

УДК 661.938: (661.5 + 661.52 +
+ 661.56 + 631.84) (031),
669.21:544.72:538.9

ВЫДЕЛЕНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ И НИТРОАММОФΟΣКИ

© 2011 г. **В.И. Чернышев**¹,
И.Г. Тертышный²,
В.Д. Кальнер³,
В.Г. Моисеенко⁴

¹ ОАО «ГИАП», Москва

² ОАО «Метанол и азотные процессы», Москва

³ ЗАО «Калвис», Москва

⁴ Институт геологии и природопользования Дальневосточного
отделения РАН (ИГиП ДВО РАН), Благовещенск

Введение

Известно, что при гомогенном окислении аммиака кислородом воздуха (горении без катализатора), аммиак разлагается на азот и воду. Технология гетерогенного окисления аммиака до NO_2 , необходимого для получения неконцентрированной азотной кислоты (НАК), впервые была представлена В. Оствальдом (Германия) в 1902 г. и реализована в промышленности в 1907 г. В качестве катализатора для этого процесса была предложена платина [1]. Позднее, для повышения прочности и увеличения срока службы катализатора стали использоваться сплавы платины с родием (3,5–10 %) иногда с добавлением палладия (сегодня до 23 %).

Патентный обзор технических решений по этой проблеме показал, что за 104 года использования данной технологии в производствах НАК в мире было выдано свыше 1 500 патентов на модификации производства НАК с применением технологии В. Оствальда. До определенного момента считалось, что совершенствование данного способа производства НАК с получением дополнительной прибыли близко к пределу. Однако усовершенствование даже «старых» технологий возможно. В последнее время в результате интенсивного развития нанотехнологий стало широко известно, что в газовых, жидких и твердых видах сырья, поступающих в промышленные производства, содержатся благородные металлы (БМ). Вследствие этого на повестку дня встал вопрос о необходимости предварительного выделения БМ из

сырья. Для установок химической промышленности эта задача зачастую существенно упрощается, поскольку БМ самопроизвольно переходят из сырья в движущиеся в этих установках газовые и жидкие среды, поэтому остается решить только вторую часть данной проблемы, а именно, определить технико-экономическую целесообразность выделения БМ из этих сред. Для агрегатов неконцентрированной азотной кислоты (НАК) и нитроаммофоски разработаны технологии выделения БМ из газовых и жидких сред и показана существенная экономическая эффективность этих технологий. В настоящей статье данная проблема рассмотрена применительно к агрегатам НАК, поскольку в движущие в этих агрегатах среды БМ выделяются не только из сырья, но и потеря платиноидных катализаторов окисления аммиака.

Определение концентраций благородных металлов в дисперсных системах¹, перемещающихся в агрегате НАК типа УКЛ-7

В 2002 г. авторами были экспериментально проверены количественные данные М.М. Караваева с соавторами [2] по содержанию платиноидов, теряемых

Чернышев В.И. – докт. техн. наук, гл. науч. сотрудник ОАО «ГИАП». Тел.: (495) 916-60-94. E-mail: kydzik2@rambler.ru.

Тертышный И.Г. – канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник ОАО «Метанол и азотные процессы». E-mail: geonano@rambler.ru.

Кальнер В.Д. – докт. техн. наук, проф., президент ЗАО «Калвис». Тел.: (495) 913-80-94. E-mail: info@kalvis.ru.

Моисеенко В.Г. – академик РАН, ИГиП ДВО РАН. Тел.: (4162) 53-52-48.

¹ Дисперсные системы – гетерогенные системы из двух или большего числа фаз. Одна из фаз образует непрерывную дисперсионную среду (в нашем случае – газовые фазы аммиачно-воздушной смеси и нитрозных газов, а также жидкие фазы конденсата азотной кислоты, азотной кислоты и воды, подаваемой на стадии абсорбции оксидов азота), в объеме которой распределены одна или несколько дисперсных фаз в виде мелких кристаллов, твердых аморфных частиц, капель или пузырьков (в нашем случае частицы благородных металлов и их оксидов) [3].

