

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ КОКСОВЫХ ЦЕХОВ

©* А.А. Журавский, к.т.н.,

*Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИИ)» 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, Украина**Журавский Анатолий Александрович, канд. техн. наук, вед.науч.сотр., e-mail: ko@ukhin.org.ua*

Освещены вопросы построения и реализации компьютерной программы расчёта нормативной производственной мощности коксовых батарей. Разработана соответствующая компьютерная программа, позволяющая проводить расчёты в полуавтоматическом режиме. Данная программа без каких-либо серьёзных доработок может быть успешно адаптирована к любому коксохимическому предприятию Украины.

Ключевые слова: нормативная производственная мощность, компьютерная программа, нормативный срок эксплуатации.

В настоящее время в ГП «УХИИ» разработан ряд методических рекомендаций по расчёту нормативной производительности переделов коксохимического производства. Один из наиболее сложных является расчёт нормативной производительности коксовых батарей, в котором, кроме всего прочего, следует учитывать срок их эксплуатации, а также количество печей, выведенных на ремонт и из эксплуатации. При этом определённую сложность представляет учёт временного простоя ремонтируемых камер коксования. Кроме того, при расчёте нормативного срока эксплуатации следует учитывать дату ввода конкретной коксовой батареи в эксплуатацию и от этой даты считать дату «перехода срока работы» (т.е. учёта полного количества лет).

* Автор для корреспонденции

Естественно, что в наше время эти вопросы не могли остаться без внимания специалистов по ИТ-технологиям. Тем более, что компьютерная версия расчёта намного упростит проведения расчётов и позволит высвободить квалифицированных специалистов для других, не менее важных дел.

В качестве методической основы для разработки программы была взята «Інструкція з розрахунку потужності коксохімічних підприємств і коксохімічних виробництв», ГП «УХИМ» Міністерства промислової політики України^{**}. Организационно программа состоит из нескольких разделов – определение временного периода определения производственной мощности, ввод исходных данных, собственно расчёты производительности и итоговые таблицы. Кроме этих обязательных разделов могут добавляться и другие, которые облегчают пользование программой и дают развернутую информацию об объекте расчёта.

Начинается работа программы с определения периода времени, за который производится расчёт. Это может быть месяц, квартал, год и произвольное количество дней. В зависимости от выбранного периода, определяется календарное количество дней, за которое производится расчёт.

Характеристики коксовых батарей										
Номер коксовой батареи	Год ввода (или отладочного ввода) батареи и	Конструкция коксовой батареи	Способ подвода отогретого газа	Срок службы лет	Количество печей в печи	Характеристики камеры коксования				
						Ширина, мм	Высота, м	Объем камеры коксования, м ³	Равнина загрузки, %	
КЦ № 1										
№1	16.12.1997	ПВР	нижний	18	77	450	5,0	30,0	21,60	
№2	05.04.2001	ПВР	нижний	14	77	450	5,0	30,0	21,60	
№3	24.01.2008	ПВР	нижний	7	77	450	5,0	30,0	21,60	
№4	01.01.2020	ПВР	нижний	-5	77	450	5,0	28,4	18,70	
КЦ № 2										
№5	10.01.1973	ПВР	нижний	42	65	410	5,5	30,3	21,82	
№6	15.01.1974	ПВР	нижний	41	65	410	5,5	30,3	21,82	
КЦ № 3										
№7	05.11.1987	ПВР	нижний	28	65	410	7,0	41,3	29,74	
№8	31.12.1989	ПВР	нижний	26	65	410	7,0	41,3	29,74	
КЦ № 4										
№9	13.01.1990	ПВР	нижний	25	65	410	7,0	41,6	29,95	
№10	01.01.2020	ПВР	нижний	-5	61	410	7,0	28,1	16,20	
Внимание! Этот знак означает, что данная батарея в настоящий момент не эксплуатируется										

Рис. 1 Характеристики коксовых батарей

Поскольку вся работа завода определяется работой коксовых батарей, то в программе имеется таблица их характеристик (рис. 1). Практически все данные для расчёта берутся автоматически из таблицы характеристик коксовых печей и встроенных таблиц рекомендо-

ванных сроков эксплуатации и оборотов коксования (рис. 2).

