

Материалы подготовлены РОО «Эколайн» и ОАО «Рязанская ГРЭС» в ходе проекта SEPS 345 «Сокращение воздействия и снижение выбросов парниковых газов при производстве энергии», выполненного при поддержке Министерства охраны окружающей среды, продовольствия и развития сельских районов Великобритании (Defra) в рамках программы SEPS, осуществляемой в России Британским Советом

Отходы горения

Отходы горения и вторичное сырье

Каждая электростанция производит большое количество минеральных веществ. Энергоустановка электрической мощностью 750 МВт при ежегодном сжигании одного миллиона тонн угля с зольностью, например, 10 % и сернистостью 1 %, производит 154 000 тонн продуктов сжигания угля (ПСУ). В настоящее время в мире за год образуется около 500 млн. тонн угольной золы (шлак и летучая зола). Во многих странах (например — Австрии, Канаде) это вызывает большое беспокойство в связи с наличием в этих остатках тяжелых металлов, что может наносить ущерб почвам.

Гипс:

- **основные компоненты:** сульфат-дигидрат кальция, может содержать летучую золу и сравнительно высокие концентрации Hg и Se.
- критические параметры для использования в строительной промышленности: размер кристалла, кристаллизация и влажность.

Летучая зола: содержит много тяжелых металлов:

- критические параметры для использования в бетоне: потери при прокаливании, хлор, свободный CaO;
- **критические параметры для использования в цементе:** физические, химические, механические свойства цемента регулируются (EN-197-1): потери при прокаливании, сульфаты, хлор.

Шлак: низкое содержание тяжелых металлов; использование в производстве кирпича и цементной промышленности

Остатки от сухой абсорбции: смесь гипса, сульфита кальция и золы; основная часть захоранивается или используется как изоляционный материал при захоронении отходов

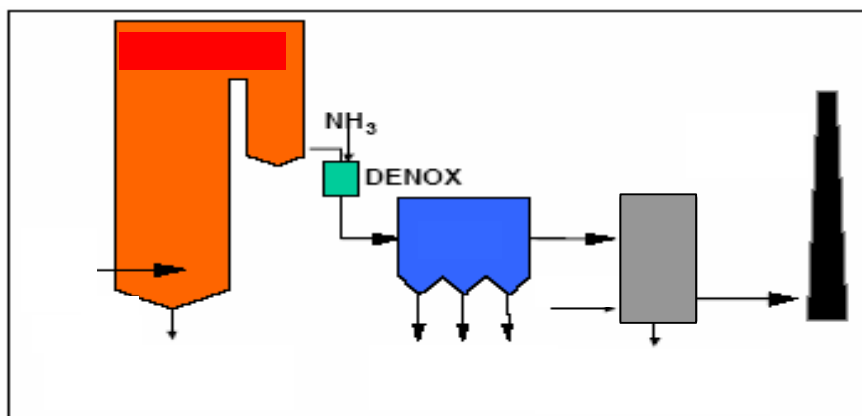


Рисунок 1. Годовое производство продуктов сжигания угля на электростанции мощностью 750 МВт на угле при 6000 часов полной нагрузки (полное производство продуктов сжигания угля = 154 000 тонн) [90, ЕСОВА v. Berg, 1999].

По данным [90, ЕСОВА v. Berg, 1999], масса ПСУ, производимая электростанциями 15-ти стран ЕС составляет 55 миллионов тонн. Рис. 2 показывает доли различных видов ПСУ, про-

Материалы подготовлены РОО «Эколайн» и ОАО «Рязанская ГРЭС»

изведенные в 1999 г. Более 70 % всех ПСУ приходится на летучую золу. Остатки горения составляют 85.1 % и отходы десульфуризации 13.9 % по массе.

