

УДК: 661.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЫХОДА АЦЕТИЛЕНА ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА

*Солнцева Д.В., студентка 4 курса экологического факультета
Ульяновский государственный университет
Научный руководитель - Солнцева О.В., кандидат
экономических наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГУ*

Ключевые слова: электронные таблицы, ацетилен, термоокислительный пиролиз метана.

В данной статье рассматривается методика расчета выхода ацетилена методом термоокислительного пиролиза метана, с применением электронных таблиц MS Excel.

Использование электронных таблиц позволяет проводить вычисления с данными. Применение математических формул в электронных таблицах позволяет представить взаимосвязь между различными параметрами некоторой реальной системы. Решения многих вычислительных задач, которые раньше можно было осуществить только с помощью программирования, стало возможно реализовать через математическое моделирование в электронной таблице. Электронные таблицы представляют собой удобный инструмент для автоматизации вычислений, которые повышают эффективность работы, избавляя человека от однообразных действий.

В своей работе мы рассматривали процесс выхода ацетилена из углеводородов, который включает в себя пять уравнений реакций. Из них два уравнения разложения и три – горения. Наибольший интерес с точки зрения автоматизации расчетов вызывают реакции горения, которые мы и рассмотрим далее.

В качестве исходных данных для расчетов выхода ацетилена из природного газа были взяты показатели Уренгойского месторождения: расход метана в (% масс); доля технического кислорода 98% в смеси газов; доля метана в природном газе (% объема) 96% или в пересчете на (% масс) 92,16 кг/ч; количество часов в году 8400 и молекулярная масса всех веществ в уравнениях реакций. Так же необходимо задать мольное отношение кислорода к метану в поступающем газе (0,6). Все

исходные данные были сведены в отдельной таблице 1 и представлены в электронной таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные по уравнениям реакции.

Уравнения реакции	Расход метана (% массы)	Расход метана (кг/ч), фактически	Мольное отношение кислорода к метану	Количество метана в природном газе (кг/ч)	Количес тв дней в году	Сутки (ч)	Количес тв часов в году
$2\text{CH}_4=\text{C}_2\text{H}_2+3\text{H}_2$	30	27,648	0,6	92,16	350	24	8400
$4\text{CH}_4+3\text{O}_2=2\text{C}_2\text{H}_2+6\text{H}_2\text{O}$	10	9,216					
$2\text{CH}_4+3\text{O}_2=2\text{CO}+4\text{H}_2\text{O}$	20	18,432					
$\text{CH}_4+0,5\text{O}_2=\text{CO}+2\text{H}_2$	30	27,648		100			
$\text{CH}_4=\text{C}+2\text{H}_2$	10	9,216					

Расчеты пересчета доли метана и оставшихся компонентов смеси в природном газе из процентов объема в проценты масс, проводятся по специальным формулам, а результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Пересчет доли метана из процентов объема в проценты масс.

Исходные данные			Расчет состава			
Компоненты	% объема	Молекулярная масса	м ³	кмоль	кг	% масса
Метан	96%	16	96	4,2857	68,5714	92,16%
Углекислый газ	0,5%	44	0,5	0,0223	0,98214	1,32%
Азот	2,6%	28	2,6	0,1161	3,2500	4,37%
Аргон	0,9%	39,9	0,9	0,0402	1,6031	2,15%
Итого	100%	-	100	4,4643	74,4067	100%

Затем, по исходным и полученным данным составляем диаграммы. Исходные данные, т.е. доли веществ в смеси газов в процентах объема, показаны на рисунке 1. А полученные данные в процентах масс, представлены на рисунке 2.

