



**Бондаренко В. Л.,
Корж Е. Г.,
Дьяченко Т. В.,
Дьяченко О. В.**

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБОГАЩЕНИЯ КРИПТОНОКСЕНОНОВОЙ СМЕСИ

Работа посвящена анализу методов определения себестоимости криптоноксеноновой смеси, получаемой в виде побочного продукта разделения воздуха. В качестве объекта исследования выбрано кислородное производство крупного металлургического предприятия. Проведено сравнение известных методов расчета, проанализированы основные источники затрат на получение смеси. Исследованы составляющие себестоимости криптоноксенонового концентрата, получаемого в установках типа «Хром».

Ключевые слова: продукты разделения воздуха, криптоноксеноновая смесь, эксергия, затраты, себестоимость.

1. Введение

Проблемы рентабельности актуальны для любого производителя, в частности, для предприятий, выпускающих продукты разделения воздуха (ПРВ). Постоянный мониторинг собственных затрат и рыночного уровня цен позволяет определять наличие или отсутствие прибыльности, при необходимости вовремя принять верное управленческое решение по изменению объемов выпускаемых продуктов о частичной или полной переориентации производства.

В настоящее время все большее распространение получает практика организации независимых предприятий для получения продуктов разделения воздуха, не связанных к потребностям определенного производства. Это так называемые газовые компании. На стадии проектирования изучают целесообразность получения того или иного продукта сепарации, оценивают вероятную прибыль от реализации ПРВ. Эти показатели соотносят с себестоимостью, рассчитанной для аналогичных действующих производств. При этом важно не только правильно рассчитать суммарные затраты, но и правильно их распределить с учетом особенностей получения каждого продукта. Выбор методики для определения себестоимости продуктов разделения воздуха, отражающей реальные затраты на их получение, и сейчас является актуальной проблемой при экономическом анализе кислородного производства.

Целью настоящего исследования является выбор способа расчета затрат при определении себестоимости криптоноксеноновой смеси, получаемой в качестве побочного продукта разделения воздуха, и анализ расходов на обогащение указанной смеси в отдельной установке. Изучение структуры затрат, как правило, позволяет выявить определяющие статьи расходов, снижение которых максимально влияет на себестоимость продукции.

2. Анализ литературных данных и постановка задачи

2.1. Методика оценки себестоимости продуктов разделения воздуха. Себестоимость основного продукта. Анализ литературных источников [1–9] показал, что при расчете себестоимости продукции в настоящее время существ-

ует два подхода: классический и управленческий [1, 2]. В первом варианте затраты регламентируются Положением (стандартом) бухгалтерского учета 16 «Затраты», отраслевыми инструкциями по вопросам планирования, учета и калькуляции себестоимости продукции. В системе управленческого учета порядок формирования себестоимости не столь регламентирован. Руководству предприятия предоставляется полная информация об издержках. Это позволяет не только влиять на каждую из них в отдельности, но и определить уровень безубыточности предприятия.

Правильное исчисление себестоимости продукции имеет важное значение: чем лучше организован учет, чем совершеннее методы расчета затрат, тем легче посредством анализа статей затрат выявить резервы снижения себестоимости продукции.

В работах [2–7] показаны способы расчета затрат, особенности определения ее себестоимости в случае получения нескольких продуктов. Основное внимание в работах [6, 7] уделено особенностям метода под названием «директ-костинг», который является разновидностью управленческого способа расчета себестоимости. В соответствии с ним удельные затраты делятся на постоянные (затраты, которые не изменяются в зависимости от объемов выпуска продукции), и переменные. Основным недостатком метода является невозможность его применения для ведения экономической отчетности.

В работах [1, 8, 9] рассмотрена безубыточная работа многопрофильного предприятия, предложена методика определения резервов снижения себестоимости. Работа [9] посвящена стратегии определения цены в процессе выпуска нескольких видов продукции (до 10 продуктов).

Несмотря на множество работ по экономике предприятия, классификация способов учета производственных затрат и расчета себестоимости продукции до настоящего времени является объектом дискуссии. Особенно сложным является определение себестоимости побочных продуктов сепарации многокомпонентных смесей.