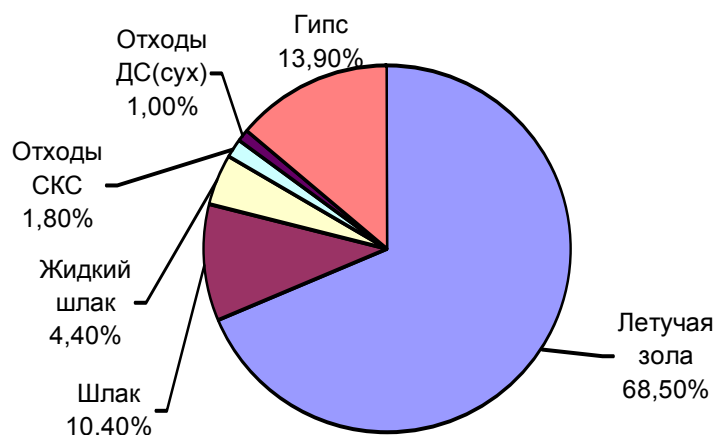


Рисунок 2. Производство ПСУ в ЕС-15 в 1999 году [90, ЕСОВА v. Berg, 1999].

Обозначения: ДС(сух) — сухая десульфуризация дымовых газов; СКС — сжигание в кипящем слое.

Наибольшее количество ПСУ используется в строительстве зданий, в гражданском строительстве, и как строительный материал для заполнения шахт (55.3 %) или рекультивации карьеров и других нарушенных земель (33.2 %). В 1999 году только 2.2 % было временно размещено для использования в будущем и 9.3 % захоронено (рис. 3).

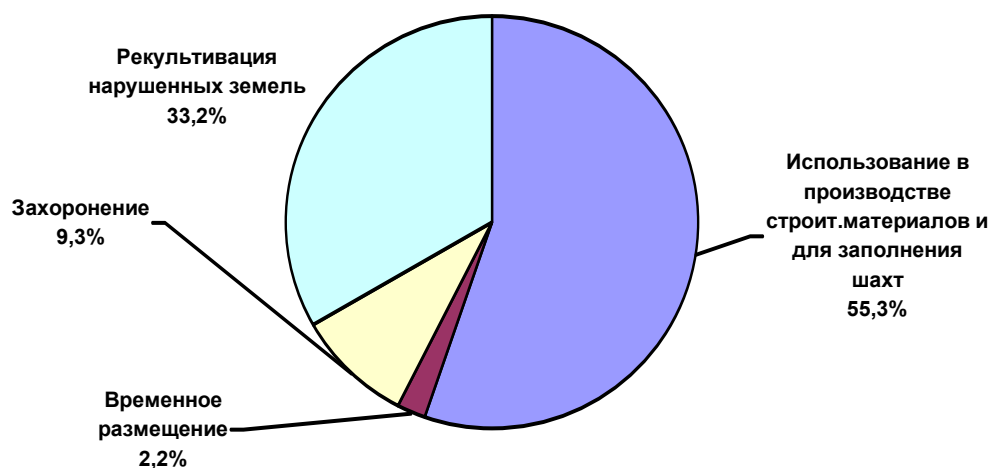


Рисунок 3. Использование и захоронение ПСУ в ЕС-15 в 1999 г. [90, ЕСОВА v. Berg, 1999].

Утилизация ПСУ различно в государствах-членах ЕС в зависимости от климата, уровня цен и нормативного регулирования. В государствах ЕС-15 доля утилизации составляет около 100 %, в других странах не достигает 10 % из-за неблагоприятных условий, таких как содержание тяжелых металлов и недожога, свободного и общего Са, Сl, и т.д.

Утилизация продуктов десульфуризации также варьируется среди государств ЕС-15. В некоторых странах отходы сухой десульфуризации используются в строительной индустрии и в качестве удобрения, в других странах захораниваются. Гипс используется для производства гипсокартона и для устройства оснований, а также как ингибитор для цемента. Наблюдаемый прогресс в доле утилизации связан в основном с признанием этих материалов как сырья. Это развитие достигнуто благодаря исследованиям, практическим экспериментам и маркетинговым усилиям.

