

УДК 338.3

Профессор С.Ю. Панов, аспирант М. Химвинга,
соискатель А.В. Зинковский

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических производств. тел. (473) 249-91-13
E-mail: sergey.panov@mail.ru

Professor S.Iu. Panov, graduate M. Himwiinga,
graduate A.V. Zinkovskii

(Voronezh university of engineering technology) Department of machines and apparatus of chemical industries. phone (473) 249-91-13
E-mail: sergey.panov@mail.ru

Технико-экономическая оценка газоочистной установки на основе эжекторного скруббера

Feasibility study of gas treatment plant based on an ejector scrubber

Реферат. В статье выполнена технико-экономическая оценка вариантов очистки газов. Бурное развитие промышленности и транспорта во всём мире в последнее время остро ставит проблему защиты среды обитания человека от вредных отходов его же практической деятельности. При решении проблемы очистки отходящих газов следует уделять большое внимание экономическим характеристикам методов улавливания и утилизации вредных выбросов, учитывая при этом, что капитальные затраты возрастают пропорционально понижению концентрации вредных выбросов. Поставленная задача решается разработкой двухступенчатой системы мокрой очистки газа на базе эжекторных скрубберов. Их преимущество – центральный форсуночный подвод, что позволяет скрубберу действовать по принципу эжекторного насоса. Проектируемую установку можно использовать на предприятиях по переработке твердых бытовых и производственных отходов, также на предприятиях где имеются паровые и водогрейные котлы, в результате работы которых получают загрязненные газы с высокой температурой. В частности данную установку можно применить на цементном заводе, на котором выделяется большое количество отходящих газов, содержащих оксиды серы. Оценка рыночного потенциала установки, предназначенной для очистки отходящих газов на цементном заводе, выполнена посредством SWOT анализа. Результаты SWOT анализа свидетельствуют о возможности осуществления очистки отходящих газов без больших затрат и с высокой степенью очистки газов. Анализ конкурентоспособности установки выполнен экспертным методом в сравнении с рыночными аналогами. Представлены технико-экономические показатели установки. Рентабельность капитальных вложений составляет 46 % и срок окупаемости капитальных вложений – 2,7 года.

Summary. The article executed the feasibility study of various options for gas treatment. Rapid development of industry and transport worldwide in recent times raises the problem in the protection of habitat environment from harmful waste. In solving problems of flue gas treatment great attention is given to the economic characteristics and recycling techniques for capturing emissions and disposal must also meet the sanitary health requirements: flue gas treatment plants should not cause air or water pollution. The set objective is solved by developing a two-stage wet treatment system for pyrolysis gas based on ejector scrubbers. Their advantage - a central nozzle supply that allows the scrubber to operate on the principle of an ejector pump. Projected plant can be used in enterprises for processing of solid domestic and industrial waste, where there are steam and hot water boilers, whose operations result in contaminated gases emissions obtained with high temperatures. In particular, this installation can be applied at a cement plant in which a large amount of waste gases containing sulfur oxides is emitted. Assessment of market potential for the plant designed to treat waste gases in the cement factory is performed through a SWOT analysis. SWOT analysis results indicate the possibility of the treatment of exhaust gases without a high cost and with high gas treatment efficiency. Plant competitive analysis was done using an expert method in comparison with market competitors. Technical and economic indicators of the plant are presented. Return on investments is 46% and payback period of capital investments - 2.7 years.

Ключевые слова: очистка газов, технико-экономическая оценка, SWOT-анализ, диоксид серы, абсорбция, скруббер

Keywords: gas purification, technical and economic SWOT-analysis, assessment, sulfur dioxide, absorption, scrubber

Интенсивное развитие промышленности и транспорта во всём мире в последнее время остро ставит проблему защиты среды обитания человека от вредных отходов его же практической деятельности. К числу таких последствий стремительного роста индустрии, тепло-

энергетики, транспорта относится возрастающее загрязнение атмосферного воздуха [1].

