



Проект реализуется  
Донецким национальным  
университетом



Проект выполняется Научно-образовательным центром «Конвергенция нано-, био- и инфотехнологий для сбалансированного регионального развития»

## Современные технологические приемы и аппараты для снижения выбросов

**Бодряга В.В.**

Донецкий национальный университет, Донецк, Украина

Проект «Низко-углеродные возможности для  
индустриальных регионов Украины (LCOIR-UA)»

Исследование выполнено в  
рамках Грантового контракта  
№ DCI/ENV 2010/243-865

Международный научно-практический симпозиум  
«Низко-углеродные открытые  
инновации для регионов Украины»  
29.11.2012 г., г. Донецк



Проект финансируется  
Европейским Союзом



# Типы загрязнений атмосферы

1. аэродисперсные системы, состоящие из твердых или жидких дисперсных частиц взвешенных в воздушной среде (пыль, дым, туман);
2. газообразные вещества (оксиды азота, оксиды углерода, оксиды серы, аммиак и др.);
3. пары веществ (летучие растворители, углеводороды и их галогенопроизводные, ароматические углеводороды и др.).





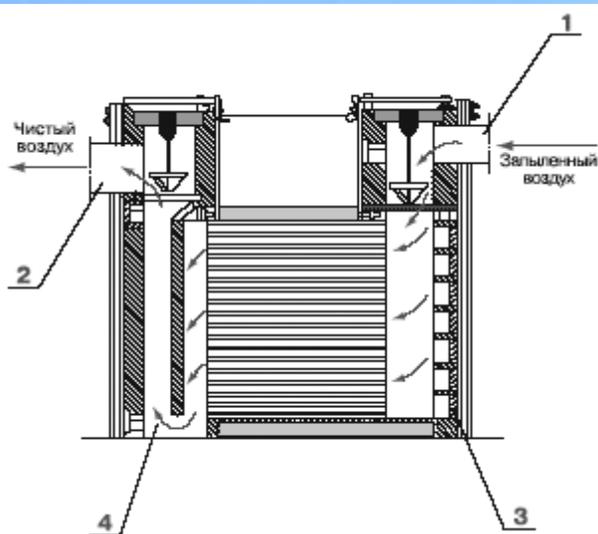
# Методы очистки газовых выбросов от аэрозолей

Методы очистки промышленных газовых выбросов от пыли разделяются на две группы: методы улавливания пыли «сухим» способом и методы улавливания пыли «мокрым» способом.



