

## РЕГЕНЕРАЦИЯ ОТХОДОВ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ

Описаны способы регенерации отходов твердых сплавов, нашедшие практическое применение в промышленности.

Дефицит вольфрама и кобальта, высокие цены на них вызывают потребность в повторном использовании (регенерации) отходов изношенных твердосплавных режущих инструментов. Для решения этой задачи предложено большое количество способов [1]. Однако в промышленности практическое применение получили лишь некоторые из них.

**Традиционная схема** переработки вольфрамосодержащего сырья состоит в сплавлении кусковых отходов твердых сплавов с селитрой при температуре 800...900 °С, происходящем в течение одного часа [2]. Расплав измельчают и выщелачивают водой, отделяя фильтрацией раствор вольфрамата натрия от осадка, который содержит окись кобальта. Затем из раствора, очищенного от кремния, осаждают искусственный шеелит, из которого получают паравольфрамат аммония. Последний подвергают термическому разложению, в результате чего получается чистая окись вольфрама. Ее восстанавливают в водороде до чистого вольфрама. Затем порошок вольфрама смешивают с сажей и в специальных термических печах при температуре 1700...1800 °С подвергают карбидизации. Полученный карбид вольфрама размалывают, смешивают в необходимом количестве с кобальтом и вновь размалывают. После этого смесь готова к использованию.