Рассмотрим процесс разделения воздуха [10–13]. В зависимости от того, какие затраты включаются в расчеты, традиционно выделяют: цеховую, производственную и полную себестоимости. Последний показатель определяется общими затратами предприятия, связанными как с производством, так и с реализацией продукции.

Основными затратами при получении главного продукта сепарации являются (рис. 1):

- затраты энергии на его получение (электроэнергия, пар и вода на технические нужды) $S_{\text{Э}}$;
- заработная плата персонала, обслуживающего установку, с учетом отчислений в различные фонды $S_{\text{З}}$;
- амортизационные отчисления $S_{\text{А}}$;
- цеховые затраты $S_{\text{Ц}}$;
- общезаводские затраты $S_{\text{ОЗ}}$.

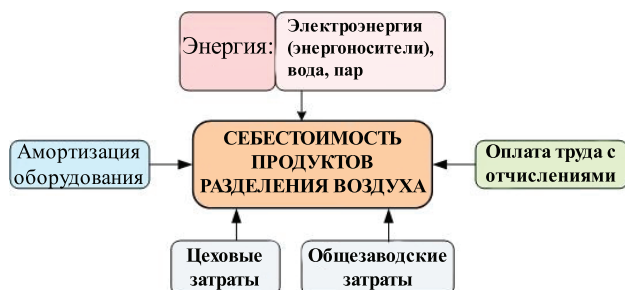


Рис. 1. Структура затрат в процессе получения продуктов разделения воздуха

Полная заводская себестоимость единицы продукции (например, 1 м^3 кислорода) определяется по формуле:

$$S_{\text{П}} = S_{\text{Э}} + S_{\text{А}} + S_{\text{З}} + S_{\text{Ц}} + S_{\text{ОЗ}}, \text{ грн./м}^3. \quad (1)$$

Удельные энергетические затраты:

$$S_{\text{Э}} = \frac{(T_{\text{Э}} \text{ Э} + T_{\text{П}} \text{ П} + T_{\text{В}} \text{ В})}{G_{\text{П}}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{Э}}$, $T_{\text{П}}$, $T_{\text{В}}$ – тарифы на $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ электроэнергии, 1 м^3 пара и 1 м^3 воды; Э – расход электроэнергии за рассматриваемый период, $\text{кВт} \cdot \text{ч}$; П – расход энергетического пара, м^3 ; В – воды, м^3 ; $G_{\text{П}}$ – выпуск продукта, м^3 за отчетный период.

Удельные амортизационные отчисления:

$$S_{\text{А}} = \frac{\sum_{i=1}^m C_i H_i^{\text{А}}}{G_{\text{П}}}, \quad (3)$$

где $i = 1 \dots m$ – число объектов (зданий, блоков ВРУ, другого оборудования); C_i – балансовая стоимость объектов, грн.; $H_i^{\text{А}}$ – нормы амортизации основных фондов.

Зарботную плату персонала, обслуживающего ВРУ, отнесенную на единицу продукции, можно рассчитать по формуле:

$$S_{\text{З}} = \frac{\Phi_{\text{ЗП}}}{G_{\text{П}}}, \quad (4)$$

где $\Phi_{\text{ЗП}}$ – фонд заработной платы эксплуатационного персонала с отчислениями за рассматриваемый период, грн.

Сумма цеховых затрат ($S_{\text{Ц}}$) включает расходы на заработную плату вспомогательного персонала, на охрану труда, на текущие ремонты зданий, сооружений, оборудования, эксплуатационные материалы и прочие цеховые расходы. Затраты на единицу продукции:

$$S_{\text{Ц}} = \frac{\Sigma \text{Ц}}{G_{\text{П}}}. \quad (5)$$

Общезаводские затраты можно принять равными 10 % от суммы остальных затрат на производство кислорода [11].

2.2. Расчет доли затрат на получение побочных продуктов. При комплексном разделении атмосферного воздуха, т. е. получении нескольких продуктов, затраты на производство делят на две группы [13]: общие затраты и затраты на стадии технологического процесса, которые относятся к конкретному продукту. Сложность состоит в том, рассчитав общую сумму затрат на получение ПРВ, достаточно сложно определить, как они распределяются между отдельными продуктами.