катализатором окисления аммиака в процессе эксплуатации, в азотной кислоте и конденсате азотной кислоты, образующемся при конденсации водяного пара из нитрозного газа после катализатора содержащего, кроме водяного пара, NO_2 и N_2 . По сведениям [2] суммарные концентрации Pt, Pd и Rh в получаемой азотной кислоте и конденсате соответственно составляют $1 \cdot 10^{-6}$ и $(2 \div 13) \cdot 10^{-5}$ мас.% или $\sim 0,01$ и $0,02\text{—}0,13$ г/т.

При анализе образцов азотной кислоты и конденсата, полученных на одном агрегате НАК типа УКЛ-7 в ОАО «Дорогобуж» (пос. Верхнеднепровский, Смоленская обл.) с использованием современных методов обнаружено, что суммарные массы Pt, Rh и Pd в азотной кислоте и конденсате существенно превышали и приведенные выше данные и расчетные значения, определенные по потерям массы катализаторных сеток. Кроме того, в азотной кислоте и конденсате были найдены Ag, Au и Ir, отсутствующие в катализаторных сетках. Небольшой объем результирующих данных не позволял сделать окончательных выводов. Далее, авторским коллективом [4] была начата детальная проверка этих результатов. Решено было проанализировать образцы азотной кислоты и конденсата азотной кислоты из агрегатов НАК типа УКЛ-7 на трех предприятиях, расположенных в разных регионах России: ОАО «Дорогобуж», ОАО «Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК)» (Кирово-Чепецк, Кировская обл.) и ОАО «Новомосковская акционерная компания «Азот» (Новомосковск, Тульская обл.). Анализы образцов на содержание в них благородных металлов (БМ) проводили в лабораториях шести различных академических и отраслевых институтов разными методами:

— ФГУ РНЦ «Курчатовский институт» (Москва) (метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и автоклавной пробоподготовкой, чувствительность 10^{-6} мас.%, погрешность ± 30 %);

— ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт цветных металлов» (Москва) (метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой, чувствительность 10^{-6} мас.%, погрешность $\pm 30\text{—}35$ %);

— Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН (Москва) (метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой, спектрометр IRIS Advantage» фирмы «Thermo Jarrell Ash», чувствительность $10^{-5} \div 10^{-6}$ мас.%, погрешность ± 30 %);

— Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных

металлов (Москва) (метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрическим окончанием, чувствительность $10^{-7} \div 10^{-8}$ мас.%, погрешность ± 45 %);

— ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт химической технологии» (Москва) (метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и микроволновой пробоподготовкой, чувствительность 10^{-7} мас.%, погрешность ± 35 %, спектрометр последнего поколения (2003 г.) «Vista Pro» фирмы «Varian», США);

— Институт геологии и природопользования ДВО РАН (Благовещенск) (метод атомно-абсорбционной спектроскопии, электронной микроскопии, нейтронно-активационный анализ, чувствительность 10^{-8} мас.%, погрешность ± 45 %).

Все лаборатории указанных организаций имеют сертификаты на проведение аналитических работ. Анализ БМ в аммиачно-воздушной смеси (АВС) и нитрозных газах (НГ) осуществляли методом тонкой фильтрации проб с анализом уловленной твердой фазы электронной микроскопией.