Предположим, что на коксохимическом заводе в работоспособном состоянии находятся восемь коксовых батарей: КБ №№ 1-3 (КЦ № 1), КБ №№ 5-6 (КЦ № 2), КБ №№ 7-8 (КЦ № 3) и КБ № 9 (КЦ № 4). Коксовая батарея № 4 в настоящее время выведена на перекладку. Ранее эту батарею планировали переложить в существующих габаритах, однако из-за неблагоприятных экономических условий перекладку отложили на неопределенное время. Кроме того, ранее планировалось построить и КБ № 10, но её постройку так и не начали по тем же причинам.

Тем не менее, в данной программе эти батареи присутствуют. В разработанной программе предполагается, по крайней мере, виртуальный, ввод в эксплуатацию и этих батарей. Для этого в таблице (рис. 1) имеется графа, куда автоматически заносятся данные о сроке службы каждой батареи, который определяется как разность между текущей датой и датой ввода батареи в эксплуатацию. Если значение срока службы имеет положительное значение (батарея эксплуатируется), все данные о ней обрабатываются и производятся расчёты производственной мощности. Если же срок службы отрицательный (батарея ещё не введена в эксплуатацию), все расчёты по данной батарее обнуляются и при расчётах не учитываются. Поэтому для виртуального вывода из эксплуатации батарей достаточно поставить год её ввода в работу больший, чем тот, за который производится расчёт. При этом все данные в таблице, касающиеся характеристик этих батарей, заливаются красным цветом, а под таблицей появляется надпись, поясняющая, что это означает (рис. 1). С учётом того, что в таблице, представленной на рис. 1, указано максимальное количество батарей, эта программа без каких-либо серьёзных доработок может быть адаптирована к любому коксохимическому предприятию Украины.

Расчёт производственной мощности коксовой батареи определяется по формуле:

$$В_{К} = \frac{24 \times \Pi_{р} \times P \times B_{к} \times D}{0,94 \times 100 \times 1000 \times O_{п}} \quad (1)$$

где: $\Pi_{р}$ – расчетное количество печей в коксовой батарее;

P – разовая загрузка одной печи;

$B_{к}$ – выход сухого валового кокса из сухой шихты;

D – количество дней в исследуемом периоде;

$O_{п}$ – оборот серийно работающих печей.

Для определения нормативного оборота серийно работающих печей в программу встроена таблица, по которой, в зависимости от конструкции коксовых печей, сорта получаемого кокса и особенности технологии коксования приводятся рекомендуемый оборот

^{**} Выполнена под руководством к.т.н. Шульги И.В. и к.т.н. Банникова Л.П.

коксования, привязанный к нормативному и фактическому срокам службы коксовых батарей (рис. 2). В зависимости от конструктивных особенностей коксовых батарей, которые заносятся в таблицу их характеристик (рис. 1), для каждой батареи в соответствующем разделе приводится табличка, в которой зеленым цветом указаны ячейки, соответствующие нормативному сроку эксплуатации и обороту коксования (рис. 2).

Таблица 8.1.1 - Рекомендованные сроки эксплуатации и обороты коксовых печей

Параметры и единицы измерения	Объём камеры коксования, м ³						
	<30		30 + 40		>40		
Средняя ширина камеры, мм	410	480	500	410	450	500	410
Рекомендованный срок эксплуатации, лет	25		20		15		
Оборот (час) при производстве:							
Доменного кокса с влажной насыпной шихты	15	19	20	15	17,5		16
Кокса с трамбованной шихты							22
Литейного кокса	18	23	24				

Рис. 2 Встроенная таблица рекомендованных сроков эксплуатации и оборотов коксования

