

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОРЕАКТОРОВ КРАТЕРНОГО ТИПА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО И СЫРЬЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ И СТОЧНЫХ ВОД

А. А. Кожекенова, Л. В. Кортюченко, Р. И. Шаяхмедов
Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет, г. Астрахань (Россия)

Энергия отходящих дымовых газов (далее ДГ) колоссальна. К настоящему моменту в мире разработаны и действуют [1] несколько тысяч установок для утилизации тепла отходящих ДГ (использующих в замкнутом контуре жидкости с низкой температурой кипения). Установки эти обладают высокой дробностью капиталовложений (можно начать внедрение с небольшой и, следовательно, недорогой установки).

Снижение энергетического потенциала ДГ облегчит извлечение из них ценных компонентов: углекислого газа, стерилизованной воды (конденсат), сернистого газа. Для этого нужна также технология с высокой дробностью капиталовложений и дополнительной очисткой ДГ от вредных компонентов (экологические требования к процессу переработки). В качестве таковой предлагается:

- удаление из состава ДГ паров воды в процессе утилизации теплового потенциала, с одновременным получением водного конденсата (далее ВК), содержащего сернистый газ (далее СГ);
- разбавление осушенных ДГ воздухом и получение газо-воздушной смеси (далее ГВС) с уменьшенной на порядок концентрацией вредных компонентов;
- нейтрализация ВК суспензией известняка в присутствии катализатора;
- использование полученной ГВС и нейтрализованного ВК для выращивания микроводорослей (далее МВ) с полным или частичным поглощением МВ вредных компонентов.

Тридцать процентов от общей себестоимости процесса выращивания МВ (при выращивании на товарной углекислоте) составляет расход двуокиси углерода (далее ДУ), используемой для подкормки МВ. Допустим в дымовых газах содержится 13,56 % ДУ (см. таблицу 1).

После удаления ВК доля ДУ в ДГ возрастает до 16,73 % (конденсат выводится из состава ДГ при утилизации его теплового потенциала). Оптимальная доля ДУ в газовой смеси, используемой для подкормки МВ, составляет 0,80 % [2]. Следовательно, ДГ после отделения ВК, необходимо разбавить в 20,91 раза. При этом состав ГВС будет вполне приемлем для подкормки МВ, если МВ выращиваются в автоматическом режиме.

Однако одна решенная проблема порождает две:

- необходимость утилизации ВК с растворенным в нем СГ;

- необходимость подогрева разбавляющего ДГ воздуха зимой (коэффициент разбавления 20,91 зимой может привести к замерзанию воды).

Таблица 1

Изменение состава ДГ, весовых %

№	Наименование компоненты	Начальный	После удаления ВК	После разбавления воздухом
1	Азот	62,73	77,37	79,87
2	Водяной пар	18,79	0,13	0,01
3	ДОУ	13,56	16,73	0,80
4	Кислород	4,45	5,49	19,31
5	Сернистый ангидрид (SO ₂)	0,24	–*	–
6	Окись углерода	0,21	0,26	0,01
7	Водород	0,02	0,02	–
	Итого	100,0	100,0	100,0
	Температура С ⁰	350	100	30**

* – сернистый газ полностью растворяется в удаляемом ВК

** – в теплое время года

Вторая проблема может быть решена несколькими путями:

- установкой теплообменника для нагрева разбавляющего воздуха с одновременной утилизацией тепла ВК;
- использование части ДГ без утилизации теплового потенциала;
- использование для разбавления ДГ вентиляционных сбросов отапливаемых производственных и административных зданий;
- повторное использование ГВС;
- уменьшением коэффициента разбавления ДГ.

В последнем случае предельно-допустимая концентрация ДОУ в ГВС составит 4 % (угнетающее действие повышенной концентрации ДОУ на МВ начинается с 5 %), что соответствует коэффициенту разбавления 4,2. Это усилит требования к безлюдности установок (неполное усвоение ДОУ МВ).

ВК с СГ могут использоваться для:

- замещения, после соответствующей нейтрализации, воды испаряемой при выращивании МВ в открытых емкостях;
- периодической санитарной обработки емкостей для выращивания МВ.

В первом случае ВК нейтрализуется суспензией известняка [3] в присутствии MnSO₄ (катализатор). В качестве известняковой породы можно использовать дешевую доломитовую крошку (отход, получаемый при разработке доломитовых карьеров).