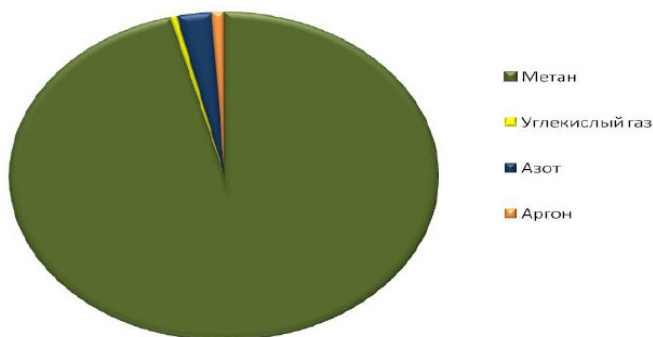


Рисунок 1 – Круговая диаграмма доли веществ в смеси газов в процентах объема.

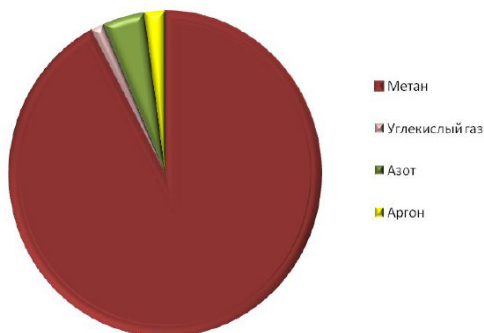


Рисунок 2 – Круговая диаграмма доли веществ в смеси газов в процентах масс.

Далее выполняются расчеты по уравнениям реакций. Наиболее сложный расчет производится по реакциям горения, так как у них определяется какое вещество находится в избытке, а какое в недостатке. И в зависимости от этого меняется дальнейший ход вычислений. Для вещества находящегося в избытке вычисляется его остаток, то есть количество и масса вещества, не вступившего в реакцию.

В итоге мы получили массы всех веществ по каждому уравнению реакций. Затем составляем нормативный и фактический материальный баланс. Нормативный материальный баланс показывает, что левая часть уравнения (приход) равна правой части уравнения (расход), отсюда следует, что все сделанные ранее расчеты верны.

Далее ведется расчет коэффициента перерасчета кг/ч в тыс.т/год, по формуле:

$$K_n = K_{ч/год} / (1000 * 1000)$$

Зная коэффициент перерасчета, можно перерасчитать массу всех веществ приведенных в таблицах материальных балансов 3 и 4. Для этого надо итоговую массу вещества умножить на коэффициент перерасчета.

Таблица 3 - Нормативный материальный баланс процесса пиролиза природного газа Уренгойского месторождения.

№	Компоненты	Приход			Расход					
		Метан	Кислород	Итого	Ацетилен	Водород	Вода	Угарный газ	Углерод	Остаток
1	$2CH_4 = C_2H_2 + 3H_2$	30	-	30	24,375	5,625	-	-	-	-
2	$4CH_4 + 3O_2 = 2C_2H_2 + 6H_2O$	10	11,76	21,76	6,37	-	13,23	-	-	2,16
3	$2CH_4 + 3O_2 = 2CO + 4H_2O$	20	23,52	43,52	-	-	17,64	13,72	-	12,16
4	$CH_4 + 0,5O_2 = CO + 2H_2$	30	36	66	-	7,5	-	52,5	-	6
5	$CH_4 = C + 2H_2$	10	-	10	-	2,5	-	-	7,5	-
Итого (кг/ч)		100	71,28	171,28	30,745	15,625	30,87	66,22	7,5	20,32
Коэффициент перерасчета		0,0084								
Итого (тыс.т/год)		0,84	0,598752	1,438752	0,258258	0,13125	0,259308	0,556248	0,063	0,170688

Таблица 4 - Фактический материальный баланс процесса пиролиза природного газа Уренгойского месторождения.