В соответствии с «Инструкцією з розрахунку потужності коксохімічних підприємств і коксохімічних виробництв», после того, как коксовая батарея выработает рекомендованный срок эксплуатации, её оборот коксования следует увеличивать на полчаса за каждый год сверхнормативной эксплуатации. Здесь очень важно определить дату смены возраста батареи. Так, например, для батареи с шириной камеры коксования 410 мм и 41,6 м³, используемой для получения доменного кокса из влажной насыпной шихты, нормативный срок эксплуатации составляет 15 лет (рис. 2). За каждый год сверхнормативного срока оборот коксования увеличивается на полчаса. Поэтому в расчётах программа сравнивает текущую дату с датой ввода коксовой батареи в эксплуатацию, и, если полученное значение превышает норматив, соответственно увеличивает нормативный оборот коксования (рис. 3).

Далее компьютерная программа рассчитывает производственную мощность с учётом фактической продолжительности эксплуатации и нормативного оборота коксования. Однако кроме приведенных паспортных характеристик коксовых печей на производственную мощность влияют такие факторы, как количество печей, выведенных из эксплуатации (забученных), выведенных на ремонт, буферных камер коксования и т.п. Для учёта этих особенностей коксовых батарей вводятся таблицы-формуляры каждой коксовой печи, куда

заносятся данные по камерам коксования (рис. 4).

В эту таблицу необходимо занести данные о выходе сухого валового кокса из сухой шихты и, в случае, если в планируемом периоде будет выводиться из эксплуатации коксовая батарея, – дата её вывода. Остальные разделы этой таблицы посвящены фиксации состояния камер коксования (рис. 4). На полях страницы имеются таблички с поясняющими надписями. Одна из них посвящена разъяснению, как выбрать технологию производства кокса, а вторая – правилу заполнения ячеек со сведениями о ремонтах (или выводе из эксплуатации) камер коксования.

Типовая производственная мощность будет составлять:

$$ВП_k = \frac{24 \times 77 \times 21,6 \times 75 \times 365}{0,94 \times 100 \times 1000 \times 17,5} = 664,3 \text{ тыс. т/год}$$

С учётом срока эксплуатации батарей, оборот коксования на планируемый период определяется по формуле:

$$\tau_r = \tau_{пр} + (\tau_{факт} - \tau_{норм}) \times 0,5 \quad (8.1.2)$$

где: $\tau_{пр}$ – проектный минимально допустимый оборот коксования - 17,5 час;
 $\tau_{факт}$ – фактическое время эксплуатации батарей - 22 года;
 $\tau_{норм}$ – нормативное время эксплуатации батарей - 20 лет.

$$\tau_r = 17,5 + 0,5 \times (22 - 20) = 18,5 \text{ час}$$

Рис. 3 Расчёт нормативного оборота коксования

Для каждой камеры коксования в таблице выделена отдельная ячейка, состоящая из семи строк. В первой строке указывается номер камеры коксования, вторая и третья заполняется в случае ремонта камеры коксования: во вторую вводится дата начала ремонта (вывода из эксплуатации), в третью – дата окончания ремонта (ввода в эксплуатацию). Если камера коксования полностью выведена из эксплуатации (забучена), то в четвертую строчку вводится код вывода камеры из эксплуатации – цифра «1» (рис. 5). Последние две строки предназначены для фиксации простоя камеры коксования: шестая показывает общий простой камеры коксования при проведении ремонта, а седьмая – простоем в исследуемый период.

На рис. 5 представлены все варианты заполнения ячейки-формуляра на каждую камеру коксования. В первой камере (№ 166) – имеет место вывод камеры коксования из эксплуатации (камера забучена). При этом в последней строке ячейки-формуляра появляется численное значение простоя камеры – 365 дней (весь исследуемый период – год – камера не работает).