При решении проблемы очистки отходящих газов следует уделять большое внимание экономическим характеристикам методов

© Панов С.Ю., Химвинга М., Зинковский А.В., 2014

улавливания и утилизации вредных выбросов, учитывая при этом, что капитальные затраты возрастают пропорционально понижению концентрации вредных выбросов. Методы улавливания и утилизации вредных выбросов должны также удовлетворять санитарным требованиям: установки газоочистки не должны вызывать загрязнение атмосферы или водоемов своими выбросами.

Поставленная задача решается разработкой двухступенчатой системы очистки газа на базе эжекторных скрубберов [2]. Их преимущество – центральный форсуночный подвод, что позволяет скрубберу действовать по принципу эжекторного насоса. В качестве хемосорбента было принято решение использовать карбонат кальция (известняковый метод очистки газов), полученный в качестве побочного продукта при производстве нитроаммофоски на заводе ОАО «Минудобрения». Для решения поставленной задачи были рассмотрены и проанализированы уже существующие разработки.

Проектируемую установку можно использовать на предприятиях по переработке твердых бытовых и производственных отходов, также на предприятиях где имеются паровые и водогрейные котлы, в результате работы которых получают загрязненные газы с высокой температурой. В частности данную установку можно применить на цементном заводе, на котором выделяется большое количество отходящих газов, содержащих оксиды серы.

Основные выбросы от производства цемента – это выбросы в воздух, возникающие во время работы цементной печи в результате физических и химических реакций сырья и топлива. Отходящие газы содержат в себе различные загрязняющие вещества [2], в первую очередь диоксид серы SO_2 [3].

Оценка рыночного потенциала установки, предназначенной для очистки отходящих газов на цементном заводе, выполнена посредством SWOT анализа, результаты которого представлены в таблице 1. Результаты SWOT анализа свидетельствует о возможности осуществления очистки отходящих газов без больших затрат и в герметичном исполнении [4]. Сравнительный анализ эксплуатационных характеристик скрубберов различного типа и сравнительные показатели систем очистки дымовых газов от SO_2 приведены в таблицах 2, 3.

Основными конкурентными преимуществами предлагаемого эжекторного скруббера являются:

- повышение эффективности очистки газовых выбросов скруббером распылительного типа путем введения дополнительной ступени абсорбции;
- уменьшение гидравлических сопротивлений внутри аппарата;
- снижение металлоемкости и простота конструкции установки;
- экологическая безопасность установки, т.е. минимизация степени негативного влияния технологии очистки отходящих газов на окружающую среду;
- окупаемость за счет реализации продукта переработки;
- относительная дешевизна процесса очистки, по сравнению с существующими на данный момент методами очистки газовых выбросов, за счет использования для работы установки недорогого абсорбента - карбоната кальция.

Стоимость установки составляет 398 тыс. руб., срок эксплуатации 10 лет.

Ежегодные текущие затраты по содержанию установки составляют 1 323 647, 7 р., включая затраты на производство (1 150 998 р.), амортизацию (52 200 р.), заработную плату обслуживающего персонала в составе 3 человек (612 000 р.), энергозатраты (54 798 р.), общехозяйственные расходы (172 649,7 р.), текущие затраты на обслуживание (34 800 р.), другие затраты (397 400 р.).

В результате работы данной установки получается: чистый горячий газ, который можно будет использовать в качестве греющего источника; гипс, который можно будет использовать в строительстве в качестве строительного материала.

Основным потребителем очищенного горячего газа является само предприятие, которое может использовать его как теплоноситель. Возможна передача тепла на небольшие расстояния для населенных пунктов.

В холодное время года газ можно использовать для обогрева помещений предприятия, при этом, не затрачивая денежных средств на обогрев; продавать в населенные пункты по заниженной цене; в летний период можно этот газ использовать на какие-то другие нужды предприятия или же выбрасывать в атмосферу. На рисунках 1 и 2 представлены графики технико-экономических показателей реализации предлагаемой газоочистной установки и рентабельности продукции и капитальных вложений.