Результаты анализов концентраций БМ в дисперсных системах, перемещающихся в агрегате НАК УКЛ-7 ОАО «КЧХК» представлены в табл. 1 (данные 2003 г.). Можно сделать следующие выводы:

— в дисперсных системах АВС, НГ, воде, конденсате азотной кислоты и азотной кислоте оказалась вся гамма БМ (пока не обнаружили только Os);

— очевидно, что в НГ, конденсате азотной кислоты и азотной кислоте содержание БМ суммируется из потерь катализатора окисления аммиака Pt, Pd и Rh, а также из АВС, воды и материалов аппаратов установки — углеродистые и легированные стали, сплавы на основе титана, а также шамотный кирпич и/или каолиновая вата (известно, что в перечисленных материалах, АВС и воде имеются БМ, причем в двух последних системах они находятся в виде наночастиц 10^9 нм и в таком масштабе БМ переходят в НГ, конденсат азотной кислоты и азотную кислоту);

— суммарные массы БМ в конденсате азотной кислоты и азотной кислоте существенно превышают аналогичные показатели, рассчитанные на основе потерь БМ катализатором окисления аммиака.

Проиллюстрируем это на примере конденсата азотной кислоты:

1. Потери платиноидов Pt, Pd, Rh и Ru проектным пакетом катализатора окисления аммиака (пакет Pt — 81 %, Pd — 15 %, Rh — 3,5 % и Ru — 0,5 % из 12 тканых платиноидных сеток диаметром 1700 мм

Таблица 1

Концентрации БМ в дисперсных системах, движущихся в агрегате НАК типа УКЛ-7

Наименование дисперсной системы	Концентрация дисперсных фаз – БМ в дисперсионной среде, г/т							
	Ag	Au	Ir	Pd	Pt	Rh	Ru	В сумме
1. Аммиачно-воздушная смесь	0,0034	0,001	0,0053	0,001	0,001	0,0008	0,0003	0,0128
2. Вода на стадию абсорбции оксидов азота	0,009	0,009	0,01	0,006	0,007	0,0007	0,0007	0,0424
3. Нитрозный газ:								
3.1. В аппарате для окисления аммиака после платиновых сеток и на входе в котел-утилизатор	0,0035	0,0012	0,0055	0,0036	0,032	0,0009	0,0004	0,0471
3.2. На выходе из котла-утилизатора	0,0037	0,0015	0,0058	0,0032	0,028	0,0008	0,0004	0,0434
3.3. На входе в абсорбционную колонну	0,002	0,0018	0,004	0,0013	0,004	0,0002	0,0002	0,0135
4. Конденсат азотной кислоты на выходе из холодильника-конденсатора	0,021	0,009	0,032	0,025	0,125	0,005	0,003	0,220
5. Азотная кислота на выходе из абсорбционной колонны	0,013	0,012	0,023	0,008	0,024	0,0011	0,0013	0,0824

из проволоки диаметром 0,092 мм и массой примерно 24 тыс. г) — 0,15 г/т 100 % HNO_3 .

2. Производительность агрегата УКЛ-7:

по 100 % HNO_3 — 14,5 т 100 % HNO_3 /ч;

по 46 %-ному конденсату азотной кислоты — 11,5 т конденсата/ч, или в пересчете на 100 % $\text{HNO}_3 = 11,5 \text{ т} \times 0,46 = 5,29 \text{ т/ч}$.

3. Количество платиноидов, теряемых в 1 ч:

$0,15 \text{ г/т } 100 \% \text{ HNO}_3 \times 14,5 \text{ т } 100 \% \text{ HNO}_3 / \text{ч} = 2,175 \text{ г/ч}$.

4. Концентрация платиноидов в конденсате HNO_3 в предположении, что все теряемые платиноиды высадились в конденсате:

$2,175 \text{ г/ч} : 11,5 \text{ т конденсата/ч} = 0,189 \text{ г/т конденсата}$.

Судя по табл. 1, концентрация БМ в конденсате составила HNO_3 0,22 г/т конденсата, т.е. в 1,16 раза больше.

5. Концентрация платиноидов в конденсате HNO_3 принималась с учетом более близкого к реальности предположения, что все теряемые платиноиды высадились в конденсате как части продукционной кислоты: $2,175 \text{ г/ч} \times (5,29 : 14,5) : 11,5 \text{ т конденсата/ч} = 0,069 \text{ г/т конденсата}$.