6.1 Исходные данные для расчёта производственной мощности при выпуске доменного кокса из влажной насыпной шихты за 2019 год КБ №1				Внимание! Заполнять следует только неокрашенные ячейки!
Параметр	Обозначение	Размерность	Численное значение	
1	2	3	4	
КБ №1				
2	Даты эксплуатации коксовой батареи:			Внимание! Если Вы предполагаете осуществлять производство 1 доменного кокса с влажной насыпной шихты 2 кокса из грабованной шихты 3 лилейного кокса 4 кокса из термически подготовленной шихты введите в ячейку, выделенной голубым цветом, номер выбранного Вами производства: 1
	- начала		16.12.1997	
	- окончания			
3	Даты исследуемого периода:			Внимание! Введите в соответствующие ячейки номера камер коксования, которые выводятся на ремонт, а также даты вывода в ремонт и предполагаемого ввода в ремонт. Если камера коксования полностью выводится из эксплуатации из-за физического износа кладки и подлежит восстановлению только после остановки батареи на перекладку или реконструкцию, тогда в графе "Камера коксования забучена" следует поставить цифру "1". При этом считается, что камера не эксплуатируется все дни исследуемого периода.
	- начала		11.2019	
	- окончания		31.12.2019	
11	Выход сухого валового кокса из сухой шихты	<i>B_к</i>	%	75
	Сведения о ремонтах камер коксования КБ №1			
1	Номер камеры коксования			101
	Дата вывода на ремонт			
	Дата ввода в эксплуатацию			
	Камера коксования забучена			
	Простой за время расчёта:	<i>T</i>	сут	
	- в текущем периоде			
1	Номер камеры коксования			102
	Дата вывода на ремонт			10.03.2014
	Дата ввода в эксплуатацию			01.06.2014

Рис. 4 Образец таблицы – формуляра дополнительных сведений о состоянии камер коксования

60	Номер камеры коксования			166
	Дата вывода на ремонт			
	Дата ввода в эксплуатацию			
	Камера коксования забучена			1
60	Простой:	<i>T</i>	сут	
	- всего			365
	- в текущем периоде			94
61	Номер камеры коксования			167
	Дата вывода на ремонт			10.12.2013
	Дата ввода в эксплуатацию			05.04.2015
	Камера коксования забучена			
61	Простой:		сут	
	- всего			481
	- в текущем периоде			94
62	Номер камеры коксования			168
	Дата вывода на ремонт			10.05.2015
	Дата ввода в эксплуатацию			05.08.2015
	Камера коксования забучена			
62	Простой:		сут	
	- всего			87
	- в текущем периоде			87

Рис. 5 Образцы заполнения ячеек-формуляров камер коксования

Следующая камера № 167 попала в долговременный ремонт, который затянулся более, чем на год (ситуация несколько утрирована, но сделана для того, чтобы показать принцип работы программы). Здесь показаны дата начала и предполагаемая дата окончания ремонта,

которая, в принципе, может переноситься (для этого достаточно в соответствующую графу ввести новую дату ввода камеры в эксплуатацию). В соответствующих ячейках указан общий простой камеры (481 сутки) и ожидаемый простой в исследуемом периоде (94 суток). Камера № 168 – проводится ремонт в рамках исследуемого периода – общий простой и простой в данном периоде совпадают и составляет 87 суток.

62	Общая продолжительность простоя неработающих камер	$\sum T$	дней	730
63	Количество ремонтируемых камер коксования в тек. периоде		шт	0
64	Простой ремонтируемых камер		дней	0
65	Количество забученных камер коксования		шт	2
66	Простой забученных камер		дней	730
67	Камеры, выведенные для ремонта в течении года:			
68	№			
68	Забученные камеры:			
	№№ 125, 166.			
69	Количество работающих камер:			
	- на начало периода		шт	63
	- на конец периода		шт	63
70	Неработающие камеры на начало года:			
	№№ 125, 166.			
71	Неработающие камеры на конец года:			
	№№ 125, 166.			

Рис. 6 Итоговые данные таблицы-формуляра

В конце таблицы приводятся итоговые данные: общий простой неработающих камер (отдельно ремонтируемых камер и отдельно выведенных из эксплуатации), количество ремонтируемых камер. Все это фиксируется на начало и конец исследуемого периода.

Для придания сведениям о состоянии камер коксования наглядности предусмотрено отображение информации в графическом виде (рис. 7).