SWOT- анализ установки для очистки газов

	Возможности 1. Удешевление продукта. 2. Высокая удельная производительность 1000 м ³ /ч. 3. Конструктивно установка выполнена на срок работы 10 лет. 4. Возможность очистки высокотемпературных газов 600 о С. 5. Возможность привлечения не квалифицированного персонала. 6. Возможность покупки нового оборудования.	Угрозы 1. Альтернативные способы очистки газов. 2. Конкуренция. 3. Нехватка денежных средств на реализацию проекта.
Сильные стороны 1. Малые энергетические затраты. 2. Получение полезной вторичной продукции. 3. Непрерывность работы. 4. Стандартные условия эксплуатации. 5. Небольшое количество обслуживающего персонала. 6. Несущественные капиталовложения. 7. Малая металлоемкость. 8. Очистка не только газов, но и мелких твердых частиц. 9. Малая занимаемая площадь. 10. Отсутствие осадков, которые препятствуют работу эжекторного скруббера.	1. Совмещение процессов и улучшение гидравлической обстановки в аппарате чтобы уменьшить энергетические затраты. 2. Более полное проведение реакций процессов с образованием как можно большего количества полезного вторичного продукта. 3. Использование доступных методов обслуживания установки. 4. Автоматизация процессов.	1. С меньшими затратами получение больше прибыли по сравнению с конкурентами. 2. Конкурентоспособность, так как установка может работать длительное время без вмешательства человека, непрерывно и эффективно. 3. Компенсирование расходов на содержание установки за счет продажи полезных вторичных продуктов.
Слабые стороны 1. Повышенная коррозия. 2. Сложное извлечение вторичного продукта.	1. Применение новых видов антикоррозийных покрытий. 2. Бункер скруббера необходимо оснастить отстойной частью с устройством шламоудаления.	1. Автоматизация и совершенствование оборудования для поддержания его конкурентоспособности на рынке. 2. Кредитование проекта до начала его реализации. 3. Приобретение дополнительного оборудования для доработки вторичного продукта.

Таблица 2

Сравнительные эксплуатационные характеристики скрубберов различного типа

	Распылительная башня	Скруббер с псевдоожиженным слоем	Эжекторный скруббер	Скруббер центробежный	Скруббер Вентури
жидкость → газ →					
Улавливаемые частицы (мкм)	0,7- 1,5	0,6-0,9	0,8-0,9	0,1-0,5	0,05-0,2
Относительная скорость, м/с	1	8-20	10-25	25-70	40-150
Потеря давления, Па	200 - 2500	1500 - 2800	-	400 - 1000	3000 - 20000
Вода/воздух (л/м ³) (каждой ступени)	0,05-5	-	5-20	1-3	0,5-5
Расход энергии (кВт/1000м ³)	0,2-1,5	1,2	1,2	2-6	1,5-6

Сравнительные показатели систем очистки дымовых газов от SO_2 [5]

Наименование метода	Содержание SO_2		Степень очистки, %	Удельные затраты, раз		Стоимость очистки 1000 м ² дымовых газов, раз
	в топливе, %	в дымовых газах, г/м ³ (%)		капитальные	эксплуатационные	
Известковый	3	5,5 (0,2)	95	1	1	1
Известняковый	3	5,5 (0,2)	95	1,14	1,05	1,14
Магnezитовый с получением: серной кислоты серы	3	4,4 (0,15)	85	3,90 4,60	2,24 2,24	2,91 3,43
Аммиачно-циклический	3	10,3 (0,35)	85	7,15	7,41	4,97
Озонный	2	2,0	90	5,05	4,83	-
Электронно-лучевой	3	2,0	95	4,44	5,17	2,86

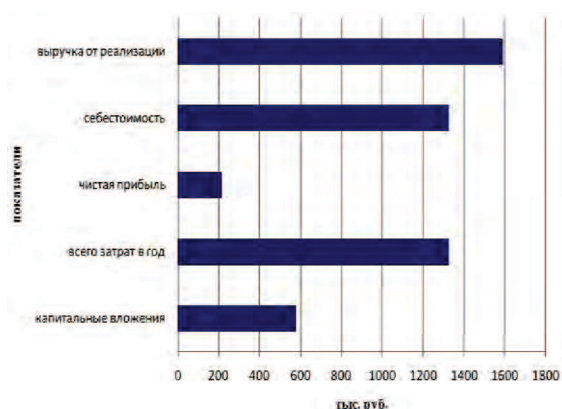


Рисунок 1. Техничко-экономические показатели реализации предлагаемой газоочистной установки

