальтобетонов, прочие)

ПРИМЕР проекта DALSIKA при заводе, который производит и потребляет **известь**



В ряде городов и областей Украины, ТЭС / ТЭЦ и крупные заводы силикатного кирпича расположены в непосредственной близости, например:

- Трипольская ТЭС – Завод Цегла Трипілля
- Ладыжинская ТЭС – Ладыжинский ЗСК
- Черниговская ТЭЦ – Черниговский КСМ
- Приднепровская ТЭС – Днепропетровский ЗСМ
- Бурштынская и Добротворская ТЭС – Розвадовский ЗСК

Ладыжинский ЗСК построен по польскому проекту, на импортном польском оборудовании, произведенном по немецкой лицензии. Введен в эксплуатацию в 1976 году. Проектная мощность 103,5 миллиона кирпичей в год. Таких заводов в Украине 4 – Ладыжинский, Розвадовский, Сумский, Трипольский. Эти заводы выпускают основную долю качественного кирпича.

В настоящее время производственное оборудование Ладыжинского ЗСК в хорошем состоянии, кроме **шахтной печи обжига извести**, в которой требуется заменить огнеупорную футеровку. Замена футеровки печи на новую позволит стабильно производить известь, но как и ранее – за счет сжигания природного газа.

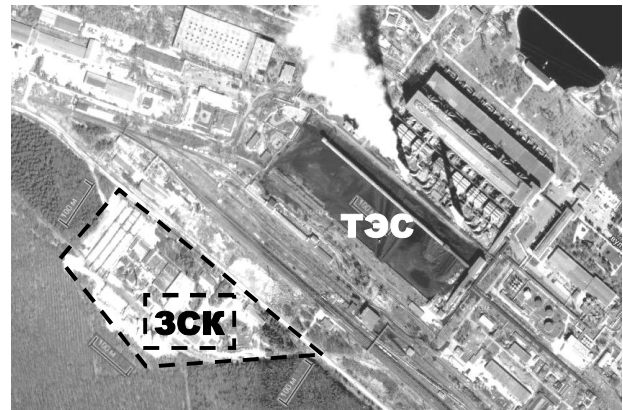
Известь собственного производства на большинстве заводов силикатного кирпича в Украине составляет около **40%** себестоимости кирпича, а доля привозной товарной извести в себестоимости кирпича на некоторых заводах заметно превышает 50%.

Для обеспечения на Ладыжинском ЗСК рентабельности производства кирпича на уровне других ЗСК необходимо затратить миллионы гривен на полное восстановление работы собственной известеобжигательной шахтной печи, которая обжигает природным газом товарный сортовой известняк – размером не менее ≈ 40 мм и не более $\approx 150-200$ мм.

Из-за цены сортового известняка на удаленных карьерах, затрат на его доставку, затрат природного газа на его обжиг, затрат на помол крупнокусковой (продукт шахтной печи) комовой извести и прочее, – затраты на собственную известь после замены футеровки печи и работы известеобжигательного цеха будут составлять более **40%** себестоимости кирпича плюс амортизация капитальных затрат на замену футеровки печи и модернизации цеха извести.

Комплект оборудования DALSIKA производит **известь высокого качества** (субмикронная структура, отсутствие недожога и пережога, быстрое и полное гашение и проч.), – **из отсевов известняковых карьеров**, которых в Винницкой области за десятилетия накоплено десятки миллионов тонн.

Вместо товарного топлива комплект DALSIKA использует золу-унос пылеугольных котлоагрегатов ТЭС путем газификации невыгоревшего углерода. Содержание невыгоревшего углерода в золе Ладыжинской ТЭС ($C_{RG} \approx 4-6\%$) – достаточное для использования золы этой ТЭС в качестве топлива для получения извести и других известесодержащих продуктов, что подтверждено практикой работы производства DALSIKA.



Объект: Ладыжинский ЗСК – Ладыжинская ТЭС.

На Ладыжинской ТЭС работает система сухого отбора, хранения и отгрузки золы-уноса с несколькими силосами. Это заметно упрощает проект, так как позволяет не только отбирать золу по мере необходимости, но и возвращать обезуглероженную термоактивированную золу в силосы ТЭС для отгрузки потребителям.