Возможны несколько способов распределения затрат. Первый заключается в том, что выделяется один основной продукт производства, на который относятся все затраты, связанные с его получением [11]. Остальные ПРВ считаются побочными. Описанный способ и в настоящее время находит широкое распространение при оценке себестоимости продуктов разделения воздуха. При этом всю прибыль относят на основной продукт (в случае металлургического производства – кислород). Выручку от реализации побочных продуктов вычитают из затрат на получение O_2 . Поскольку цены на реализуемые инертные газы достаточно высоки, использование приведенного метода расчета затрат, как правило, приводит к занижению величины себестоимости основного продукта.

По второму способу [13] сумма фактических затрат на извлечение ПРВ (как основных, так и побочных) делится пропорционально объему выпуска каждого из газовых продуктов. К сожалению, как указывают литературные источники [11, 12], указанный метод так же, как и первый, плохо отражает величину истинных затрат на получение ПРВ.

На базе работ Бродянского В. М., посвященных эксергетическому методу анализа низкотемпературных установок [11, 14, 15], был разработан «энергетический» метод расчета себестоимости, который предусматривает распределение затрат между продуктами не только в соответствии с их объемными расходами, но и учитывает энергетическое состояние потоков на выходе установки (концентрация, отклонение от параметров окружающей среды и т. п.) [11]. Характеристикой, отражающей состояние продуктов, была выбрана эксергия. При этом долю общих затрат, которые относятся на i -ый продукт, определяют по формуле:

$$m_i = \frac{k_i e_i G_i}{\sum_{i=1}^n k_i e_i G_i}, \quad (6)$$

где $i = 1 \dots n$ – число продуктов разделения воздуха; e_i – удельная эксергия i -го продукта разделения на выходе из аппарата, $\text{кВт} \cdot \text{ч/м}^3$; G_i – количество получаемого продукта, $\text{м}^3/\text{час}$; k_i – поправочные коэффициенты, которые учитывают разницу в КПД процессов разделения, ожижения и сжатия (табл. 1) [11].

Удельная эксергия отдельного продукта в соответствии с методом, предложенным Бродянским В. М. [11, 14, 15], рассчитывается как сумма нулевой эксергии с учетом его концентрации в составе воздуха и приращения эксергии, учитывающего отклонение параметров относительно дав-

ления и температуры окружающей среды ($T_0 = 293 \text{ K}$, $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$) [13]:

$$e_i = e_i^0 + \Delta e_{\text{пр}}. \quad (7)$$

Таблица 1

Значения поправочных коэффициентов k_i для продуктов разделения воздуха

Агрегатное состояние	Значения коэффициента k_i
Жидкость	0,5...0,6
Сжатый газ	0,45
Газ атмосферного давления	1

Нулевая эксергия для компонентов воздуха равна:

$$e_i = -0,371 T_0 \ln\left(\frac{1}{y_i}\right), \text{ кДж/м}^3, \quad (8)$$

где y_i — объемная концентрация компонента в воздухе, $\text{м}^3/\text{м}^3$ (моль/моль).

Результаты расчетов (табл. 2) показали, что эксергия компонента газовой смеси является мерой сложности получения отдельного продукта в процессе сепарации: чем меньше его концентрация, тем выше значение эксергии.

Для криптоноксеноновой и неонгелиевой смесей нулевая эксергия (табл. 3) рассчитывается по формуле (9) на базе ранее определенных эксергий компонентов, входящих в их состав (табл. 2) [11, 14, 15]:

$$e_{\text{СМ}} = \sum_{i=1}^n y_i e_i - \Delta e_{\text{СМ}}. \quad (9)$$

Таблица 2

Нулевая эксергия для компонентов воздуха ($T_0 = 293 \text{ K}$, $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$)

Компонент	Состав воздуха	Нулевая эксергия	
		кДж/м ³	кДж/кг
Азот	78,09	26,88	22,98
Кислород	20,95	169,9	127,75
Аргон	0,93	508,5	306,32
Неон	0,00183	1 185,8	1 413,35
Гелий	0,000524	1 321,7	7 962,3
Криптон	0,000114	1 487,5	426,23
Ксенон	0,0000087	1 767,2	321,90