		7 Графическая информация о состоянии печного фонда																											
		7.1 Графическая информация о состоянии камер коксования КБ №1																											
		7.1.1 Графическая информация о состоянии камер коксования КБ №1 на начало расчётного периода (01.1.2015)																											
Начало работ Конец работ	Номер камеры кокования																												
		10.02.2015 05.06.2015	01.01.2015 05.08.2015	10.01.2013 05.04.2015	10.12.2014 05.03.2015																								
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	111	112	113	114	115	116	117	118	119	121	122	123	124	125	126	127				
ΔT		3		2,5	3		3		2						3,5	2	3,5		4										

Рис. 7 Графическая схема состояния печного фонда

Начало работ Конец работ	Номер камеры кокования																												
		10.02.2015 05.06.2015	01.01.2015 05.08.2015	10.01.2013 05.04.2015	10.12.2014 05.03.2015																								
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	111	112	113	114	115	116	117	118	119	121	122	123	124	125	126	127				
ΔT		3		2,5	3		3		2						3,5	2	3,5		4										
<p>Внимание! На начало периода в буферных камерах №№ 103, 124, 126, 152, 157, 171 не представлено время увеличения оборота!</p> <p>Условные обозначения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - камеры коксования, находящиеся в эксплуатации - камеры коксования, выведенные в ремонт - буферные камеры коксования - камеры коксования, выведенные из эксплуатации (забученные) <p>Число работающих камер коксования на начало периода - 51 шт. Число камер коксования, требующих ремонта на начало периода - 24 шт. (№№ 104, 108, 117, 119, 136, 153, 154, 155, 156, 167, 168, 169.) Число буферных камер коксования на начало периода - 30 шт. (№№ 103, 105, 107, 109, 116, 118, 121, 124, 126, 135, 137, 152, 157, 165, 167, 168, 169.) Число выведенных из эксплуатации (забученных) камер коксования на начало периода - 2 (№№ 125, 166)</p>																													

Рис. 8 Вывод информации о незаполненных значениях увеличения оборота коксования буферных печей

Графическая информация составляется на каждую коксовую батарею в трех экземплярах: на начало и конец расчётного периода и на произвольную дату. Последнее предназначается для того, чтобы персонал цеха мог видеть состояние печного фонда на текущий день. Отдельно имеется графическая информация о состоянии печного фонда на текущую дату.

Графическая информация представляет собой условное обозначение коксовых батарей. Над каждой

камерой имеются две графы, куда автоматически заносятся даты начала и окончания ремонта. Если камера коксования находится в ремонте, то она обозначается заливкой красного цвета, Если камера полностью выведена из эксплуатации (забучена), то её обозначают заливкой зеленого цвета (на рис. 7 – камера № 125). Как только камера коксования попадает в реестр выведенных из эксплуатации (временно – на ремонт, или полностью – по причине физического износа), соседние

камеры обозначаются как буферные, имеющие более продолжительный, по сравнению с серийными, оборот коксования. На графической схеме они обозначаются заливкой желтого цвета.

На схеме под каждой камерой имеется дополнительная строка, обозначенная символом ΔT . В эту строку следует заносить увеличение оборота коксования буферных печей. Программа построена таким образом, что компьютер реагирует на значение величины ΔT только в том случае, когда соответствующая камера помечена как буферная. В противном случае компью-

тер игнорирует цифры, находящиеся в этой строке. Такая система удобна тем, что не требует удаления всех данных при изменении исходных параметров (например, при изменении исследуемого периода). Если же в ячейке, находящейся под буферной камерой, нет никакого числа, то под графическим изображением коксовой батареи появляется соответствующее предупреждение (рис. 8) с указанием, в каких именно камерах коксования не поставлены значения увеличения оборота коксования.



Рис. 9 Информация о попытке несанкционированного проникновения в программу

Здесь же указывается цветная кодировка камер (работающие, выведенные в ремонт, забученные и буферные) и их количество с перечислением номеров камер каждой категории (рис. 8). Следует отметить, что графическая часть программы заполняется автоматически по данным таблицы-формулы и защищена от несанкционированного вмешательства (рис. 9).