За счет •полного исключения товарного топлива (природного газа) на обжиг известняка, •отсутствия мельниц (как известняка, так и извести), •использования отсевов мелкого известняка и применения •высокоэффективных интенсивных смесителей формовочной смеси для прессования кирпича, – доля затрат на обеспечение известью в составе себестоимости **при использовании комплекта DALSICA** снижается в несколько раз. Кроме того, •снижается потребность в извести (активность по СаО) за счет ее более высокого качества, •увеличивается в 2-3 раза прочность сырца кирпича, •минимум на марку увеличивается прочность запаренного кирпича, •повышается морозостойкость, •снижается водопоглощение, •увеличивается сцепление с раствором.

Основные экономические показатели перевода Ладыжинского ЗСК на использование извести DALSICA приведены в **таблице:**

Другая составляющая экономических результатов перевода ЗСК на известь DALSICA – повышение потребительских свойств кирпича за счет придания ему (при желании) поверхности аналогичной качественному керамическому кирпичу теплых тонов, что дает возможность повышения цены его реализации, по мнению ознакомленных специалистов, в 1,5-2 раза – до 1600-2000 грн. за тысячу штук, и даже более, поскольку это известково-песчаный кирпич с керамической поверхностью и качественной геометрией, недостижимой в производстве керамического кирпича.

Мощность завода, млн.кирпича/год	103,5
Цена товарной продукции – полн.мощн. (1100 грн/тыс.у.к.), млн.грн/год	114
Потребление извести, тонн/тыс.шт.у.к.	0,33
Потребление известнякового сырья, тонн/тыс.шт.у.к., ≈	0,8
Потребление извести на полную мощность, тонн/год	33990
Потребление извести на полн.мощн., тонн/час-средн. (11мес, 30дн, 22ч)	4,7
Затраты на покупную известь, млн.грн в год (1200 грн/тн)	40,8
Затраты на собств.типовую известь (без амортиз.кап.ремонта печи), млн.грн/год	28,9 ⁺
Затраты на известь DALSICA, млн.грн/год (включены все затраты, в т.ч. амортизация капзатрат на комплект DALSICA)	13,6
Окупаемость перевода Ладыжинского ЗСК на известь DALSICA, не более (без учета повышения цены кирпича как лицевого керамического)	1-2 года

Пояснение: расчет окупаемости – только по переводу кирпича на дешевую известь DALSICA; при выпуске другой продукции (таблица 1, – см.выше) срок окупаемости – до 1 года.

Использование золы ТЭС

Ладыжинская ТЭС отпускает золу сухого отбора потребителям (ЗЖБИ и др.) по цене 210 грн. за тонну. Эти затраты не включены в расчет себестоимости извести DALSICA, так как зола, после “выжигания” (газификации) из неё углерода возвращается в силосы золы на ТЭС.

Более рациональный подход – закупка золы на ТЭС (210 грн/тн), использование ее в качестве топлива в производстве извести, а затем её реализация по той же цене (в первое время). Затем, после завершения профессионального маркетинга, цена продажи термо- и механо-активированной золы может быть значительно повышена – в соответствии с эффектом при её применении как высокоактивной многофункциональной добавки для цементов, бетонов, сухих строительных смесей и проч.

Термообработанная зола ТЭС после использования её в качестве топлива (“выгорания” из нее углерода) обладает намного более высокими свойствами для применения в цементах и бетонах:

- снижено содержание углерода до уровня, требуемого ДСТУ, что повышает надежность и долговечность железобетонных изделий и конструкций на зольных цементах;
- повышены пуццолановые свойства золы, что обеспечивает ускорение твердения и/или раннюю марочную прочность бетонов и/или снижение расхода клинкера в цементе при сохранении свойств цемента и проч.
- исключено отрицательное влияние мельчайших фракций золы (меньше 5-10 микрон) на свойства зольных портландцементов и бетонов (см.ниже).

К вопросу об использовании золы ТЭС Украины в цементах и бетонах

Золы всех ТЭС Украины имеют высокое содержание невыгоревшего углерода. В Украине действуют ДСТУ Б В.2.7-205:2009 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов» и ДСТУ Б В.2.7-211:2009 «Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов».

Поэтому полезно привести обширную **цитату** из статьи «Еще раз о золах-уносе ТЭС для производства цемента и бетона», опубликованной в журнале «ЦЕМЕНТ» №3-2009, авторы: З.Б.Энтин – один из авторитетнейших профессионалов с более чем полувековым опытом и Н.Стржалковская – ведущий специалист ОАО «Лафарж-Цемент-Россия»: ...