Таблица 3

Результаты расчета нулевой эксергии для криптоноксеноновой и неонгелиевой смесей

Смесь	Компонент	Состав		Эксергия, кДж/м ³	
		На выходе ВРУ	После обогащения	На выходе ВРУ	После обогащения
Неонгелиевая	Азот	65	15	557,4	1 189
	Неон	27	66		
	Гелий	8	19		
Криптоноксеноновая	Кислород	99,7	0,5	176,9	1 525
	Криптон	0,28	92,5		
	Ксенон	0,02	7		

Изменение эксергии в процессах нагрева, сжатия или сжижения определяется по формуле [11, 14, 15]:

$$e = h - h_0 - T_0 (s - s_0), \quad (10)$$

где h — энтальпия, кДж/кг; s — энтропия, кДж/(кг · К), взятые при параметрах потока (давление и температура) в исследуемой точке цикла; h_0 , s_0 — энтальпия и энтропия при параметрах окружающей среды.

На основании изученного материала для определения себестоимости криптоноксеноновой смеси, получаемой в качестве побочного продукта разделения воздуха, была выбрана энергетическая методика, разработанная Бродяским В. М.

3. Результаты расчетов себестоимости. Структура затрат

3.1. Описание расчетной модели. Получение тяжелых инертных газов (криптона и ксенона) начинается в воздуходелительных установках с расходом воздуха на входе более 100 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$ [16–19]. Как правило, подобные установки обеспечивают кислородом металлургические предприятия. Криптоноксеноновая смесь является побочным продуктом сепарации, при этом затраты на ее получение являются частью общих расходов кислородного производства.

В качестве объекта исследования рассмотрим крупное предприятие металлургической отрасли, выпускающее более 5 млн. т чугуна, стали и металлопроката.

На рис. 2 приведена схема использования основных и побочных продуктов разделения воздуха, получаемых в кислородном цехе. При этом кислород нужен практически во всех процессах, связанных с выплавкой чугуна и стали. Аргон — в мартеновском и конвертерном цехах. Сжатый воздух, в основном — при производстве проката. Доля кислорода, аргона и сжатого воздуха в себестоимости металла составляет не более 5 %.

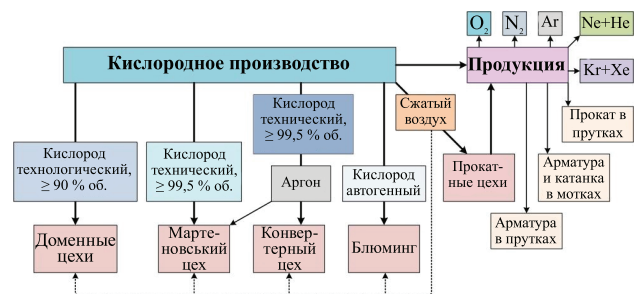


Рис. 2. Схема распределения продуктов разделения воздуха на крупном металлургическом предприятии производительностью более 5 млн. т чугуна, стали и металлопроката

Расчетная схема кислородного производства металлургического предприятия показана на рис. 3. Схема работает следующим образом: атмосферный воздух сжимается компрессорами (т. 1) и подается на сепарацию. Установки разделения воздуха (ВРУ) производят не только технический и технологический кислород (т. 2 и 3), но и другие ПРВ, в частности, газообразный азот (т. 4), жидкий аргон (т. 5), неонгелиевую (т. 7) и криптоноксеноновую (т. 6) смеси. Производительность по отдельным продуктам и качество ПРВ показаны в табл. 4.

После первичного обогащения (УК Ne-He и УК Kr-Xe, рис. 3) неонгелиевая и криптоноксеноновая смеси подвергаются дополнительному обогащению: Ne-He смесь — в дефлегматоре, Kr-Xe — в ректификационной установке типа «Хром», с получением соответствующих концентратов (т. 9 и 8, рис. 3).