В результате образуется водный раствор, содержащий ионы Ca, Mg, Mn, Fe, SO₄, P₂O₅ которые можно использовать в качестве компонентов питательной среды для МВ. Учитывая состав нейтрализата, для промышленного культивирования МВ наиболее подойдет среда А-5П, в состав которой входят следующие основные компоненты: мочевины (карбамид) – 1,8 г/литр; калимагнезия – 0,4, аммофос – 0,6; мел – 0,6.

При этом состав вносимых в питательную среду минеральных удобрений должен быть скорректирован с учетом уже имеющихся в нейтрализате ионов. Нейтрализация ВК позволит также обеспечить щелочную среду, необходимую для выращивания МВ.

Во втором случае (санитарная обработка емкостей для выращивания МВ) используются асептические свойства СГ, проявляемые им в присутствии других кислот [3]. То есть, ВК подкисляется, например, азотной кислотой (окислы азота содержатся в ДГ и, следовательно, попадут в ВК).

Автоматический режим работы установки по выращиванию МВ достигается следующим образом. МВ производится в фотореакторе кратерного типа (далее ФРКТ). ФРКТ – круглый бассейн (см. рис. 1), стены которого представляют собой кольцевой земляной вал (1), высотой два метра и диаметром в 20 м.

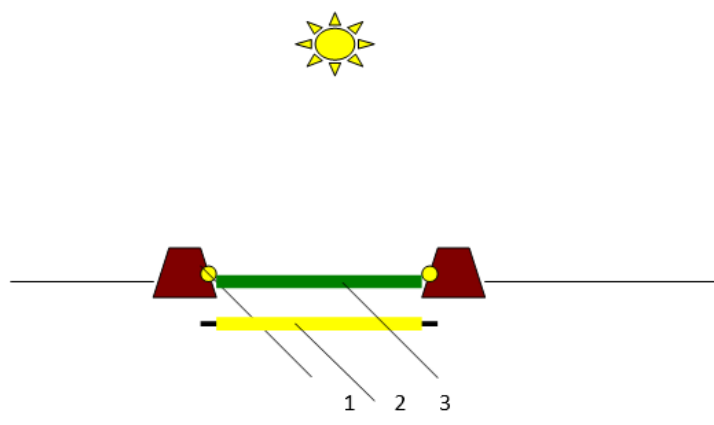


Рис. 1. Схема фотореактора в разрезе

Такое соотношение позволит:

- сократить вероятность занесения ветром из окружающей среды нежелательных микроорганизмов (вселенцев);
- наладить, в случае необходимости, повторное использование ГВС (отбор отработанной ГВС из кратера, образованного земляными валами);
- ограничить растекание по земной поверхности тяжелых газовых компонентов ГВС.

Дно бассейна (2) выполняется из сероцемента с гидроизоляцией из полимерной пленки. В бассейне располагается тонкий (не более 10–18 см) слой культуры МВ (3), аккумулирующий солнечную энергию.

Загрузка и отбор культуры МВ производится автоматически, в проточно-непрерывном режиме вместе с подачей и отбором культуральной жидкости. При этом нейтрализованный ВК и минеральные удобрения автоматически вносятся дозатором в культуральную жидкость.

Теплая ГВС (см. рис. 2) с повышенным содержанием углекислоты подается (4) через отверстия крестообразного, вращающегося распылителя (5), укрепленного в центре бассейна (2). При этом за счет реакции подаваемых

воздушных струй, распылитель вращается и перемешивает питательную среду. Проходящая через водную толщу ГВС отдает ей свое тепло и насыщает ее ДОУ. Санитарная обработка производится аналогичным образом, только вместо культуральной жидкости подается дезраствор из ВК.

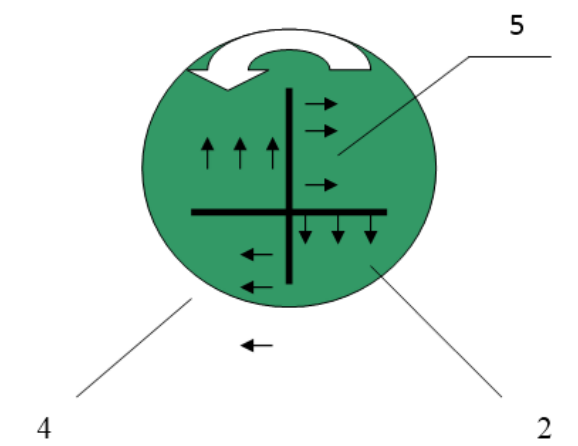


Рис. 2 . Схема подачи газовойоздушной смеси

Таким образом, все основные операции производятся без непосредственного участия человека. На время ремонта ФРКТ подача ГВС прекращается.