"Большое влияние на долговечность бетона на основе зольных цементов оказывает содержание остатков несгоревшего топлива в золе.

Морфология кислых зольных частиц такова, что частички коксика в них вплавлены в алюмосиликатное стекло. Поэтому при затворении цемента углерод первоначально изолирован силикатным стеклом от цементной матрицы.

Однако после двух-трех лет службы бетона стеклообразная алюмо-силикатная оболочка вокруг углеродного включения зольных частиц корродирует, вследствие чего в бетоне образуется большое число микроэлементов, состоящих из пары углерод-металл и электролита - жидкой фазы бетона. Возникновение микропотенциалов и микротоков от таких элементов ведет к депассивации арматуры и, как следствие, к возникновению язвенной коррозии арматуры, особенно при работе бетона в воздушно-влажных условиях.

Опасность возникновения коррозии стальной арматуры в бетоне вынуждает ограничивать содержание несгоревшего угля (ППП) в золе, используемой в качестве активной минеральной добавки к цементу. Поэтому нормативы по предельному значению ППП золы содержатся во всех стандартах на золу-унос, используемую в качестве добавки к цементу, и обычно составляют 3-5%.

Таким условиям по содержанию несгоревшего топлива удовлетворяют золы молодых бурых углей, а также газовых и частично - длиннопламенных. В золах тощих углей содержание углерода достигает 18-20%, антрацита - 26-28%. Эти золы могут быть использованы только после сепарации.

Например, зола Луганской ГРЭС с общим значением ППП 28% сепарацией была разделена на две фракции - тонкую с ППП 5,8% и грубую с ППП 55%. В золе Волгоградской ТЭС при валовом значении ППП около 8% содержание угля в тонкой фракции составляло 3%, в крупной фракции достигало 35%. Первая в основном удовлетворяет требованиям к добавкам, вторую можно использовать в качестве топлива, либо сырьевого материала, содержащего топливо. Теплотворная способность крупных фракций золы тощих углей и антрацитов достигает от 7-10 до 14-15 тыс. кДж/кг.

Мировой опыт показывает, что для массового применения в качестве добавки к цементу необходима предварительная переработка или обогащение золы-уноса для превращения отхода от сжигания углей в полезный продукт, пригодный для дальнейшего применения.

*Фракционирование с отделением крупной фракции золы может осуществляться с помощью воздушной сепарации. Это позволяет в несколько раз снизить содержание остаточного углерода в золе и повысить стабильность ее свойств."... – **конец цитаты.** Полезно также прочитать всю цитируемую статью.*

Предлагаемые авторами приведенной цитаты “переработка или обогащение” золы, – решение не оптимальное, потому что:

Зола-унос улавливается на ТЭС в основном электрофильтрами (ЭСФ), как правило, 4-х-польными. На первом поле ЭСФ осаждается самая крупная фракция золы (в ней больше всего углерода). На 2-м и 3-м полях – меньшие фракции. На 4-м поле – самые мелкие фракции.

На практике, все фракции сухой золы из-под полей электрофильтра ТЭС смешиваются и с добавлением мелкого шлака удаляются водой на золоотвал системой гидрозолоудаления (ГЗУ).

Отвальный золошлак – это смесь компонентов неопределенного состава – по гранулометрии, влажности, водопоглощению, содержанию углерода, минеральному составу, соотношению золы и шлака, гидравлической активности и другим свойствам. Это приводит к невозможности использования золы и шлака в заметных объемах в стройиндустрии и даже в дорожном строительстве.

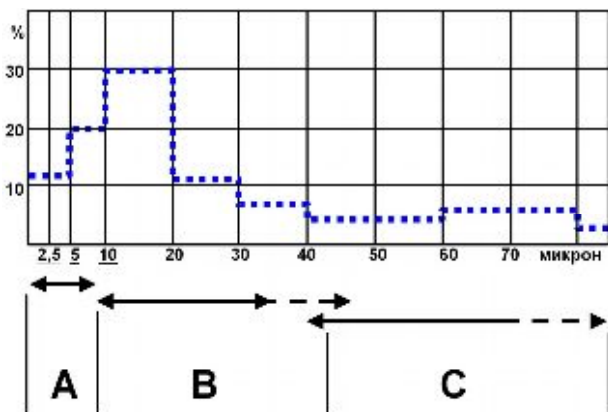
Оптимальное решение – пофракционный сухой отбор золы на ТЭС. Энергетики восприняли наши предложения – отбор из-под ЭСФ [11] или отбор из газохода перед ЭСФ [12], так как расширить золоотвалы дальше некуда.

