

С.И. АВИНА, И.И. ГОНЧАРОВ, канд. техн. наук,
Л.Н. БОНДАРЕНКО, О.И. ПЛУГАНОВА, магистр, НТУ "ХПИ"

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ПЛАТИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕКОНЦЕНТРИРОВАННОЙ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

В статті розглянуто процес отримання неконцентрованої азотної кислоти методом окиснення аміаку киснем повітря. Приведено дані (пробіг платиноїдного каталізатора, його втрати, ступінь конверсії аміаку, навантаження по аміаку), щодо роботи платиноїдного каталізатора в цеху азотної кислоти. Наведено розподілення втрат металів платинової групи по апаратам агрегату УКЛ -7.

In the article the process of nonconcentrated nitric acid obtaining by dint of ammonia oxidation with oxygen of air is studied. Data (on-stream time of platinum catalyst its losses degree of ammonia conversion) for platinum catalyst exploitation in nitric acid plant are shown. The distribution of platinum metals group losses on UKL -7 aggregates is shown.

Получение неконцентрированной азотной кислоты является многотоннажным производством, а также исходным сырьем для производства азотных минеральных удобрений, в которых нуждается сельское хозяйство всех стран мира [1].

Процесс получения азотной кислоты осуществляется путем окисления аммиака кислородом воздуха с последующим поглощением образовавшихся оксидов азота водой. Процесс окисления аммиака может происходить с образованием целого ряда продуктов [2]:



Одновременно (параллельно и/или последовательно) с основными реакциями могут протекать следующие побочные реакции:



Реакции (1) – (3) протекают только на поверхности катализатора обладающего высокой избирательной способностью (селективностью). К такого рода катализаторам относятся сплавы металлов платиновой группы, которые изготавливаются в виде сеток. В Украине на азотных производствах чаще всего применяют комплект сеток, состоящий из платиноидного катализатора, следующего состава (масс. %): платина – 95,0 и родий – 5,0, а также комплект из сеток на основе палладия для улавливания теряемых платиноидов.

Нами были обработаны промышленные данные по потерям платины в агрегатах УКЛ – 7. По регламенту на агрегатах производства азотной кислоты под давлением 0,716 МПа пакет собирается из 12 платиновых и 5 палладиевых сеток. Среднегодовая конверсия на различных агрегатах и в разное время колебалась от 91 % до 94 %. Температура сеток по проекту 890 – 910 °С. Фактическая температура большую часть времени составляла 905 °С.

В таблице приведены данные о работе платиноидных катализаторных сеток в агрегате УКЛ -7.

Таблица

Производственные данные агрегата УКЛ -7

Нагрузка по NH ₃ , м ³ /ч	Степень конверсии, %	Время пробега платиноидной сетки, ч	Потери платиноидной сетки, %	Прямые потери платины, г/т HNO ₃
4750	93,06	3725	39,25	0,189
4750	93,37	3482	42,44	0,171
4759	94,30	3702	40,42	0,178
4760	93,59	3495	39,94	0,184
5000	93,85	3920	41,00	0,174
5000	93,90	3494	39,65	0,180
5050	94,18	3499	38,89	0,183
5000	93,10	3889	34,76	0,167
5050	91,36	3615	38,42	0,154
5100	91,68	3716	35,21	0,162
5090	90,74	3493	33,08	0,141
5100	93,80	3717	32,86	0,143
5090	93,95	3515	35,93	0,153
6070	93,57	3423	48,92	0,200
6090	93,1	2465	43,02	0,214
6090	93,5	3501	55,00	0,181

Из анализа табличных данных, видно, что степень конверсии аммиака влияет на потери платиноидного катализатора, так с увеличением степени конверсии увеличиваются потери платиноидного катализатора и, наоборот, при уменьшении степени конверсии потери снижаются.

Если сравнить время пробега платиноидных сеток, то нужно отметить, что при времени пробега 3500 ч потери составляют (масс. %) – 40,23, а при 3700 ч – 41,68. Таким образом, при увеличении времени пробега платиноидных сеток увеличиваются и их потери.

Одной из важных проблем при окислении аммиака в производстве азотной кислоты является значительные потери дорогостоящего платиноидного катализатора [3, 4]. На сегодняшний день в Украине работает 32 установки по производству азотной кислоты, и их потребность в платиноидном катализаторе составляет 2,4 т в год, при этом безвозвратные потери достигают 640 кг.