№	Компоненты	Приход			Расход					
№	Уравнения реакции	Метан	Кислород	Итого	Ацетилен	Водород	Вода	Угарный газ	Углерод	Остаток
1	$2CH_4 = C_2H_2 + 3H_2$	27,648	-	27,648	22,464	5,184	-	-	-	-
2	$4CH_4 + 3O_2 = 2C_2H_2 + 6H_2O$	9,216	10,8380	20,05402	5,8706	-	12,1928	-	-	1,9907
3	$2CH_4 + 3O_2 = 2CO + 4H_2O$	18,432	21,6760	40,10803	-	-	16,2570	12,6444	-	11,2067
4	$CH_4 + 0,5O_2 = CO + 2H_2$	27,648	33,1776	60,8256	-	6,912	-	48,384	-	5,5296
5	$CH_4 = C + 2H_2$	9,216	-	9,216	-	2,304	-	-	6,912	-
Итого (кг/ч)		92,16	65,6916	157,8516	28,3346	14,4000	28,4498	61,0284	6,9120	18,7269
Коэффициент перерасчета		0,0084								
Итого (тыс.т/год)		0,7741	0,5518	1,3260	0,2380	0,1210	0,2390	0,5126	0,0581	0,1573

Таким образом, разработанная система электронных таблиц позволяет автоматически пересчитывать выход ацетилена по всем пяти реакциям, избыток и недостаток вещества (метана или кислорода) в зависимости от изменения исходных данных. Автоматическое определение избытка и недостатка позволяет без участия человека выбрать алгоритм расчета масс веществ по уравнениям реакции. Что в свою очередь ускоряет процесс вычисления и сводит риск допущения ошибок к нулю.

1. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза.- М.: Химия, 1968.-103 с.
2. Лебедев Н.Н., Монаков М.Н., Швец В.Ф. Теория технологических процессов основного органического и нефтехимического синтезов.- М.: Химия, 1984.
3. Кутепов А.М., Бондарева Т.И., Беренгартен М.Г. Общая химическая технология. Учебник для технических ВУЗов. – М.: «Высшая школа», 1990. – 512 с.
4. Общая химическая технология: Учеб. для химико-техн. спец. вузов. В 2-х т./ под ред. проф. И.П.Мухленова. – М.: Высш. шк., 1984. – 263 с.
5. Романов, В. В. Информационные системы и технологии в экономике: учебное пособие для специальностей экономического профиля / В. В. Романов, О. В. Солнцева, А. В. Севастьянов, О. А. Заживнова. - Ульяновск : УГСХА, 2010. - 134 с.
6. Солнцева, О. В. Информационные технологии в науке и образовании: Лабораторный практикум для аспирантов / О. В. Солнцева, Н. Э. Бунина, М. А. Видеркер, О. А. Заживнова -Ульяновск: УГСХА им. П.А.Столыпина, 2015. - 64 с.
7. Бунина, Н.Э. Применение метода проектов в высшей школе / Н.Э. Бунина, О.В. Солнцева, О.А. Заживнова // Инструменты и механизмы современного инновационного развития. Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: ООО «Аэтерна». 2016. - Ч. 2. - С. 124-127.
8. Бунина, Н.Э. Внедрение интерактивных образовательных технологий в учебный процесс вуза / Н.Э. Бунина, О.В. Солнцева // Материалы II международной научно-практической конференции «Образование в XXI веке: путь к новым кризисам?». - Саратов: Академия бизнеса, 2014. - С. 54-58.
9. Солнцева, О.В. Интерактивные методы изучения информационных систем в экономике / О.В. Солнцева, Н.Э. Бунина, О.А. Заживнова // Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава академии «Инновационные технологии в высшем профессиональном образовании». – Ульяновск: УГСХА им. П.А.Столыпина, 2013. - С. 168-172.
10. Солнцева, О.В. Анализ статистических данных в пакете STATISTICA 5.5a: практическое руководство для пользователей / О.В. Солнцева, А.В. Севастьянов. –Ульяновск: УГСХА, 2004. - 43 с.

USE A SPREADSHEET TO CALCULATE THE YIELD OF ACETYLENE FROM NATURAL GAS

Solntseva D.V.

Key words: *spreadsheets, acetylene, thermal oxidative pyrolysis of methane.*

In this article the technique of calculation of the yield of the acetylene method for thermal-oxidative pyrolysis of methane, with the use of electronic spreadsheets in MS Excel.