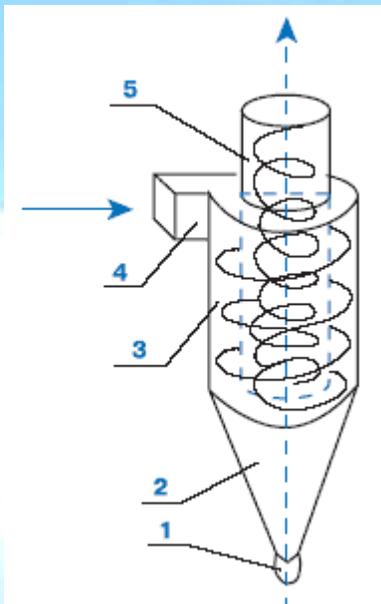


# Сухие механические обеспыливающие аппараты



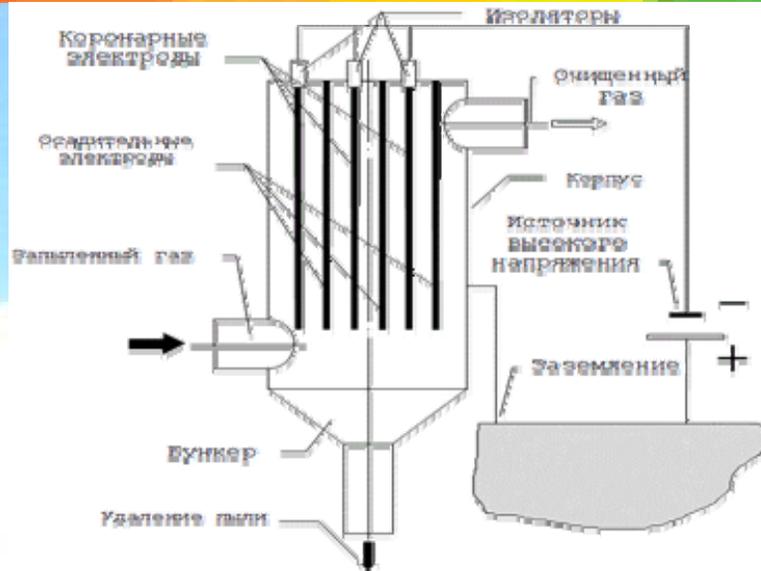
## Пылеосадительная камера

(1 - входной патрубок; 2 - выходной патрубок;  
3 - корпус; 4 - бункер взвешенных частиц



## Циклон

(1 – пылевыпускное устройство;  
2 – конусная камера;  
3 – цилиндрическая камера; 4 – входной патрубок; 5 – выхлопная труба.



## Схема электрофильтра



Проект финансируется  
Европейским Союзом

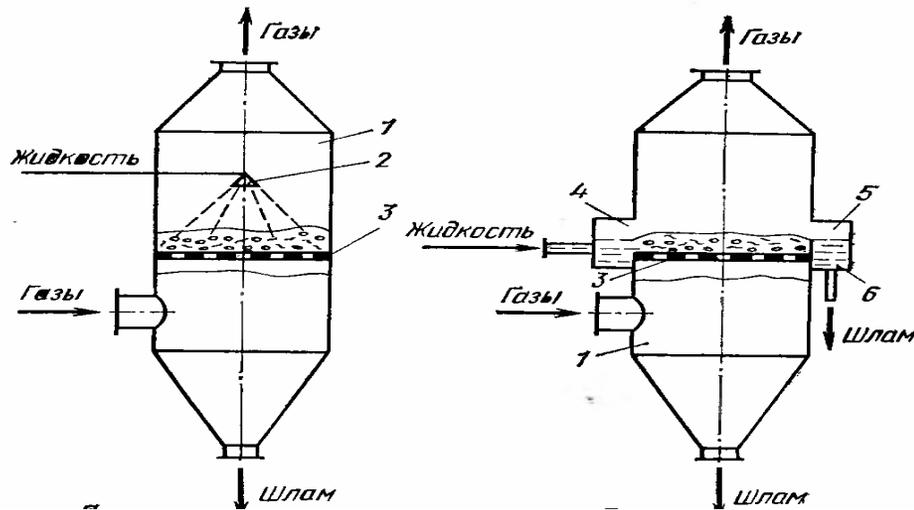
29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется  
Донецким национальным  
университетом





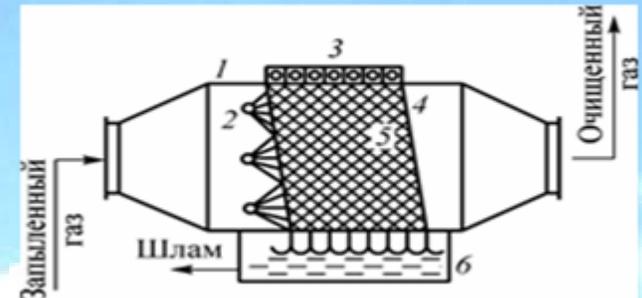
# Мокрые механические обеспыливающие аппараты



## Пенные пылеуловители

(а – с провальной решеткой; б – с переливной решеткой):

1 – корпус; 2 – оросительное устройство; 3 – тарелка; 4 – приемная коробка; 5 – порог; 6 – сливная коробка



## Насадочный скруббер с поперечным орошением:

1 – корпус; 2 – форсунки; 3 – оросительное устройство; 4 – опорная решетка; 5 – насадка; 6 – шламособорник



Проект финансируется  
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется  
Донецким национальным  
университетом