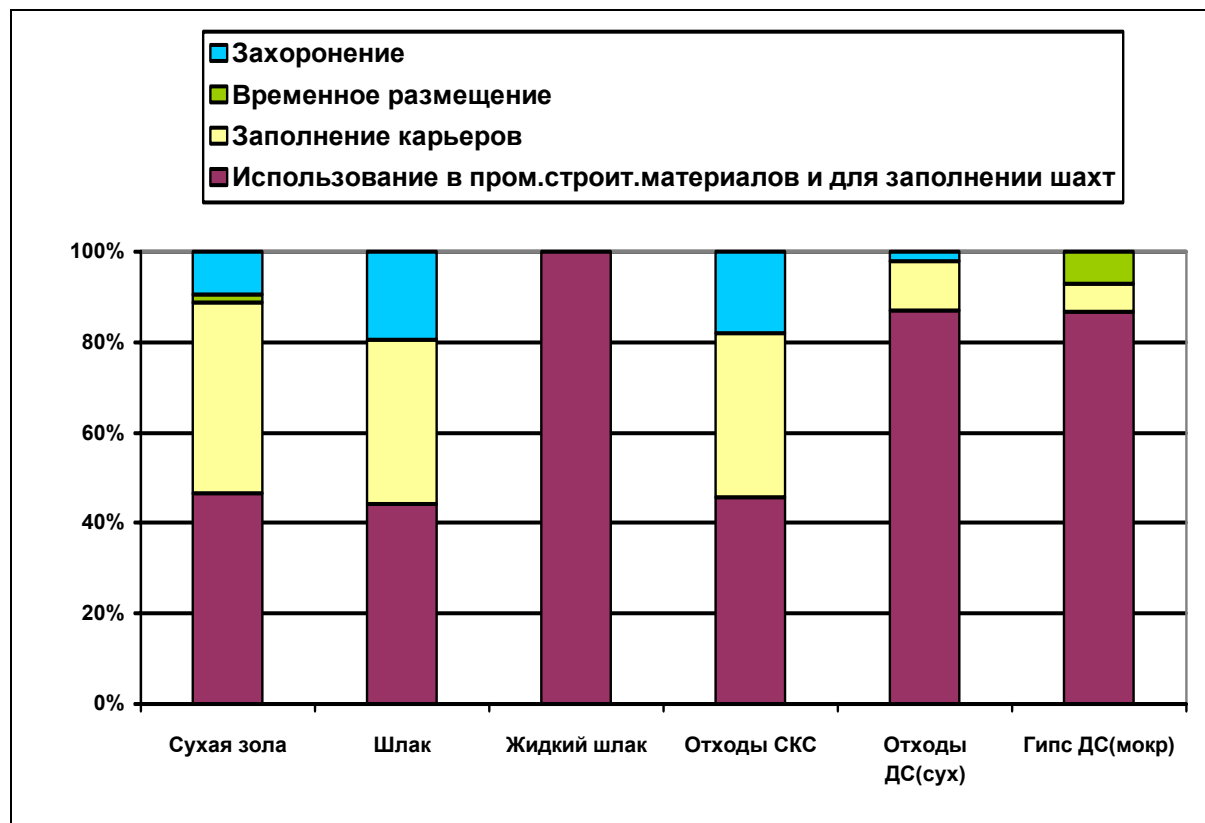


Рисунок 4. Использование и размещение ПСУ в ЕС-15 в 1999 г. [90, ЕСОВА v. Berg, 1999].

Доли утилизации и размещения различных видов ПСУ в 1999 году показаны на рис. 4. В 1999 году от 45 до 48 % топливных остатков были использованы в строительной промышленности и для заполнения шахт, от 37 до 41 % — для заполнения карьеров и нарушенных земель, до 2 % временно размещено и от 10 до 15 % были захоронены.

Около 86 % всех продуктов сухой и мокрой десульфуризации были использованы в строительной индустрии и в заполнении шахт. Для заполнения карьеров и других полостей использовано 11 % продуктов сухой десульфуризации и около 6 % гипса от мокрой десульфуризации, и около 6 % гипса были складированы для будущего использования. Лишь очень небольшое количество ПСУ было захоронено [90, ЕСОВА v. Berg, 1999].

Обзор направлений использования различных видов ПСУ приведен на рис. 5.