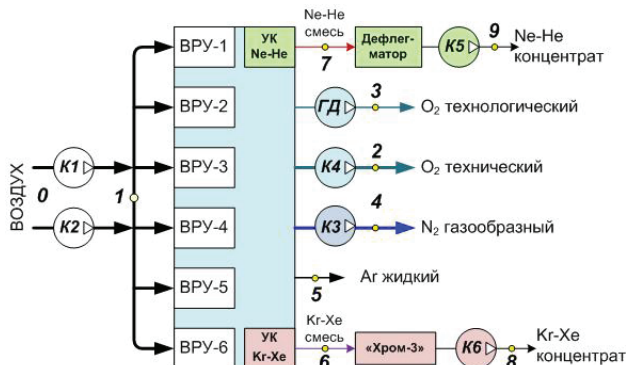


Рис. 3. Упрощенная схема кислородного производства: УК Ne-He и УК Kr-Xe — установки концентрирования неонгелиевой и криптоноксеноновой смесей, соответственно

3.2. Результаты расчета себестоимости криптоноксеноновой смеси в качестве побочного продукта разделения воздуха. Для расчета себестоимости криптоноксеноновой смеси был проведен анализ реальных затрат кислородного производства крупного предприятия металлургической отрасли в соответствии со схемой, показанной на рис. 3.

Доля общих затрат m (табл. 4) на получение продуктов разделения воздуха рассчитывалась по формуле (6). Входящие в формулу эксергии потоков были рассчитаны ранее по методике, изложенной в разделе 2 (формулы (7)–(10)) и показаны в табл. 4. Поправочные коэффициенты k_i взяты из табл. 1 в соответствии

с состоянием отдельных потоков на выходе из ВРУ.

Из результатов энергетических расчетов, приведенных в табл. 4, видно, что коэффициенты распределения затрат для пропорционального метода отличаются по величине от m , полученного энергетическим методом.

Диаграмма распределения затрат по статьям расходов в процессе извлечения Kr-Xe смеси на ВРУ за 2013 г. для расходов, рассчитанных в соответствии с украинскими и российскими ценами, представлена на рис. 4. Анализ полученных результатов показал, что основной вклад в себестоимость вносят энергетические затраты: электроэнергия на привод оборудования, расход пара на обеспечение работы установки и воды на технические нужды. Второй по величине статьей расходов являются общепроизводственные затраты. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО) в сумме составляют около половины общепроизводственных затрат. Вклад фонда оплаты труда в себестоимость Kr-Xe смеси не превышает 5 % в зависимости от уровня зарплат, принятого в металлургической отрасли.

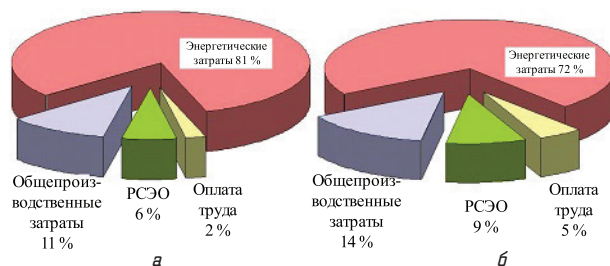


Рис. 4. Структура затрат на получение криптоноксеноновой смеси на выходе ВРУ по данным за 2013 г. для затрат, характерных для украинских (а) и российских (б) предприятий

На рис. 5 для сравнения показаны затраты, рассчитанные по энергетическому [11] и пропорциональному

Таблица 4

Параметры потоков (рис. 3) и результаты расчета коэффициентов, учитывающих доли отдельных продуктов разделения воздуха в общих затратах в процессе сепарации

№ точки	Среда	Паспортный расход, тыс. м ³ /ч	Средняя концентрация, % об.	P (изб.), кгс/см ²	T, °C	Коэффициент k _i	Эксергия e _i , кДж/м ³	Доля от общих затрат m _i	
								Энергетический	Пропорциональный
Разделение воздуха									
0	Воздух	970	N ₂ — 78,09, O ₂ — 20,95, Ar — 0,93	0	+20	0	0	0	0
1	Воздух сжатый	970		5,5	+75	0,45	197,9	0,356	0
2	Кислород технический	180	99,7	20	+20	0,45	470,5	0,157	0,19
3	Кислород технологический	24	95	1,4	+20	0,45	279,5	0,012	0,025
4	Азот газообразный	764	99,9995	20	+20	0,45	330,0	0,468	0,79
5	Аргон жидкий	2,1	99,993	0,2	-184	0,55	1 262,5	0,006	0,0022
6	Криптоноксеноновая смесь	0,3	0,3	0,2	+35	1	195,0	0,00024	0,00031
7	Неонгелиевая смесь	0,025	35	5,5	+20	0,45	554,0	0,000026	0,000026
Дополнительное обогащение концентратов									
8	Криптоноксеноновый концентрат	0,95 нм ³ /ч	O ₂ — 0,5; Kr — 92,5; Xe — 7	15	+20	—	2118,3	—	—
9	Неонгелиевый концентрат	10,3 нм ³ /ч	N ₂ — 15; Ne — 66; He — 19	15	+20	—	1719,6	—	—