# Методы очистки промышленных газовых выбросов от газообразных и парообразных загрязнений

Методы очистки	Тип процесса	Аппараты
абсорбционные	поглощение загрязнений растворителем (водой) с образованием раствора	насадочные башни; скрубберы;
хемосорбционные	химическое взаимодействие загрязнений с жидкими сорбентами (поглотителями) с образованием малолетучих или малорастворимых химических соединений	насадочные башни; скрубберы; распылительные аппараты и др.
адсорбционные	адсорбция загрязнений на поверхности твердого вещества	адсорберы
термические	окисление загрязнений кислородом воздуха при высоких температурах с образованием нетоксичных соединений	камеры сжигания и др.
каталитические	каталитическая химическая реакция загрязнений с другими загрязнителями или добавленными веществами с образованием нетоксичных соединений	каталитические и термокatalитические реакторы
биохимические	трансформация загрязнений под воздействием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами	биофильтры; биоскрубберы





# Методы очистки газов от оксидов углерода

метод	основные процессы метода
Абсорбция $CO_2$ водой	абсорбция: $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$ регенерация сорбента: $H_2CO_3 = H_2O + CO_2$
Абсорбция $CO_2$ этаноламином	абсорбция: $(RNH_3)_2CO_3 + CO_2 + H_2O = 2(RNH_3)HCO_3$ регенерация сорбента: $2(RNH_3)HCO_3 = (RNH_3)_2CO_3 + CO_2 + H_2O$
Метанирование $CO$ и $CO_2$	$CO + 3H_2 = CH_4 + H_2O$ $CO_2 + 4H_2 = CH_4 + 2H_2O$ (катализатор на основе оксидов $NiO$ , $Al_2O_3$ )
Абсорбция медноаммиачным раствором $CO$ и $CO_2$	абсорбция: $[Cu(NH_3)_2]^+ + CO + NH_3 = [Cu(NH_3)_3CO]^+$ регенерация сорбента: $[Cu(NH_3)_3CO]^+ = [Cu(NH_3)_2]^+ + CO + NH_3$ $NH_3 + H_2O = NH_4OH$ $2NH_4OH + CO_2 = (NH_4)_2CO_3 + H_2O$ $(NH_4)_2CO_3 + CO_2 + H_2O = 2NH_4HCO_3$ ( $NH_4$ ) <sub>2</sub>
Конверсия $CO$ с водяным паром	$CO + H_2O = CO_2 + H_2$ (катализатор на основе оксидов железа)





# Методы очистки газов от сероводорода

метод	основные процессы метода
Мышьяково-содовый метод очистки газов от $H_2S$	абсорбция: $Na_4As_2S_5O_2 + H_2S = Na_4As_2S_6O + H_2O$ регенерация сорбента: $Na_4As_2S_6O + 1/2O_2 = Na_4As_2S_5O_2 + S$
Фосфатный метод очистки газов от $H_2S$	$H_2S + K_3PO = K_2HPO_4 + KHS$
Железо-содовый метод очистки газов от $H_2S$	абсорбция: $H_2S + Na_2CO_3 = NaHS + NaHCO_3$ $3NaHS + 2Fe(OH)_3 = Fe_2S_3 + 3NaOH + 3H_2O$ $3NaHS + 2Fe(OH)_3 = 2FeS + S + 3NaOH + 3H_2O$ регенерация сорбента: $2Fe_2S_3 + 6H_2O + 3O_2 = 4Fe(OH)_3 + 6S$ $4FeS + 6H_2O + 3O_2 = 4Fe(OH)_3 + 4S$
Адсорбция $H_2S$ цеолитами	адсорбция: $H_2S + NaA = H_2S(NaA)$ регенерация сорбента: $H_2S(NaA) = H_2S + NaA$
Адсорбция $H_2S$ активированным углем	адсорбция: $H_2S + (\text{уголь}) + O_2$ каталитическое окисление: $2H_2S + O_2 = 2H_2O + 2S$