Потери платиноидов имеют двойственный характер и состоят из механических потерь в форме металлической платиновой пыли и потерь в виде летучих оксидных соединений платины. Они зависят от таких факторов как: чистота смеси аммиака с воздухом (АВС), от местоположения каждой сетки в комплекте, от норм технологического режима [5, 6]: температуры, давления и др.

Так, в процессе работы под воздействием высокой температуры, реакционной среды, в результате присутствия различных примесей в воздухе (особенно железа, кремния) и других факторов, катализаторные сетки видоизменяются, наблюдается утоньшения и разрыхления нитей, постепенное их разрушение с образованием потерь.

В процессе эксплуатации установок по производству азотной кислоты под давлением 0,716 МПа было установлено, что внутренняя поверхность котла-утилизатора, окислителя, абсорбционной колонны покрыта очень мелким налетом, который содержит в себе металлы платиновой группы.

На рисунке приведены данные по распределению потерь металлов платиновой группы по технологической схеме производства неконцентрированной азотной кислоты в агрегатах УКЛ.

Видно, что наибольшее количество платиноидов осаждается (масс. %): в котле-утилизаторе до 29,5; окислителе 19,8; абсорбционной колонне 20,3, а также небольшое количество металлов платиновой группы до 5% осаждается на складе продукционной кислоты.

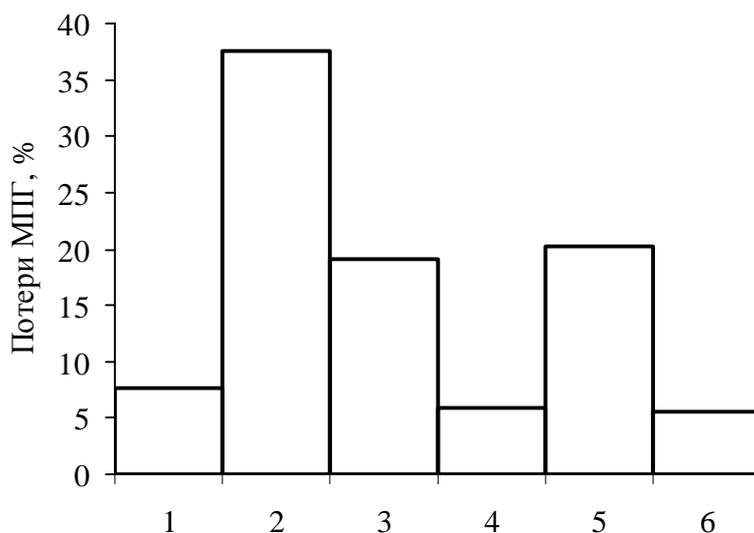


Рисунок – Распределение потерь металлов платиновой группы по технологической схеме:

- 1 – контактный аппарат, 2 – котел-утилизатор, 3 – окислитель,
 4 – подогреватель хвостовых газов, 5 – абсорбционная колонна,
 6 – склад продукционной кислоты

Таким образом, приведенные данные по распределению металлов платиновой группы дают практически полную картину их осаждения по аппаратам агрегата УКЛ -7.

Поскольку цена платины на сегодняшний день уже достигла 35 долларов США за один грамм и наблюдается тенденция к ее росту, поэтому дальнейшие исследования, которые направлены на экономию платиноидов, снижение их потерь и утилизацию шламов содержащих металлы платиновой группы, являются актуальными и своевременными.

Список литературы: 1. *Атрощенко В.И. и др.* Технология связанного азота. – К: Вища школа, 1985. – 327 с. 2. *Атрощенко В.И., Алексеев А.М., Засорин А.П.* Технология азотной кислоты. – К.: Вища школа, 1985. – 435 с. 3. *Караваев М.М., Засорин А.П., Клещев Н.Ф.* Каталитическое окисление аммиака. – М.: Химия, 1983. – 286 с. 4. *Атрощенко В.И., Лобойко А.Я., Седашева Е.Г. и др.* Улавливание платиноидного катализатора, теряемого при окислении аммиака – Изв. вузов. Химия и хим. технология, 1974. – №17. – Вып. 10. – С. 1587 – 1589. 5. *Савенков А.С., Иванов В.В., Шаповал Л.Г.* Влияние реакционной среды на потери платиноидов в процессе окисления аммиака // Труды Международной конференции «БРМ - 94». – Донецк, 1994. – С. 37. 6. *Бруштейн Е.А., Яценко А.В., Головня Е.В.* Влияние технологических параметров на эффективность работы систем для улавливания платиноидов в агрегатах азотной кислоты УКЛ-7 // Труды Международной научно – технической конференции по катализу «Укркатализ-V». – К, 2006. – С. 215.

Поступила в редколлегию 3.04.08