

УДК 621.9

Ю. Д. ЧЕРНЯКОВ

А. Н. ЖИГАЛОВ, *д-р техн. наук, доц.*

И. В. КУБРАКОВ

Институт технологии металлов НАН Беларуси (Могилев, Беларусь)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕПАРАФИНИЗАЦИИ В ВАКУУМНОЙ ПЕЧИ ЗА ОДИН ЦИКЛ С ПРОЦЕССОМ СПЕКАНИЯ

Аннотация

Процесс спекания условно делят на депарафинизацию и непосредственно спекание. Депарафинизацию часто выделяют как собственный цикл, однако существуют методы проведения депарафинизации и спекания в одной камере печи. На базе Института технологии металлов НАН Беларуси установлено современное и уникальное оборудование, способное проводить оба процесса в одной камере и получать высокоэффективный твердосплавный инструмент.

Ключевые слова:

твердый сплав, депарафинизация, спекание.

Спекание – процесс получения твёрдосплавных изделий с заданными характеристиками. Условно процесс спекания делят на процесс депарафинизации и непосредственного спекания. Депарафинизация – удаление связывающего материала (парафина), проводимое на низких температурах (650 °С...720 °С), а непосредственно спекание – окончательный процесс, проводимый на высоких температурах (1350 °С...1500 °С) [1].

Депарафинизацию часто выделяют как собственный цикл, который проводится в отдельной камере. Однако такой технологический прием достаточно времязатратный, т. к. требует охлаждения твердого сплава по окончании депарафинизации и последующего нагрева до температуры начала процесса спекания [2].

Проблема проведения депарафинизации связана с тем, что продукты сгорания парафина быстро диффундируют через нагреватели и теплоизоляцию и оседают на стенках камеры, которые оснащают водяным контуром, вследствие чего парафин стекает в специальный резервуар [3]. Однако такая система не позволяет полностью избавиться от парафина и требует постоянной очистки камеры и резервуара.

Процесс депарафинизации занимает в сумме 7...8 ч, затрачивая большое количество энергии (для нагревания и циркулирования воды для охлаждения). Для процесса спекания требуется или очистка камеры от парафина, или наличие дополнительной камеры.

Такая классическая технология спекания приводит к значительному удорожанию процесса спекания твердого сплава.

В ИТМ НАН Беларуси разработана, совместно с китайским производителем, и используется технология спекания твердого сплава за один цикл (рис. 1).



Рис. 1. Вакуумная печь для спекания твердого сплава

Вакуумная система печи состоит из роторно-пластинчатого насоса (обеспечивает степень вакуума $1 \cdot 10^{-1}$ Па), насоса Рутса (обеспечивает степень вакуума $1 \cdot 10^{-2}$ Па) и диффузионного насоса (обеспечивает степень вакуума $1 \cdot 10^{-3}$ Па). Схематичное расположение вакуумной системы представлено на рис. 2.

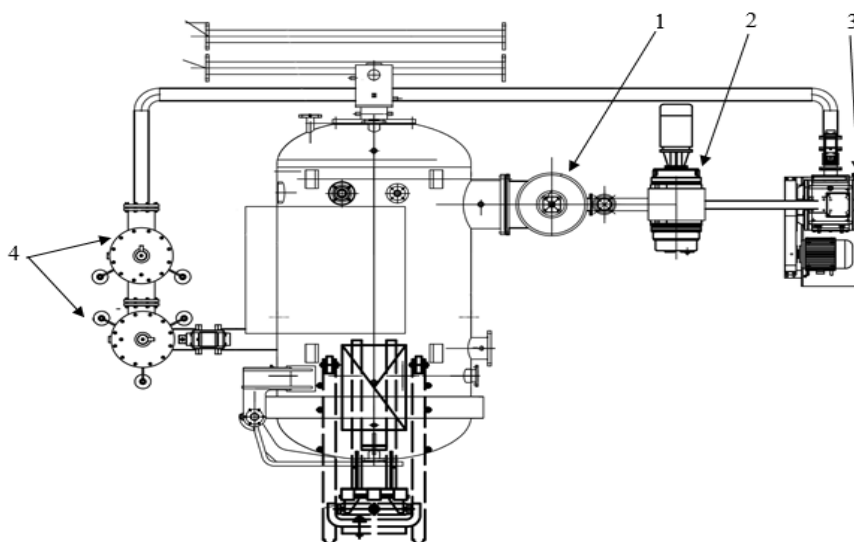


Рис. 2. Схематичное расположение систем вакуумной печи: 1 – роторно-пластинчатый насос; 2 – насос Рутса; 3 – диффузионный насос; 4 – ловушки для парафина

Для спекания приемлемой степенью вакуума, для полного протекания всех процессов, является $6 \cdot 10^{-3}$ Па. В то же время для процесса депарафинизации необходимость в глубоком вакууме отсутствует [4]. Роторно-пластинчатый насос способен обеспечить при полной загрузке вакуум степенью $1 \cdot 10^{-1}$ Па, что достаточно для предотвращения окисления графитовых нагревателей (не выше 50 Па) и обеспечивает полное протекание процессов депарафинизации.

Технологическая реализация процесса депарафинизации на вакуумных печах, установленных на базе ИТМ НАН Беларуси, связана с наличием реторты, которая не позволяет оседать продуктам сгорания парафина на стенках камеры путем постоянной откачки газов в ловушки для парафина (см. рис. 2). Откачка вакуума при использовании ловушек реализуется роторно-пластинчатым насосом по отдельной линии, что препятствует загрязнению вакуумной системы. Наличие водного контура ловушек парафина позволяет улавливать и скапливать продукты сгорания парафина в процессе депарафинизации путем циркуляции холодной воды, а при необходимости в водный контур подается горячая вода, что позволяет быстро и практически полностью удалить парафин из ловушек за короткий промежуток времени.