Исходя из анализа представленных данных (см. табл. 1) получается 0,22 г/т конденсата, т.е. в 3,19 раза больше.

Суммарная концентрация БМ в азотной кислоте, как следует из табл. 1, равна 0,0824 г/т. Эта величина существенно превышает приведенные выше данные из монографии [2].

Следует отметить, что результаты анализов БМ в дисперсных системах агрегатов НАК типа УКЛ-7, расположенных на трех упомянутых выше предприятиях, отличаются по химическому составу и содержанию БМ, что объясняется различием содержаний БМ в сырье — АВС и воде для предприятий, находящихся в трех регионах России. В табл. 1 представлены наиболее характерные данные, в частности, для УКЛ-7 ОАО «КЧХК». Подобная таблица для отечественного агрегата НАК типа АК-72 представлена в [4].

Описание технологии для выделения БМ из азотной кислоты для агрегата НАК типа УКЛ-7

После завершения экспериментальных исследований, необходимо было разработать технологию выделения БМ из азотной кислоты с учетом того, что многие из БМ находятся в этой дисперсной системе в виде наночастиц, которые нельзя отфильтровать на действующих промышленных фильтрах.

Экспериментальные исследования проводились на образце азотной кислоты объемом 300 дм³, отоб-

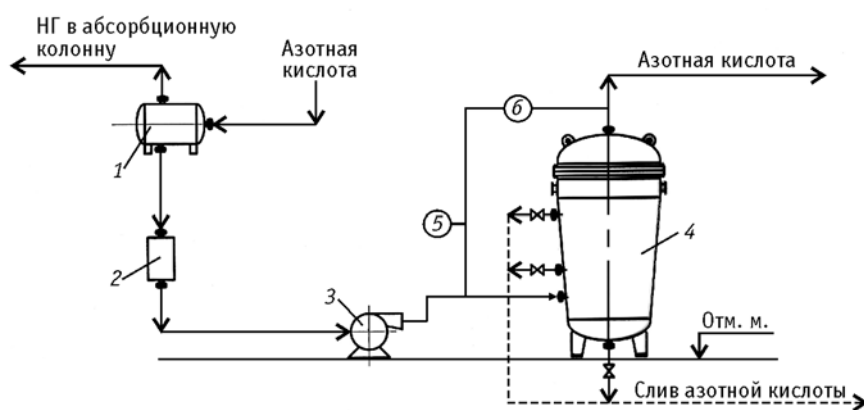


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема узла

ранной с агрегата НАК типа УКЛ-7 в ОАО «КЧХК». Для этого создали пилотную установку, состоящую из исходной емкости, классификатора, промежуточной емкости, мембранного насоса, сорбера с одним сорбционным элементом и конечной емкости. В качестве емкостей использовались тщательно промытые стандартные стеклянные бутылки объемом 20 дм³. Мембранный насос конструкции ОАО «ГИАП» изготовлен на опытном заводе ОАО «ГИАП», внутри полностью выполнен из фторопласта-4. Классификатор представляет собой промышленную модель в масштабе 1 : 50 из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Сорбер выполнен из полипропилена, снабжен манометром для контроля давления при выполнении экспериментов.

В результате проведенных исследований была разработана технология и подобрано основное оборудование для выделения БМ. Ниже приведено краткое описание технического решения применительно к азотной кислоте, выходящей из абсорбционной колонны отечественного агрегата НАК мощностью 120 000 т/год в пересчете на 100 % HNO₃, работающего под абсолютным давлением 0,716 МПа.

Суть технического решения состоит в том, что в линию азотной кислоты из абсорбционной колонны действующего агрегата НАК в его проектом варианте встраивается особый узел для улавливания БМ (далее — узел). Принципиальная технологическая схема узла приведена на рис. 1. Узел включает три последовательно расположенных на линии нестандартных аппарата: разделитель 1, классификатор 2 и сорбер 4. Между классификатором и сорбером устанавливается типовой коррозионно-стойкий насос высокого давления 3.