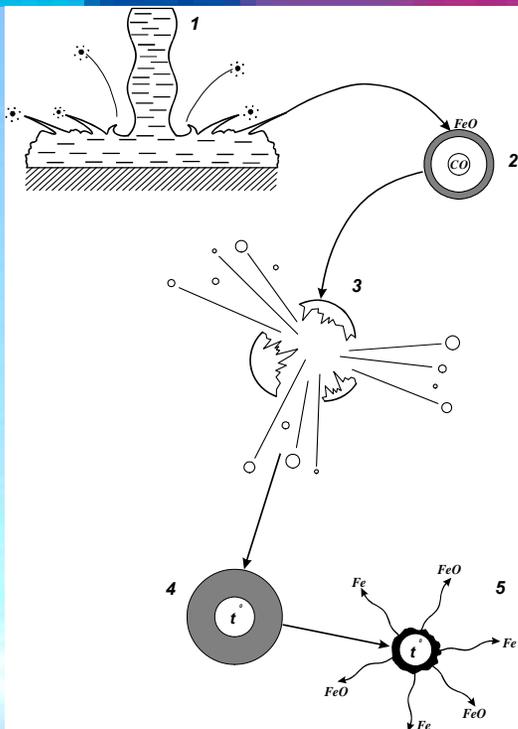
# Методы очистки газов от $SO_2$

метод	основные процессы метода
Известковый метод очистки газов от $SO_2$	$SO_2 + CaCO_3 = CaSO_3 + CO_2$ $SO_2 + CaO = CaSO_3$ $SO_2 + Ca(OH)_2 = CaSO_3 + H_2O$ $2CaSO_3 + O_2 = 2CaSO_4$
Аммиачный метод очистки газов от $SO_2$	$SO_2 + (NH_4)_2SO_3 + H_2O = 2NH_4HSO_3$
Поглощение $SO_2$ углеродными пористыми сорбентами	$(SO_2 + H_2O + O_2) - \text{уголь}$ $SO_2 + H_2O = H_2SO_3$ $H_2SO_3 + 1/2 O_2 = H_2SO_4$



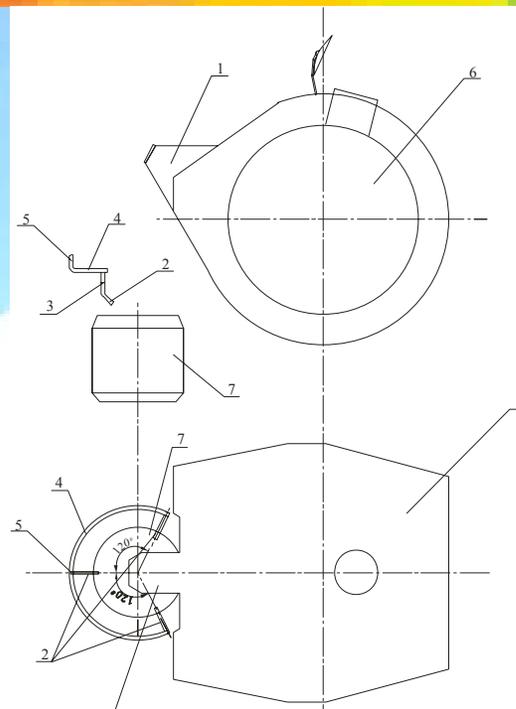


# Снижение выбросов в атмосферу при переливах чугуна



## Стадии образования бурого дыма при переливах чугуна:

1-диспергирование струи чугуна при ударе; 2-образование закисной плёнки на поверхности крупных брызг и пузырька монооксида углерода внутри; 3-взрыв капли; 4-окисление и разогрев мелких капель; 5-испарение капель.



## Схема установки пылеподавления азотом

а) вид сбоку и б) вид сверху: 1—носик миксера; 2—сопла; 3—фланцевое соединение; 4—коллектор; 5—подвод азота к коллектору; 6—миксер; 7—ковш.



Проект финансируется  
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется  
Донецким национальным  
университетом



# Благодарю за внимание!



## Какие есть вопросы?



Проект финансируется  
Европейским Союзом

29.11.2012 – Донецк

Проект реализуется  
Донецким национальным  
университетом