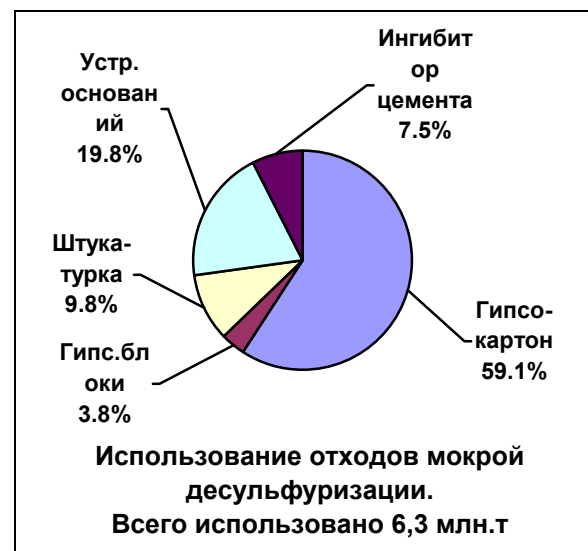
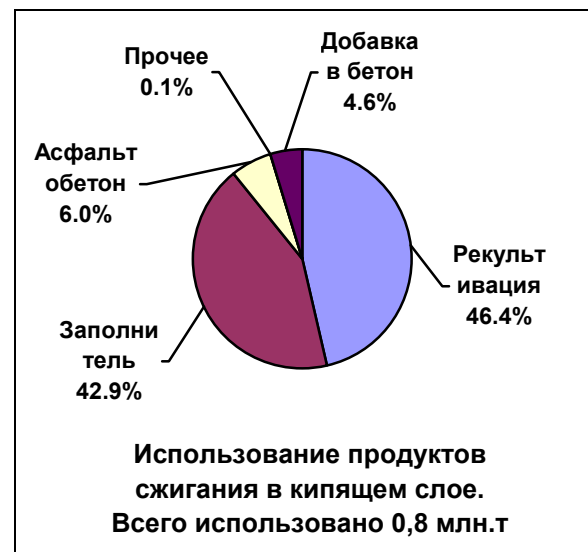
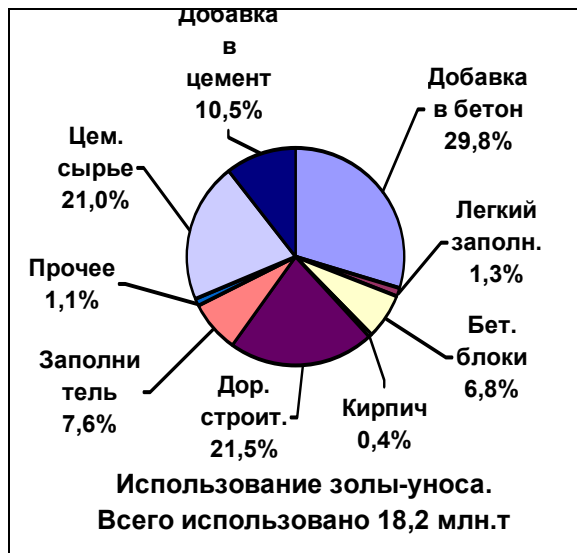


Рисунок 5. Обзор утилизации ПСУ в ЕС-15 в 1999 г. [90, ЕСОВА v. Berg, 1999].

Обращение с отходами горения и побочными продуктами

После сжигания угля основная доля минерального вещества улавливается и удаляется в виде твердых остатков в различных частях топливосжигающей установки: при подготовке топли-

ва, в нижней части топки котла, в системах очистки дымовых газов и в дымовой трубе. Шлак образуется во всех типах топливосжигающих установок на каменном и буром углях, хотя его доля в общей массе золы меняется.

Из-за рециркуляции летучей золы в котлах с жидким шлакоудалением, в них 100 % минеральной части топлива получается в виде дробленого шлака. Лишь когда некоторое количество недогоревшего топлива остается в летучей золе, оно отделяется и накапливается в специальном бункере. При сжигании в циркулирующем кипящем слое большая часть золы возвращается в топку через циклон, смешивается с топливом и выводится со шлаком.