Разделитель (рис. 2) служит для отделения выхлопного газа от азотной кислоты. Он представляет собой цилиндрический сосуд из нержавеющей стали 12Х18Н10Т, выполненный из участка трубы с наружным диаметром 273 мм и толщиной стенки 11 мм, соединенного с двумя плоскими днищами. Длина сосуда — 540 мм. Сосуд снабжен тремя патрубками: для ввода азотной кислоты с выхлопным газом из абсорбционной колонны и выводов азотной кислоты и выхлопного газа. Внутри сосуда напротив первого патрубка размещена отражательная перегородка. Сосуд устанавливается горизонтально. Срок службы сосуда не менее 15 лет.

Классификатор (рис. 3) предназначен для распределения по размерам находящихся в азотной кислоте частиц БМ и их оксидов. Классификатор — вертикальный сосуд из нержавеющей стали 12Х18Н10Т, состоящий из двух элементов, каждый из которых имеет поперечное сечение в виде полукольца. Внутри каждого элемента имеется специальная насадка для классификации. Элементы «на-

Таблица 2

Концентрация БМ, в дисперсионных средах пилотной установки (концентрация азотной кислоты 57,3 %, температура 23 °С)

Наименование дисперсной системы	Концентрация дисперсных фаз – БМ в дисперсионной среде, г/т							
	Ag	Au	Ir	Pd	Pt	Rh	Ru	В сумме
Азотная кислота на входе в пилотную установку	0,013	0,012	0,023	0,008	0,024	0,0011	0,0013	0,0874
Азотная кислота на выходе из пилотной установки	0,0006	0,00072	0,0041	0,0007	0,0016	0,000143	0,0002	0,008463
Степень извлечения, %	95,4	94,0	82,1	91,2	93,3	87,0	84,6	93,3

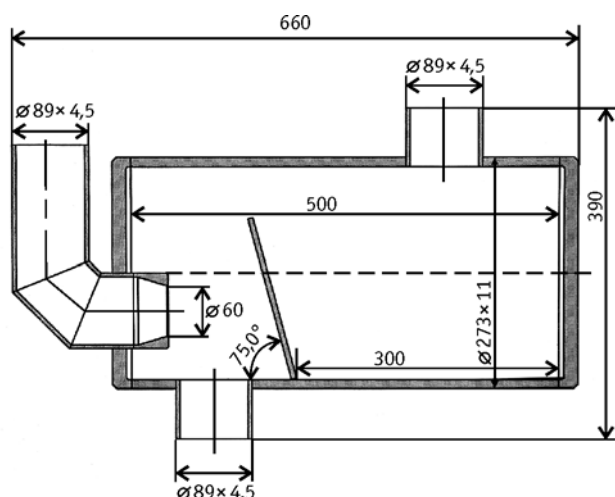


Рис. 2. Разделитель узла, осуществляющий отделение выхлопного газа от азотной кислоты

деваются» на трубу, по которой идет азотная кислота из разделителя. Наружный диаметр классификатора — 164 мм, длина — 232 мм. Срок службы классификатора — 30 лет.

Сорбер (рис. 4) служит для сорбции БМ и их оксидов из азотной кислоты. Для агрегата УКЛ-7 данный аппарат представляет собой вертикальный сосуд из нержавеющей стали 12Х18Н10Т в виде усеченного конуса с двумя эллиптическими днищами. Высота и максимальный наружный размер аппарата составляют 4595 мм и 2310 мм, соответственно. Срок службы сорбера 12 лет. Аппарат содержит три секции сменных сорбционных элементов типов 1, 2 и 3 в количестве 169, 217 и 271 шт., соответственно. Каждый из элементов выполнен в виде цилиндра высотой 1000 мм и наружным диаметром 65 мм. В зависимости от каталитической