методам [13]. За 100 % принято значение удельных расходов в 2011 г., рассчитанное по энергетическому методу. Анализ диаграммы наглядно показывает, что расчеты по пропорциональному способу приводят к необоснованному завышению затрат при определении себестоимости Кг-Хе смеси.

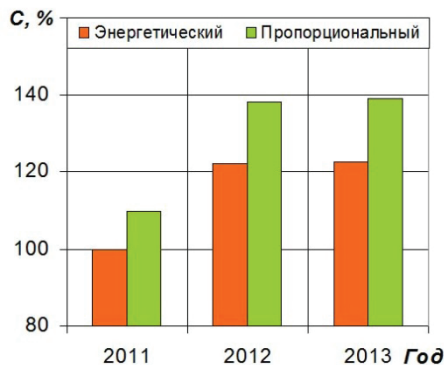


Рис. 5. Изменение удельных затрат на извлечение Кг-Хе смеси в зависимости от метода расчета себестоимости

3.3. Оценка затрат в установках обогащения Кг-Хе смеси типа «Хром». В последние годы на предприятиях России и Украины производится модернизация оборудования для вторичного обогащения криптоноксеноновой смеси. Новая система «Хром-3» [18, 19] заменяет морально устаревшие установки старого поколения. Системы типа «Хром» лишены недостатков, присущих установкам типа УСК. Основные преимущества «Хром-3»:

- отсутствует узел сжатия исходной смеси на базе кислорода. Следствием этого является более низкое удельное энергопотребление;
- установка полностью автоматизирована;
- занимаемая площадь составляет от 200 до 250 м² (в зависимости от модификации). Установка не нуждается в отдельном здании и может располагаться в непосредственной близости от блока разделения;
- практически полная автоматизация работы системы. Обслуживающий персонал — всего 2 человека в смену.

Анализ реальных затрат кислородного производства на получение концентрата (рис. 6, а) в установке «Хром-3» показал, что основной статьёй расходов являются энергетические затраты (60 %), включающие потребление жидкого азота (источник холода), сжатого воздуха (источник тепла), электроэнергии (сжатие Кг-Хе концентрата) и воды. Затраты на оплату труда составляют около 17 %. Доля исходной Кг-Хе

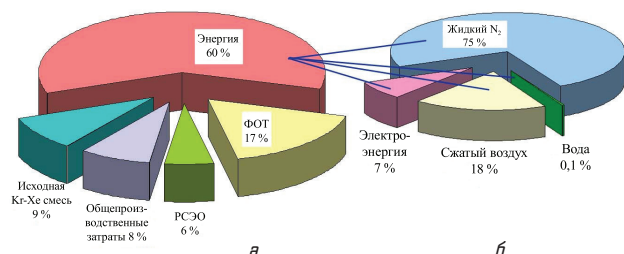


Рис. 6. Структура затрат при обогащении Кг-Хе смеси с получением концентрата в установке «Хром-3»: а — распределение затрат по статьям калькуляции; б — составляющие затрат энергии

смеси в себестоимости 1 м³ концентрата — всего 9 % от общих затрат на его получение.

На рис. 6, б показано соотношение энергетических затрат. Из диаграммы видно, что основными являются расходы, связанные с реализацией процесса ректификации (охлаждение и нагрев). На сжатие производственного криптоноксенонового концентрата расходуется около 7 % от общих энергетических затрат.

4. Выводы

1. В результате проведенных технико-экономических исследований была подтверждена обоснованность использования энергетического метода для анализа затрат в процессе одновременного получения нескольких продуктов из многокомпонентной смеси (воздуха) методом фазовой сепарации. Приведенный способ оценки себестоимости учитывает как объемы производства отдельных продуктов, так и энергетическое состояние потоков на выходе установки. Метод позволяет с достаточной степенью точности определять «критические» статьи расходов, изменение которых максимально влияет на себестоимость продукции.