Барботажное перемешивание будет способствовать непрерывному испарению воды. В случае нехватки ВК для их пополнения, можно будет использовать стерилизованные ДГ сточные воды.

Для внутренней облицовки земляного вала ФРКТ могут использоваться стена из отработанные автопокрышки [5] с металлокордом (далее ОАМ). Стена (рис. 3, 4) возводится из штабелей покрышек (6), примыкающих к друг другу. Через угловые, торцовые и промежуточные штабеля пропускаются несущие сваи (7). Внутренне пространство покрышек может быть заполнено элементарной серой [6], сероцементом [7], или серобетоном [8].

Кольцевая стена (8), построенная из ОАМ по изложенному выше способу, ограничивает все сооружение по внутреннему контуру. Крыша из полимерной пленки (9) укрепляется на проволочных растяжках (10), закрепленных на концах свай (7) проходящих через штабеля покрышек.

Стена из ОАМ дешевле железобетонной стены с таким же теплосопротивлением в 4 раза. Пленочная крыша на растяжках дешевле стеклянной крыши из металлоконструкции в 50 раз. При этом подобная конструкция может достигать размеров в несколько гектар и пленка может использоваться несколько лет подряд [9].

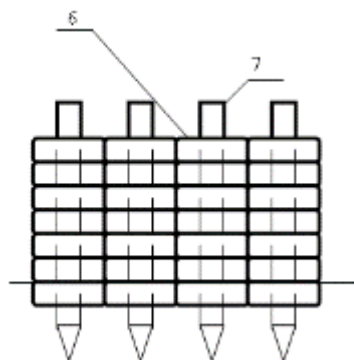


Рис. 3. Соединение покрышек в штабеля

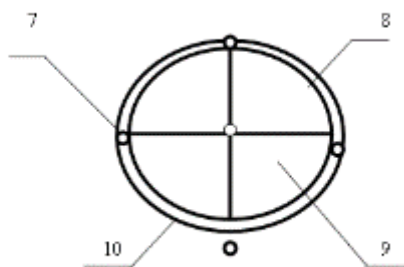


Рис. 4. Пленочное покрытие ФРКТ

Список используемых обозначений:

- ОАМ – отработанные покрышки с металлокордом;
- ВК – водный конденсат;
- ГВС – газозвдушная смесь;
- ДГ – дымовые газы;
- ДОУ – двуокись углерода;
- МВ – микроводоросли;
- МСВ – минерализованные сточные воды;
- СГ – сернистый газ;
- ФРКТ – фотореактор кратерного типа.

Список литературы

1. Шварц Г. Р., Голубев С. В., Левыкин Б. П., Чесноков Ю. Н., Геворков И. Г. Утилизационные энергетические установки с органическим теплоносителем // Газовая промышленность. 2001. № 5. С. 14.
2. Музафаров М. А., Таубаев Т. Т. Культивирование и применение микроводорослей. Ташкент : Фан, 1984. 43 с.
3. Шобингер У. Плодово-ягодные и овощные соки. М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. 472 с.
4. Шаяхмедов Р. И., Осипов Б. Е. Использование дымовых газов АГПЗ // Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений. Научные труды АНИПИГаза. 2004. № 6. С. 140–143.
5. Шаяхмедов Р. И. Утилизация отработанных покрышек с металлическим кордом с применением загрязненной серы // Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений. Научные труды АНИПИГаза. 2001. № 3. С. 372–374.
6. Шаяхмедов Р. И. Дом из нетающего льда // Химия и жизнь. 2001. № 9. С. 20–21.
7. Шаяхмедов Р. И. Некоторые вопросы разработки и освоения регионального рынка сероцемента // Геология, добыча, переработка и экология нефтяных и газовых месторождений. Сборник АНИПИГаза. Астрахань, 2004. С. 110–113.
8. Шаяхмедов Р. И., Осипов Б. Е. Новая сбытовая ниша для двуокиси углерода и серобетона // Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений Научные труды АНИПИГаза. 2006. № 8. С. 391–393.
9. От возможного к действительному // Техника молодежи. 1999. № 9. С. 1.