системы окисления аммиака количество секций в сорбере и его размеры будут изменяться. Например, для агрегата НАК типа УКЛ-7 ОАО «Дорогобуж» каталитическая система содержит десять вязанных каталитических сеток диаметром 1700 мм из сплава Pt — 81 %, Pd — 15 %, Rh — 3,5% и Ru — 0,5 %, выполненных из проволоки диаметром 0,092 мм — для 1-й сетки и 0,076 мм — для сеток 2—10, общей массой ~ 13,84 кг и стандартного улавливающего платиноиды пакета — пять тканых сеток из сплава Pd — 95%, W — 5 % общей массой ~ 6,17 кг [5], сорбер может содержать только две секции. Отсюда следует важный вывод о необходимости проведения исследований по составу БМ в азотной кислоте перед разработкой узла.

После окончания эксплуатационного срока сорбционные элементы демонтируются из сорбера и подвергаются термическому сжиганию в электропечи с целью получения концентрата, содержащего 92—95 % БМ, непосредственно на производственной площадке. Поскольку сорбционный элемент выполнен из полимера типа полиэтилен или полипропилен, то после его сжигания в твердом остатке содержатся БМ и оксиды (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 и т.п.), нерастворимые в азотной кислоте.

Как указывалось выше, между разделителем и сорбером устанавливается коррозионно-стойкий насос высокого давления производительностью $12 \text{ м}^3/\text{ч}$. Следует отметить, что этот насос, возможно, будет установлен в узле только для первого агрегата УКЛ-7, поскольку высота столба жидкости (азотной кислоты) в абсорбционной колонне довольно высокая, и напор, создаваемый этим столбом, будет достаточен для продвижения азотной кислоты через три указанных аппарата.

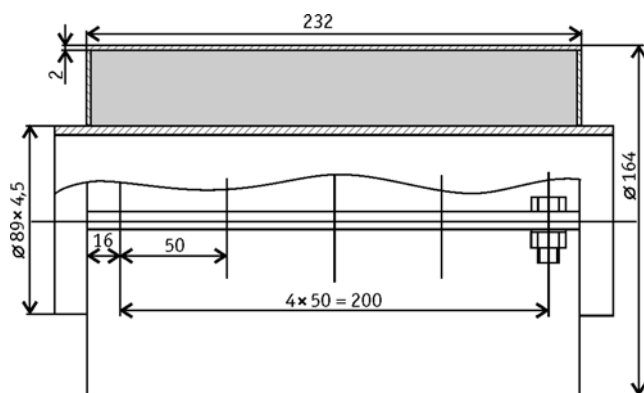


Рис. 3. Классификатор узла, служащий для классификации (упорядочения) по размерам находящихся в азотной кислоте частиц БМ и их оксидов

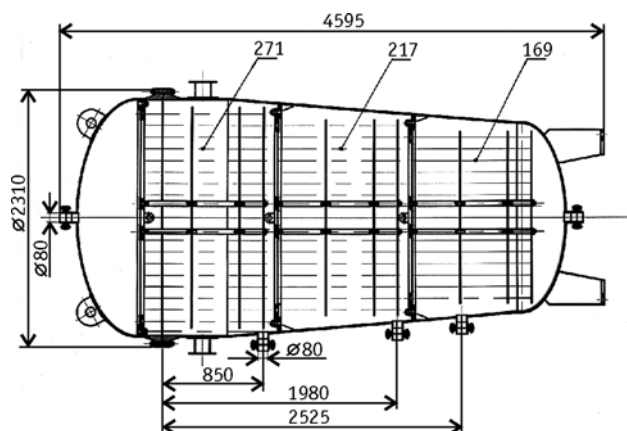


Рис. 4. Сорбер, предназначенный для сорбции БМ и их оксидов из азотной кислоты

Таблица 3

Ориентировочные годовые экономические показатели использования узла выделения концентрата БМ из азотной кислоты агрегата УКЛ-7 ОАО «Дорогобуж» с каталитической системой, описанной в предыдущем разделе, приведены в ценах БМ на утро 06.06.2011 (по данным Лондонской биржи цветных металлов и фирмы «Johnson Matthey» (Великобритания))