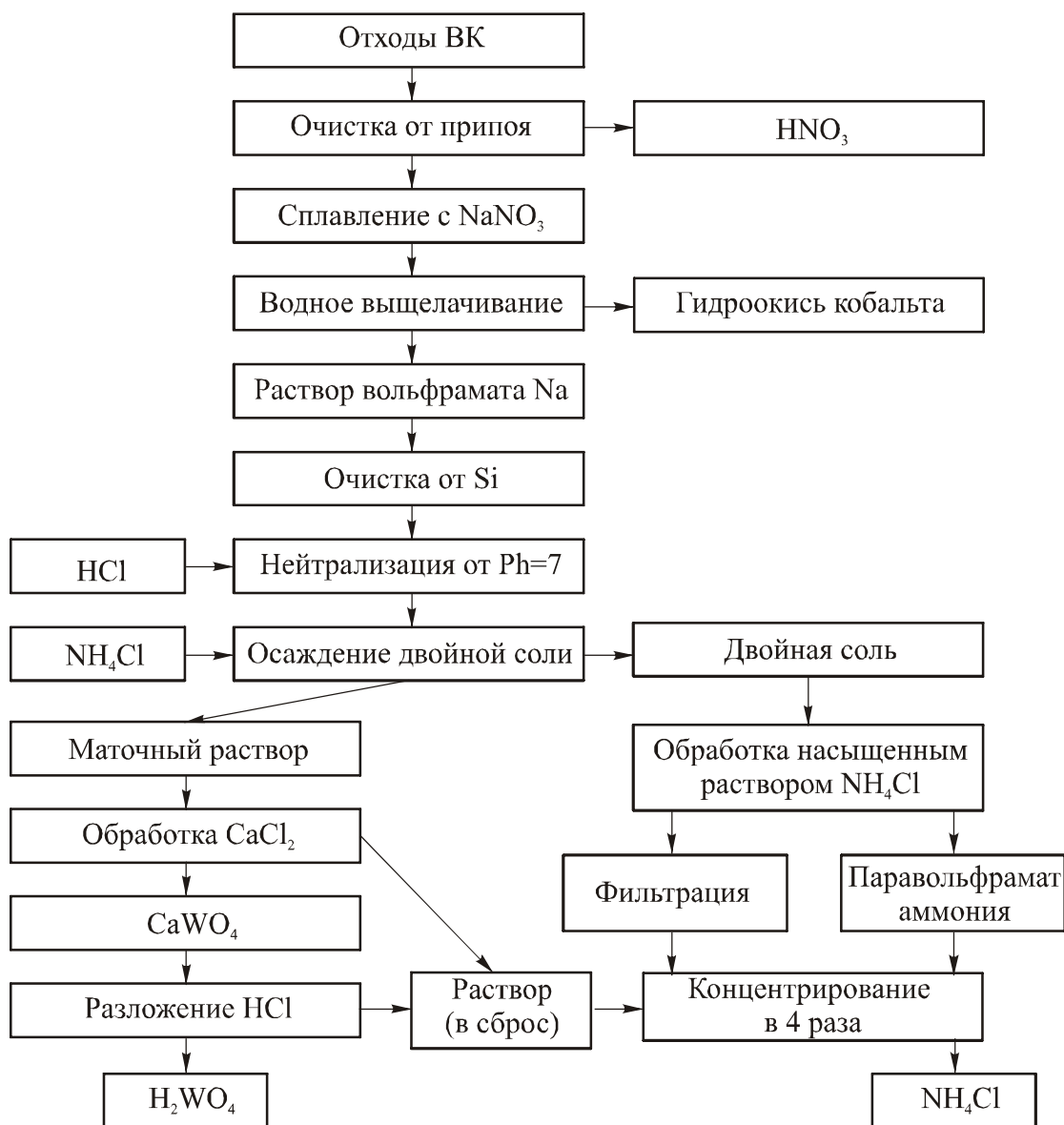


Рис. 1. Схема переработки отходов твердого сплава сплавлением с селитрой

Применяют и несколько иную схему регенерации твердых сплавов, используя для выделения из раствора соединений вольфрама осаждение так называемой «двойной» соли (рис. 1) [2].

**Цинковый метод** основан на разрушении твердого сплава в результате разрушения кобальтовой связи при его контакте с расплавленным цинком [3]. После отгонки цинка остаются хрупкий карбид и кобальт, которые легко измельчаются в порошок, пригодный для производства твердосплавных изделий. Особенность регенерированной смеси – более совершенная структура

карбида вольфрама, перекристаллизованного в результате жидкофазного спекания в процессе получения твердого сплава. При выдержке твердого сплава под слоем жидкого цинка последний взаимодействует с кобальтовой связкой, а карбид вольфрама сохраняет структуру, приобретенную в результате жидкофазного спекания.

**Способ окисления твердых сплавов** в воздушной среде с последующей обработкой щелочью в автоклаве (США) [2]. Раствор вольфрамата натрия отделяют от осадка, который содержит тяжелые металлы (Co, Fe и др.) и перерабатывают по стандартной технологии. Отходы карбида вольфрама отжигают на воздухе. Затем прокаленный и окисленный материал измельчают и разлагают раствором щелочи.

**Способ хлорирования отходов твердых сплавов** (фирмы *Axel Johnson* (США)) [2]. Осуществляется при температуре 900...1000 °С (рис. 2).

В системе конденсации хлориды разделяются: в первом конденсаторе осаждается  $\text{CCl}_2$ , во втором конденсаторе осаждается все другие хлориды, за исключением  $\text{TiCl}_4$ , который осаждается в третьем конденсаторе.

Газы, содержащие, в основном, хлор и закись углерода, орошают раствором щелочи, после чего удаляют в атмосферу. Хлориды, собранные в другом конденсаторе, разделяют в дистилляционной колонке. В кубическом остатке получают  $\text{WC}_{16}$ . Восстановление гексахлорида вольфрама водородом проводят в газовой фазе. Контроль и управление процессом осуществляется с помощью персонального компьютера.

**NR-процесс** – экологически чистая технология переработки вольфрамсодержащих отходов. Суть процесса состоит в следующем [4].