Депарафинизация и переход к процессу спекания на данной установке осуществляются следующим образом: спрессованные твердосплавные заготовки загружаются в печь, закрывается стопорное кольцо, включается роторно-пластинчатый насос, открываются клапаны ловушек парафина и происходит нагрев со скоростью 2...4 °С/мин. Данная скорость нагрева необходима для предотвращения растрескивания твердого сплава в результате выхода паров парафина во время процесса депарафинизации. При достижении температуры окончания депарафинизации 650 °С...720 °С устанавливается выдержка нагрева печи, для чего производят закрытие ловушек парафина и открытие основной линии вакуумной системы, включение насоса Рутса и начало нагрева масла диффузионного насоса. Окончание выдержки сопровождается нагревом масла диффузионного насоса до температуры 262 °С и открытием клапана глубокого вакуума.

Институтом технологии металлов НАН Беларуси разработана технологическая схема спекания высокоэффективных твердосплавных пластин PNEA-110408 ВУТС составом Т5К10, работающих в условиях прерывистого резания.

Проведен сравнительный анализ износостойкости твердосплавных пластин PNEA 110408 ВУТС со сторонним производителем PNEA 110408. Режимы испытания при фрезеровании следующие: глубина резания $t = 1,5$ мм; подача $S = 0,15$ мм/зуб; скорость резания $V = 110$ м/мин; обрабатываемый материал – ВЧ50. В результате получены данные, представленные на рис. 3.

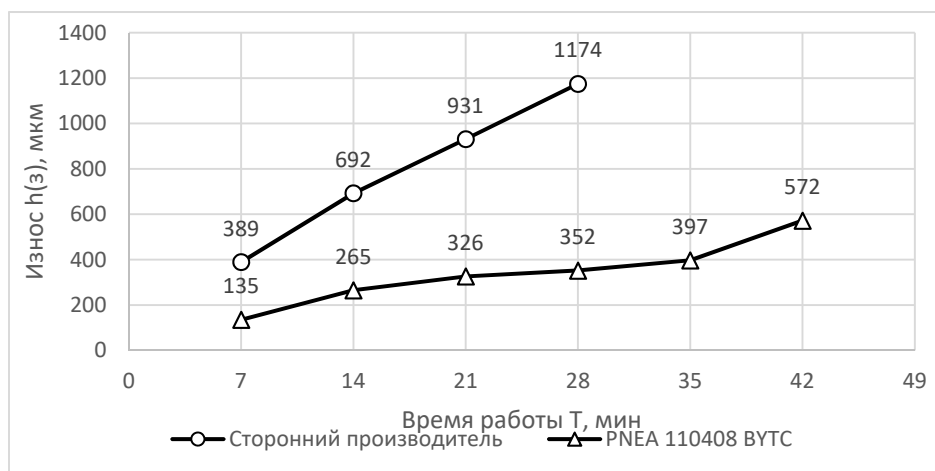


Рис. 3. Результаты исследования износа твердосплавных пластин PNEA 110408 ВУТС и стороннего производителя

Как видно из рис. 3, к 28 мин испытания пластины PNEA 110408 ВУТС, в сравнении со сторонним производителем, износ в 3,3 раза меньше, что говорит о том, что пластины PNEA 110408 ВУТС обладают большей износостойкостью в условиях прерывистого резания.

Современное и уникальное оборудование, используемое на базе Института технологии металлов НАН Беларуси, способное проводить депарафинизацию и спекание в одной камере за один цикл, позволило значительно сократить время на производство твердосплавной продукции (в 1,5–2 раза), а разработанная технология спекания – получить высокоэффективные твердосплавные пластины PNEA 110408 ВУТС, работающие в условиях прерывистого резания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Жигалов, А. Н.** Теоретические и технологические основы аэродинамического звукового упрочнения твердосплавного инструмента для процессов прерывистого резания: дис. ... д-ра техн. наук / А. Н. Жигалов. – Минск, 2021.

2. **Черняков, Ю. Д.** Анализ влияния режимов спекания твердого сплава на физико-механические свойства и структурное состояние / Ю. Д. Черняков // Инженерное и экономическое обеспечение деятельности транспорта и машиностроения: сб. материалов VII Междунар. науч. конф. молодых ученых, Гродно, 12 мая 2023 г. – Гродно: ГрГУ им. Янки Купалы, 2023. – С. 115–121.

3. **Капров, А. М.** Вакуумные технологии удаления связки и спекания керамических и металлических материалов / А. М. Капров, Е. В. Вальков, S. K. Robinson // Вакуумная техника, материалы и технология: материалы IX Междунар. науч.-техн. конф. – Москва: Сокольники, 2014. – С. 109–119.

4. **Третьяков, В. И.** Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов / В. И. Третьяков. – Москва, 1976. – 264 с.

Контакты:

yuchi.osn@gmail.com (Черняков Юрий Дмитриевич);

jigalov6@mail.ru (Жигалов Анатолий Николаевич);

riv20000@gmail.com (Кубраков Илья Владимирович).

Y. D. CHERNYAKOV, A. N. ZHIGALOV, I. V. KUBRAKOV

TECHNOLOGICAL FEATURES OF DEWAXING IN A VACUUM FURNACE IN ONE CYCLE WITH THE SINTERING PROCESS

Abstract

The sintering process is conditionally divided into dewaxing and sintering directly. Dewaxing is often distinguished as its own cycle, however, there are methods of dewaxing and sintering in one furnace chamber. The Institute of Metal Technology of the National Academy of Sciences of Belarus has installed modern and unique equipment capable of carrying out both processes in one chamber and producing highly efficient carbide tools.

Keywords:

hard alloy, dewaxing, sintering.