Степень использования мощности агрегата, %	Стоимость БМ в выделенном концентрате*, долл. США	Затраты на узел, долл. США		Прибыль ОАО «Дорогобуж», долл. США		Срок окупаемости затрат на узел, мес.
		1-ый год	2-ой и последующие годы	1-ый год	2-ой и последующие годы	
100	426400	250000	15000	176400	411400	~ 7
70	298480			48480	283480	~ 10

* Затраты на аффинаж БМ из концентрата с их содержанием 92–95 % не учтены, как пренебрежимо малые по сравнению с ценой БМ. Например, цена 1 г Pt на утро 06.06.2011 составляла 58,48 долл. США, а затраты на ее аффинаж из концентрата по известным данным будут около 0,5 долл. США/г.

Технико-экономическая оценка предлагаемой технологии для агрегата типа УКЛ-7

Для агрегатов УКЛ-7, работающих с проектным пакетом катализатора окисления аммиака (пакет из 12 тканых платиноидных сеток диаметром 1700 мм из проволоки диаметром 0,092 мм и массой ~ 24 кг), авторы гарантируют ежегодное выделение в каждом УКЛ-7 не менее 8,8 кг и не менее 6,1 кг БМ в год при 100 % и 70 % (среднестатистическая загрузка) производительности агрегата от его проектной величины 120 тыс. т/год в пересчете на 100 % HNO_3 . Это в дополнение к тому, что обычно среднегодовой сбор металлов платиновой группы с одного УКЛ-7 в результате очистки агрегата от шлаков, которая проводится раз в 3 года составляет не более 4,32 кг/год.

Особо следует отметить, что непрерывное выделение БМ из азотной кислоты не уменьшает массы платиноидов, выделяемых из шламов, полученных очисткой котлов и теплообменной аппаратуры, так как азотная кислота образуется в агрегате после этого оборудования.

Объем инвестиций на оборудование, сменные сорбционные элементы в сорбере и монтаж для одного агрегата УКЛ-7 составит в первый год эксплуатации узла около 250 тыс. долл. США.

Текущие затраты на сменные сорбционные элементы во втором и последующих годах составят около 15 тыс. долл. США.

Прибыль первого года от применения узла в одном агрегате УКЛ-7 определялась как разность между стоимостью извлеченных БМ, находящихся в концентрате, и затратами на оборудование, смен-

ные сорбционные элементы и их монтаж, а прибыль второго и последующих годов использования узла — как разность между стоимостью извлеченных БМ и стоимостью сменных сорбционных элементов.

Ориентировочные годовые экономические показатели узла выделения БМ из азотной кислоты агрегата УКЛ-7 ОАО «Дорогобуж» приведены в табл. 3.

Всего, в СНГ и Литве, в последние годы эксплуатируется 96 агрегатов УКЛ-7. Подобные технические решения разработаны авторами и для всех других типов агрегатов НАК, работающих с разными абсолютными давлениями на стадиях окисления аммиака и абсорбции оксидов азота: 0,42 и 1,1 МПа (агрегат АК-72), а также 0,1 и 0,35 МПа.

Выводы

1. Экспериментально показано, что в газовых и жидких средах, движущихся в установках НАК, работающих по технологии В. Оствальда (1902 г.) с образованием нитрозных газов (НГ) путем окисления аммиака на платинородиевопалладиевом катализаторе, содержатся БМ — золото, серебро, платина, родий, палладий, иридий и рутений.