В последние годы энергетика модернизирует электрофильтры ТЭС – чтобы снизить выбросы золы в атмосферу до евронорм – 50мг/м³ по сравнению с 1000-2000 мг/м³ до модернизации, и начинает заниматься сухим отбором золы

Повышение эффективности электрофильтров ТЭС, при смешивании всех фракций золы из-под ЭСФ, снижает эффективность золы как компонента цементов и бетонов из-за наличия фракций золы размером меньше 1-5-10 микрон.

Требуется пояснить – почему:

На рисунке: распределение по группам фракций золы от пылеугольного сжигания донецкого каменного угля.



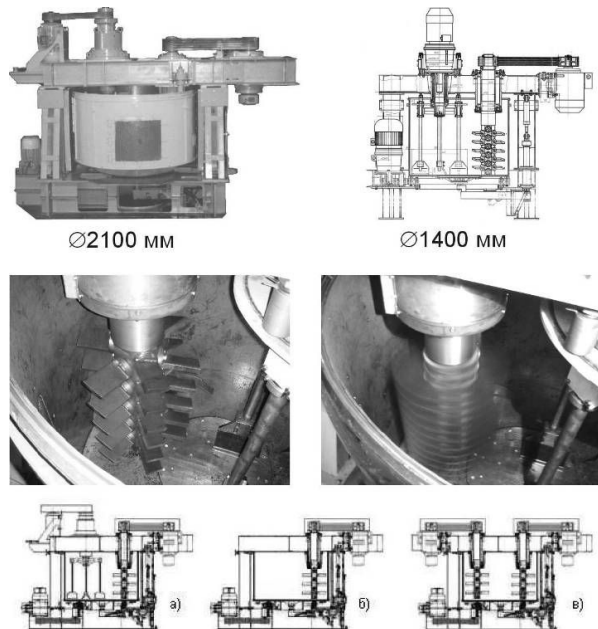
Характеристика важных свойств золы из групп фракций А, В, С:

- **А** = от 0 до 5-10 мк – углерода почти нет; частицы золы неактивны, так как покрыты слоем сконденсированных в котле углеводородов и тяжелых металлов; удельная поверхность этих фракций золы – около 50% общей удельной поверхности всех фракций; присутствие этих фракций в цементе/бетоне приводит к значительному перерасходу цемента. Эта фракция включает сажу – недожженную каменноугольную смолу. Эту группу фракций золы следует использовать в асфальте – причем с избытком дешевой извести DALSIKA.
- **В** = от 10-15 до 30-40-50 мк – малое и среднее содержание углерода; поверхность имеет высокую активность; в цементе/бетоне полезны мелкие золы углей Г,Д из этой группы фракций. Более крупные частицы этой группы фракций пригодны и как топливо в процессе DALSIKA.
- **С** = от 30-40 до 80 мк и выше – максимальное содержание углерода; наличие в цементе, бетоне приводит к коррозии арматуры в железобетоне, перерасходу полимерных добавок и проч. Пригодны как топливо в процессе DALSIKA.

ОБОРУДОВАНИЕ
для создания систем и производств

Для создания систем DALSIKA для предприятий стройиндустрии и энергетики мы организовали и освоили проектирование и производство тепловых агрегатов, интенсивных смесителей с вращающейся емкостью (типоразмеры Ø700, 900, 1400, 2100мм) и другого перерабатывающего, теплового и газоочистного оборудования различных типоразмеров и производительности.

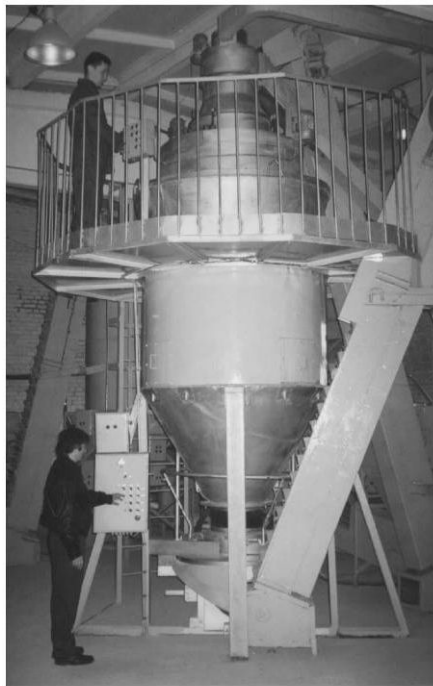
Оборудование разработано на отечественной базе комплектующих. В системах автоматики (ПЛК, датчики, ЧР) используются в основном импортные комплектующие или узлы. По желанию заказчика системы комплектуются полностью импортным оборудованием.