Сероулавливающие установки, использующие мокроизвестковый и мокроизвестняковый методы десульфуризации, производят кристаллический гипс. Необходимо отделять гипс от мелких взвешенных частиц известняка, а произведенный гипс — сушить. Слишком мелкие частицы увеличивают влажность этого побочного продукта, обычно примерно до 10 %. После отмывки возможно получение высококачественного рыночного продукта (сопоставимого по потребительским свойствам или лучше, чем естественный гипс), содержащего только следы загрязнений, оставшимися от топлива, из которого получен этот продукт. В большинстве случаев гипс собирается и хранится в закрытых хранилищах. На некоторых энергоустановках гипс дополнительно сушится с 10 до 4 %, или даже до 1 % для снижения транспортных расходов и повышения качества.



Рисунок 6: Закрытые хранилища гипса [94, Umwelt + Technik, 2000].

В случаях, когда рынка сбыта для гипса нет, его захоранивают тем же самым способом как и золу, и золошлаковые отходы. Возможно раздельное захоронение каждого из этих побочных продуктов, но обнаружено, что при смешивании гипса с летучей золой и сточными водами установок десульфуризации образуется смесь, часто называемая «стабилизат», которая имеет лучшие свойства, чем каждый компонент в отдельности. Эти свойства: механическая прочность, дренируемость и нерастворимость.

Самое обычное использование остатков и побочных продуктов от сжигания бурого угля - рекультивация выработанных открытых угольных карьеров. Летучая зола также очень часто используется как материал для укрепления откосов в угольных шахтах.

«Стабилизат» выполняет эту роль лучше, потому что соединяет вяжущие свойства летучей золы, связывая тяжелые металлы и микроэлементы, со свойствами гипса. Организованные захоронения твердых побочных продуктов не оказывают на окружающую среду никаких отрицательных воздействий.

Обычно отходы и побочные продукты горения, такие как зола и продукты сероочистки, образуются в различных частях энергоустановки, таких как котел, обеспыливающие камеры, электрофильтры, тканевые фильтры и сероочистные установки. Эти материалы транспортируются посредством гидравлических или механических устройств и хранятся в закрытых бункерах или в специальных хранилищах, подобно используемым для хранения гипса от установки десульфуризации.

В таблице 1 приведены сводные данные о возможных способах повторного использования отходов и побочных продуктов угольных электростанций.

Таблица 1. Возможные способы повторного использования отходов и побочных продуктов угольных электростанций.

Технология	Летучая зола		Шлак		Продукты сорбционных процессов	Гипс
	Бурых углей	Каменных углей	Бурых углей	Каменных углей		
Строительство						
Добавка в бетон	+	+				
Облегчающие добавки в бетон	+	+	+	+		
Изделия из пенобетона	+	+			+	
Высокопрочный бетон	+	+				
Производство «Flual»	+					
Добавка при производстве цемента	+	+				
Сырьевой компонент при производстве цемента	+	+				
Добавки в цемент для замедления схватывания					+	+
Изоляционные стенки	+	+			+	
Строительный гипс						+
Производство керамики	+	+	+	+	+	
Дорожное и ландшафтное строительство	+	+	+	+		
Строительство дамб	+	+	+	+		
Заполнитель для асфальтобетона	+	+				
Стабилизация грунтов, материал при строительстве земляных сооружений и дорожных оснований	+	+	+	+	+	
Звукоизоляция		+		+	+	
Захоронение	+	+	+	+	+	+
Захоронение опасных отходов	+	+				

Технология	Летучая зола		Шлак		Продукты сорбционных процессов	Гипс
	Бурых углей	Каменных углей	Бурых углей	Каменных углей		
Выравнивающий материал для оснований мест захоронения отходов	+	+			+	
Фильтрующий слой для герметичных захоронений			+	+		
Кондиционирование ила очистных сооружений					+	
Основной материал очистки бытовых сточных вод			+	+		
Сельское хозяйство						
Удобрение	+	+			+	+
Мелиорант, субстрат	+	+	+	+		
Стабилизация цементных смесей	+	+			+	
Заполнение канав	+	+			+	
Прочие методы использования						
Материал для рекультивации шахт	+	+	+		+	
Производство цеолита	+	+				
Альфа- и бета-компоненты при производстве гидратов						+
Заполнитель при производстве бумаги					+	+
Производство ангидрита					+	
Процесс «Müller-Kühne» (разложение гипса на известь и сернистый ангидрид)	+	+	+	+	+	
Регенерация тепла			+	+		
Десульфуризация дымовых газов					+	