2. Расчеты показали, что основной вклад в себестоимость криптоноксеноновой смеси, получаемой в качестве побочного продукта сепарации воздуха, вносят энергетические затраты (70..80 % общих затрат). Общие производственные затраты и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования — 20..30 %. Вклад фонда оплаты труда в себестоимость Кг-Хе смеси составляет от 2 до 5 % в зависимости от уровня зарплат, принятого в металлургической отрасли.

3. При обогащении первичной криптоноксеноновой смеси в установке типа «Хром-3» определяющими являются затраты энергии (60 %). Из них 7 % расходуется на сжатие производственного криптоноксенонового концентрата. Оплата труда составляет около 17 % суммарных затрат. Доля исходной Кг-Хе смеси в себестоимости 1 м³ концентрата — около 9 % от общей суммы затрат на его получение.

Литература

1. Грищенко, О. В. Управленческий учет. Электронный конспект лекций [Электронный ресурс] / О. В. Грищенко. — Таганрог: ТТИ ЮФУ, 2007. — Режим доступа: \www/URL: www.aup.ru/books/m166.
2. The Unilateral Conduct Working Group. Unilateral Conduct Workbook Chapter 4: Predatory Pricing Analysis [Electronic resource] / The Unilateral Conduct Working Group//11th Annual ICN Conference Rio de Janeiro, Brazil. — April 2012. — Available at: \www/URL: www.internationalcompetition-network.org/uploads/ library/doc828.pdf.
3. Duane, J. A better way to measure shop floor costs [Electronic resource] / Jon Duane, Nazgol Moussavi, Nick Santhanam // Insights & Publications. — 2010. — Available at: \www/URL: www.mckinsey.com/insights/operations/a_better_way_to_measure_shop_floor_costs.
4. Осадча, Г. Г. Особливості калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) комплексних виробництв [Текст] / Г. Г. Осадча // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2007. — № 23. — С. 141–143.
5. Грибков, Е. Методы учета затрат и учета себестоимости [Электронный ресурс] / Е. Грибков // Экономика и жизнь. — 2008. — Режим доступа: \www/URL: www.razdolie.ru/complex/uncos/publication/detail.php?ID=34.

6. Прохоренко, О. О. Особливості калькулювання собівартості продукції методом «директ-костинг» [Електронний ресурс] / О. О. Прохоренко, В. А. Маникіна // Учет и аудит. — 2009. — Режим доступу: \www/URL: www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vica/Econ/2009_30/03/pdf.
7. Волощук, В. А. Управление себестоимостью продукции [Текст] / В. А. Волощук, Г. И. Бритченко // Вісник Приазовського державного технічного університету. — 2003. — Вип. 13. — С. 380–384.
8. Когут, У. І. Удосконалення номенклатури статей калькуляції собівартості продукції [Текст] / У. І. Когут // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». — 2006. — № 567. — С. 61–67.
9. Alvares, F. Price setting with menu cost for multi-products firms [Electronic resource] / F. Alvares, F. Lippi. — 2013. — Available at: \www/URL: www.eief.it/files/2013/02/wp-02-price-setting-with-menu-cost-for-multi-product-firms.pdf.
10. Air Separation Process Technology and Supply System Optimization Overview [Electronic resource] / Universal Industrial Gases, Inc. Copyright 2003 / 2011 UIG. — Available at: \www/URL: www.uigi.com/compare.html.
11. Бродянский, В. М. Производство кислорода [Текст] / В. М. Бродянский, Ф. И. Меерзон. — М.: Металлургия, 1970. — 384 с.
12. Плешков, В. П. Эффективность процесса комбинирования в цехах разделения воздуха [Электронный ресурс] / В. П. Плешков // Научный журнал НИУ ИТМО, сер. «Экономика и экологический менеджмент». — 2011. — № 1(8). — Режим доступа: \www/URL: http://economics.ihbt.ifmo.ru/article/6614/effektivnost_processa_kombinirovaniya_v_cexah_razdeleniya_vozduha.htm
13. Симоненко, О. Ю. Криогенные технологии переработки отдувочных потоков аммиачного производства [Текст] / О. Ю. Симоненко // Холодильная техника і технологія. — 2011. — № 6. — С. 4–11.
14. Бродянский, В. М. Термодинамические основы криогенной техники [Текст] / В. М. Бродянский, А. М. Семенов. — М.: Энергия, 1980. — 448 с.
15. Соколов, Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения [Текст] / Е. Я. Соколов, В. М. Бродянский. — М.: Энергоиздат, 1981. — 320 с.
16. Головкин, Г. А. Установки для производства инертных газов [Текст] / Г. А. Головкин. — Л.: Машиностроение, 1974. — 383 с.
17. Бондаренко, В. Л. Криогенные технологии извлечения редких газов [Текст] / В. Л. Бондаренко, Ю. М. Симоненко. — Одесса: «Астропринт», 2013. — 332 с.
18. Савинов, М. Ю. Разработка и создание эффективной установки «Хром-3» для получения криптоно-ксеноновой смеси [Текст] / М. Ю. Савинов, А. М. Архаров, В. Е. Позняк и др. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. — 2007. — № 5. — С. 20–26.
19. Бондаренко, В. Л. Совершенствование установок для извлечения тяжелых инертных газов [Текст] / В. Л. Бондаренко, Ю. М. Симоненко, Е. Г. Корж // Технические газы. — 2013. — № 5. — С. 25–34.