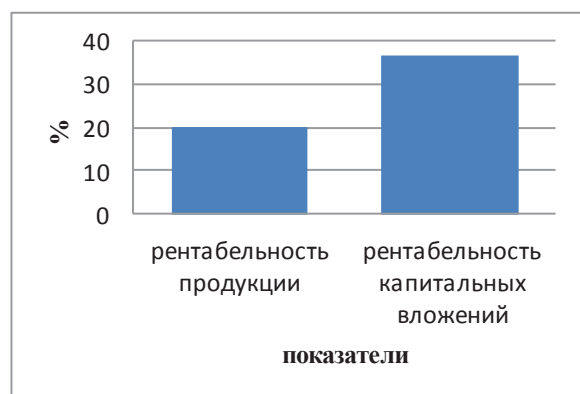


Рисунок 2. Рентабельность продукции (%) и рентабельность капитальных вложений (%).

ЛИТЕРАТУРА

1 Вальдберг А.Ю., Исянов Л.М., Яламов Ю.И. Теоретические основы охраны атмосферного воздуха от загрязнения промышленными аэрозолями. Санкт-Петербург, МП "НИИО-ГАЗ-Фильтр". СПб. ГТУ РП, 1993. 235 с.

2 Панов С.Ю., Химвинга М., Зинковский А.В. Повышение эффективности аппарата распылительного типа при решении проблем промышленной экологии // Вестник ВГУИТ. 2014. №1. С. 160-164.

Таким образом, технико-экономическое сравнение различных методов и средств очистки газов подтвердило перспективность принятых решений.

Предлагаемая газоочистная установка требует для своей работы небольшие энергетические затраты, при этом позволяет получить высокую степень очистки и полезные вторичные продукты, которые могут быть реализованы стороннему потребителю. Проведенная технико-экономическая оценка показала, что газоочистная установка может себя окупить за счет продажи горячего газа и гипса. Рентабельность продукции составила около 20 %. Следовательно, предлагаемая газоочистная установка является привлекательной для предприятий не только за счет высокой степени очистки газовых выбросов от SO_2 , но и за счет экономических показателей, рассмотренных в данной статье.

3 Лазарев Н.В., Гадаскина И.Д. Вредные вещества в промышленности: справочник для химиков, инженеров и врачей // Химия. 2001. Т. 3. С. 608.

4 Учитель Ю.Г., Учитель М.Ю. SWOT-анализ и синтез – основа формирования стратегии организации. М.: Либроком, 2010. 328 с.

5 Дубровин И. Бизнес планирование на предприятии. Дашков и К, 2012. 432 с.

REFERENCES

1 Val'dberg A.Iu., Isianov L.M., Ialamov Iu.I. Theoretical foundations of the protection of atmospheric air from pollution through industrial aerosols. St. Petersburg, MP "NIIOGAS- filter". SPb. STY RP, 1993. 235 p. (In Russ.).

2 Panov S.Iu., Himwiinga M., Zinkovskii A.V. Improving the efficiency of the apparatus of the spray type when solving problems of industrial ecology. Bulletin of VSUET, 2014, no. 1, pp. 160-164. (In Russ.).

3 Lazarev N.V., Gadaskina I.D. Harmful substances in industries. Chemistry, 2001, vol. 3, pp. 608. (In Russ.).

4 Uchitel' Iu.G., Uchitel' M.Iu. SWOT-analysis and synthesis – the basis of the formation of the organization's strategy. Librocom, 2010. 328 p. (In Russ.).

5 Dubrovin I. Enterprise business planning. Dashkov and K, 2012. 432 p. (In Russ.).