Выше показаны **наши интенсивные смесители** с вращающейся емкостью: в верхнем ряду – фото основных типоразмеров (диаметра вращающейся ёмкости); в среднем ряду – фото ёмкости Ø1400мм с ротором Ø500 мм: слева – ротор неподвижен, справа – ротор вращается ω=50 об/сек; в нижнем ряду – варианты исполнения для разной производительности и влажности: а) с высокооборотным ротором и малооборотной мешалкой, б) с одним высокооборотным ротором, в) с двумя роторами, работающими в разных режимах.

Преимущество интенсивных смесителей с вращающейся емкостью (концепция фирмы Eirich – www.eirich.com; разработка КД и освоение производства и эксплуатации своими силами) – гарантия получения однородных смесей любой консистенции и влажности: сухих, полусухих, жестких, литевых.

Например, завод кирпича или газобетона с таким смесителем позволяет экономично (с экономией вяжущих и добавок) производить, в дополнение к кирпичу и газобетону, также другие материалы и изделия: сухие строительные смеси, в том числе для кладки выпускаемых этим заводом кирпича или газобетонных блоков и отделки стен из них; бетонные изделия, крупные и мелкоштучные. Это повышает устойчивость производства при изменениях рыночной ситуации.



Ø1500 мм (на фото) или Ø2200 мм

Выше показана шахтная печь-газогенератор – заводская производственная установка средней мощности в работе (газификация и самообжиг зольно-известняковых гранул с получением без топлива извести, вяжущих, сорбентов) – открытая компоновка без “контейнерной” рамы. Повышенная производительность достигается путем установки дополнительных цилиндрических секций шахтного теплового агрегата. Установки большой производительности имеют диаметр Ø2000-2200мм.

Литература и другие источники информации:

1. Долгополов В.Н. Описание к экспортной лицензии № 2651. ГКНТ. М. 1991.
2. Долгополов В.Н. Патенты США US5830394, Китая CN1035172, ЕвроПатент EP0507945.
3. Долгополов В.Н. Метакаолин и интенсивные смесители в производстве бетонов // В сб. “Бетон и железобетон в современном строительстве”. НИИСМИ. 2006.
4. Долгополов В.Н. Проблемы производства стеновых изделий в условиях удорожания энергоресурсов. // «Строительные материалы, изделия и санитарная техника».-2011.-№40.
5. Долгополов В.Н. Малозатратное производство силикатного кирпича при росте цен на газ: газификация золы. // там же.-2012.-№43.
6. Рішення за звітами про діяльність Інституту "АкадемРесурсоЕнергоПроект" // Вісник Академії будівництва України. – 2010, 2013.
7. Долгополов В.М. Газификация золы ТЭС для получения извести, сорбентов и вяжущих. Изд. Академии строительства Украины. 2012. – №1.
8. Долгополов В.М. Решение проблемы газоочистки угольных ТЭС // там же. 2013. – №1.
9. Долгополов В.Н. Материалы доклада комиссии Минэнерго Украины по приемке золоутилизующего производства при Трипольской ТЭС. 1998.
10. Сябер М.О. Використання відходів спалювання вугілля на ТЕС – нагальна потреба часу // Енергетика та електрифікація. 2010. №3.
11. Сябер М.О., Долгополов В.М. Проблема утилізації золи вугільних ТЕС та очищення димових газів. «Енергетика та електрифікація». 2013. №10.
12. Долгополов В.Н. Безотходная сероочистка дымовых газов угольных ТЭС до евро норм с полной окупаемостью затрат. «Енергетика та електрифікація». 2014. №1.
13. ДСТУ Б В.2.7-205:2009 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов».
14. ДСТУ Б В.2.7-211:2009 «Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов».
15. Хинт И.А. Основы производства силикатных изделий. Стройиздат. 1962. 602 с.
16. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. М. Стройиздат. 1982. 384 с.
17. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М. Стройиздат. 1986. 464 с.
18. Справочник по пыле- и золоулавливанию. – М. - Энергоатомиздат. 1983. 310 с.
19. www.dalsica.com