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ОТРИМАННЯ ТА ЗБАГАЧЕННЯ КРИПТОНОКСЕНООВОЇ СУМІШІ

Робота присвячена аналізу методів визначення собівартості криптоноксенонової суміші, яка отримується у вигляді побічного продукту розділення повітря. В якості об'єкта дослідження вибрано кисневе виробництво великого металургійного підприємства. Проведено порівняння відомих методів розрахунку, проаналізовано основні джерела витрат на отримання суміші. Досліджені складові собівартості криптоноксенонової суміші, яке отримується в установках типу «Хром».

Ключові слова: продукти розділення повітря, криптоноксенонова суміш, ексергія, витрати, собівартість.

Бондаренко Віталій Леонідович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри криогенної техніки та кондиціонування, Московський державний технічний університет ім. Н. Е. Баумана, Російська Федерація, e-mail: nadia@iceblick.com.

Корж Єлизавета Григорівна, аспірант, кафедра криогенної техніки, Інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В. С. Мартинівського, Одеська національна академія пищевих технологій, Україна, e-mail: liza1315@mail.ru.

Дьяченко Тат'яна Вікторівна, кандидат технічних наук, докторант кафедри криогенної техніки, доцент кафедри теплоенергетики та трубопроводного транспорту енергоносителей, Інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В. С. Мартинівського, Одеська національна академія пищевих технологій, Україна, e-mail: victory04@yandex.ru.

Дьяченко Ольга Валерівна, кандидат технічних наук, ведучий інженер, відділ головного інженера, ООО «Айсблік», Одеса, Україна, e-mail: diachenko-ov@yandex.ru.

Бондаренко Віталій Леонідович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри криогенної техніки та кондиціонування, Московський державний технічний університет ім. М. Е. Баумана, Російська Федерація.

Корж Єлизавета Григорівна, аспірант, кафедра криогенної техніки, Інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В. С. Мартинівського, Одеська національна академія харчових технологій, Україна.

Дьяченко Тат'яна Вікторівна, кандидат технічних наук, докторант кафедри криогенної техніки, доцент кафедри теплоенергетики і трубопроводного транспорту енергоносителей, Інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В. С. Мартинівського, Одеська національна академія харчових технологій, Україна.

Дьяченко Ольга Валерівна, кандидат технічних наук, провідний інженер, відділ головного інженера, ТОВ «Айсблік», Одеса, Україна.

Bondarenko Vitaly, Bauman Moscow State Technical University, Russia, e-mail: nadia@iceblick.com.

Korzh Yelizaveta, Institute of Refrigeration, cryotechnology and eco-energy (IRCE), Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, e-mail: liza1315@mail.ru.

Diachenko Tatiana, Institute of Refrigeration, cryotechnology and eco-energy (IRCE), Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, e-mail: victory04@yandex.ru.

Diachenko Olga, Iceblick Ltd., Odessa, Ukraine, e-mail: diachenko-ov@yandex.ru