2. Установлено, что указанные БМ выделяются в НГ, конденсат азотной кислоты и азотную кислоту как из потерь катализатора, так и из сырья: аммиачно-воздушной смеси и воды, подаваемой на стадии абсорбции оксидов азота, а также из материалов аппаратов установки. Причем в сырье и материалах аппаратов БМ находятся в виде наночастиц, которые переходят в НГ, конденсат и азотную кислоту.

3. Констатируется, что суммарная масса БМ в конденсате азотной кислоты и в азотной кислоте су-

щественно превышает суммарную массу платины, родия и палладия, теряемую катализатором, например, в конденсате примерно в три раза.

4. Были проведены эксперименты на пилотных моделях по выделению концентрата, содержащего 92–95 % БМ, из конденсата азотной кислоты и азотной кислоты.

5. Предложена технология и основное оборудование узла для выделения концентрата БМ из азотной кислоты применительно к отечественному агрегату НАК типа УКЛ-7 мощностью 120 тыс. т в год в пересчете на 100 %-ную HNO_3 . При 100 и 70 %-ном использовании мощности агрегата из кислоты можно выделить концентраты, содержащие, соответственно, 8,8 и 6,1 кг БМ в год.

6. Приведены ориентировочные экономические показатели применения узла в агрегате УКЛ-7 ОАО «Дорогобуж». В частности, показано, что сроки оку-

паемости затрат на узел не превысят 7 и 10 мес. при 100 и 70%-ном использовании мощности агрегата.

Авторы благодарят Е.А. Бруштейна за ценные замечания, высказанные им при подготовке статьи.

Литература

1. Пат. 698 (Англия) / Платиновый катализатор в гранулах и сетках / W. Ostwald. 1902.
2. Караваяев М.М., Засорин А.П., Клещев Н.Ф. Каталитическое окисление аммиака. М.: Химия, 1983. С.97.
3. Химическая энциклопедия. 1990. Т. 2. С. 152. М.: Советская энциклопедия.
4. Пат. 2274670 (РФ) / Способ извлечения благородных металлов / Чернышев В.И., Моисеенко В.Г., Тертышный, И.Г., Кальнер В.Д. 2006.
5. Гущин Г.М., Дмитриев В.А., Саханская И.Н. и др. // Цветные металлы. 2007, № 1. С. 39.

УДК 678.743.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА ПО СУСПЕНЗИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ООО «ТОМСКНЕФТЕХИМ» ПРИ ВНЕДРЕНИИ НОВЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

© 2011 г. Э.А. Майер,
Е.О. Коваль, И.Г. Климов

ООО «Томскнефтехим», Томск

Введение

Производство полипропилена в ООО «Томскнефтехим» введено в эксплуатацию в 1981 г. инженеринговой компанией «Technimont» (Италия) по технологии фирмы «Montedison» (Италия) и являлось типичным процессом первого поколения с каталитической системой на основе треххлористого титана типа «Stauffer».

Майер Э.А. – канд. хим. наук, советник генерального директора по науч. работе. Тел.: (3822) 70-21-08. Факс: 70-30-78. E-mail: mea@tnhk.ru.

Коваль Е.О. – канд. хим. наук, руководитель Центра исследований и разработок. Тел.: (3822) 70-45-12. E-mail: keo@tnhk.ru.

Климов И.Г. – генеральный директор. Тел.: (3822) 70-33-33. E-mail: mae@tnhk.ru.

В 1987 г. специалистами предприятия освоена отечественная технология производства катализатора второго поколения — микросферического треххлористого титана и осуществлен перевод производства полипропилена на данный вид катализатора. В 2009 г. для удовлетворения требований рынка по улучшению качества и расширению ассортимента продукции инженерный корпус предприятия перевел производство на использование новой каталитической системы на основе титан-магниевого катализатора. Таким образом, производство, вероятно, единственное в постсоветском пространстве и Восточной Европе, имеет технологии и опыт наработки