После того, как информация о ремонтируемых, буферных и выведенных из эксплуатации камерах коксования введена в компьютер, машина производит расчёт нормативной производительности коксовой батареи в соответствии с её реальным состоянием. Для этого определяется расчётное количество камер коксования:

$$P_P = P_{DP} - P_B - P_E \times \frac{\Delta O_P}{O_P + \Delta O_P} \quad (2)$$

где: P_{DP} – проектное количество печей в батарее;

P_B – количество неработающих печей в батарее;

P_E – количество на данный момент печей, буферных по отношению к неработающим из-за полного физического износа кладки, которые подлежат восстановлению после остановки батареи на перекладку или реконструкцию;

ΔO_P – среднее время увеличения оборота буферных печей по сравнению с серийными;

O_P – оборот серийно работающих печей на начало планируемого периода.

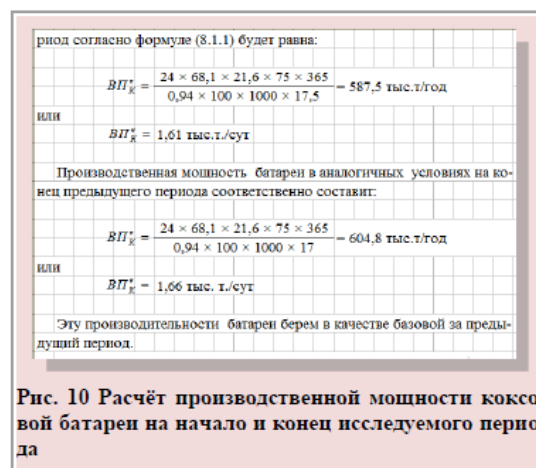


Рис. 10 Расчёт производственной мощности коксовой батареи на начало и конец исследуемого периода

После этого производится расчёт производственной мощности на начало и конец исследуемого (расчётного) периода (рис. 10).

Поскольку изменение полного количества лет эксплуатации батарей происходит внутри выделенного промежутка времени, расчёт производственной мощности осуществляется в два этапа:
с 1 января по 16 декабря (350 сут.) и с 16 декабря по 31 декабря (15 сут.).

$$BП_{г} = 1,66 \times 350 + 1,61 \times 15 = 604,1 \text{ тыс.т/год}$$

В данном случае расчёт производственной мощности происходит путём перемножения суточной мощности коксовой батареи на количество суток в планируемом периоде.

Рис. 11 Расчёт производственной мощности коксовой батареи с учетом смены количества полных лет эксплуатации

Поскольку изменение полного количества лет эксплуатации батарей может происходить на любом отрезке времени, то в случае, когда это событие происходит

в исследуемый период, расчёт производственной мощности батарей производится в два этапа – до изменения целого числа лет и после него (рис. 11). Для повышения точности определения, при расчёте используется суточная производительность коксовой батареи, а не месячная, как это делалось согласно «Інструкції з розрахунку потужності коксохімічних підприємств і коксохімічних виробництв».

Общая производственная мощность коксовых цехов равна суммарной мощности коксовых батарей.

Выводы

Разработана компьютерная программа расчёта производственной мощности коксовых батарей, позволяющая в полуавтоматическом режиме проводить соответствующие расчёты.

Данная программа без каких-либо серьёзных доработок может быть успешно адаптирована к любому коксохимическому предприятию Украины.

Рукопись поступила в редакцию 08.02.2015

THE AUTOMATED SYSTEM FOR DETERMINING OF PRODUCTION CAPACITY OF COKE SHOPS

© Zhuravsky A.A., PhD in technical sciences (SE "UKHIN")

The questions had been described of construction and implementation of a computer program for calculating the regulatory production capacity of coke oven batteries. The appropriate computer program had been developed, that allows to carry out the calculations in semi-automatic mode. This program without any serious improvements can be successfully adapted to any coke enterprise of Ukraine.

Keywords: regulatory production capacity, computer program, standard period of exploitation.