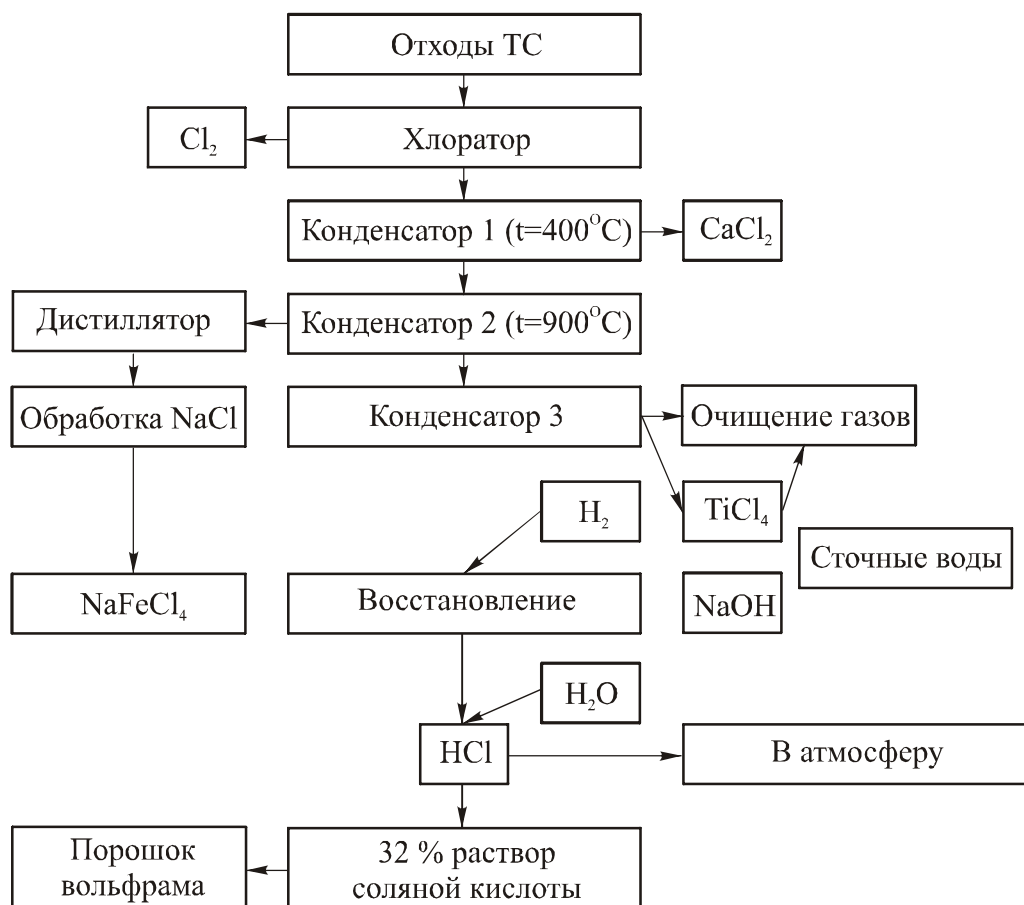


Рис. 2. Схема получения порошка вольфрама из отходов твердого сплава по способу фирмы *Axel Johnson*

Кусковые отходы твердого сплава после очистки от СОЖ и масла подвергают окислению в атмосфере воздуха в обычных термических печах. В результате образуется смесь оксидов вольфрама  $WO_3$  и комплексного вольфрамокобальтового оксида  $CoWO_4$ . Соотношение этих оксидов определяется маркой исходного материала.

Дробление цельного куска происходит из-за значительного увеличения объема металла (примерно в 3 раза) в процессе окисления. Полученный порошок после небольшого размола (усреднения) в мельнице или атриторе и просева в вибросите, для получения определенного фракционного состава помещают в муфель шахтной термической печи, где выдерживают и перемешивают при температуре не более  $950\text{ }^\circ\text{C}$  в атмосфере эндогаза или

диссоциированного аммиака с добавками природного газа. В результате в едином технологическом цикле происходит восстановление оксидов до чистых металлов и образование карбида вольфрама. После охлаждения этот порошок извлекают и вновь кратковременно размалывают для усреднения размера. Далее он готов к употреблению в производстве твердосплавных изделий.

Следует отметить, что конструкция специализированной печи для осуществления операции восстановления – карбидизации – разработана фирмой *Kremer* (Германия). В ней процесс протекает при постоянном перемешивании порошковых продуктов и подаче газовой смеси непосредственно в реакционную зону. Производительность печи – до 8...10 тонн карбидизированного продукта в год.

Удельные расходы энергоресурсов составляют примерно:

- технологический газ – 10 Нм<sup>3</sup>/кг;
- природный газ – 0,7...1,0 Нм<sup>3</sup>/кг;
- электроэнергия – 25 кВт/кг;
- обратная вода – 1,0...1,2 м<sup>3</sup>/кг.

Режущие инструменты, полученные из этого порошка, по своим эксплуатационным характеристикам не уступают инструментам, полученным из стандартного порошка.

#### Библиографический список

1. Панов В.С., Чувиллин А.М., Фальковский В.А. Технология и свойства спекания твердых сплавов и изделий из них. –М.:МИСИС, 2004. – 463 с.
2. Борисов А.А., Боровский Г.В. и др. Производство и эксплуатация режущего инструмента. –М.: ИТО. –2011. –104 с.
3. Зеликман А.Н., Каспарова Т.В., Биндер С.И. Получение твердых сплавов из регенерированных смесей WC-Co, полученных из кусковых

отходов цинковым методом // Цветные металлы. –1993. –№ 1. –С. 47-49.

4. Борд Н.Ю., Королевич С.В., Хоняк К.В. Новая технология переработки твердых и тяжелых сплавов // Инструмент. –1997. –№ 6. –С. 10.