

Р. М. Мухаметов, Л. М. Железняк

Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

mukhametov.rodion@yandex.ru

Научный руководитель – доц. кафедры ОМД Л. М. Железняк

ОСОБЕННОСТИ ПРЕССОВАНИЯ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ СПЛАВОВ

АННОТАЦИЯ

В работе представлены общие сведения о никеле и его сплавах, краткие сведения о прессовании никелевых сплавов.

Ключевые слова: никель, прессование.

ABSTRACT

In work is present an overview about of nickel and its alloys, a summary of the pressure of nickel alloys.

Key words: nickel, pressure.

Никель (Ni) – (Niccolum) – химический элемент с атомным номером 28 в периодической системе, ковкий и пластичный металл. Имеет серебристый цвет с желтоватым оттенком, хорошо полируется, притягивается магнитом. Плотность никеля составляет $8,902 \text{ г/см}^3$, температура плавления $t_{\text{пл.}} = 1453 \text{ }^\circ\text{C}$, температура кипения $t_{\text{кип.}} = 2730\text{--}2915 \text{ }^\circ\text{C}$, он является ферромагнетиком, точка Кюри около $358 \text{ }^\circ\text{C}$. На воздухе компактный никель стабилен. Поверхность никеля покрыта тонкой пленкой оксида NiO, которая надежно предохраняет металл от дальнейшего окисления. Способность никеля растворять в себе значительное количество других металлов и сохранять при этом пластичность позволила создать большое число никелевых сплавов [1]. Их полезные свойства во многом обусловлены свойствами самого никеля. Это ферромагнетизм [2], высокая коррозионная стойкость, отсутствие аллотропических превращений.

Исследования деформируемости никелевых сплавов при нагреве показывают высокие характеристики их пластичности при температурах выше $700 \text{ }^\circ\text{C}$. Никелевые сплавы обладают широким интервалом пластичности от 850 до $1100 \text{ }^\circ\text{C}$. Более узким интервалом следует считать $950\text{--}1100 \text{ }^\circ\text{C}$, в котором никелевые сплавы показывают наиболее высокие пластические свойства [3].

Таким образом, широкий температурный интервал пластичности обуславливает и широкий температурный интервал прессования. Нагрев

заготовок из никелевых сплавов должен быть равномерным, т. е. перепад температур по сечению и длине не должен превышать 40–50 °С. Температурный интервал нагрева заготовок никелевых сплавов при наличии пресса, развивающего высокие удельные давления (до 350 МПа), следует устанавливать в пределах 800–850 °С. Обычно применяемые скорости прессования никелевых сплавов находятся в пределах 100–250 мм/с. Скорость прессования толстостенных профилей выбирается в зависимости от коэффициента вытяжки и должна обеспечить равномерное покрытие профиля стеклом оплавливающейся шайбы, установленной между торцом заготовки и пресс-шайбой (способ Сежурне) [5]. Как установлено в работе [6], даже при прессовании медно-цинковых сплавов температура нагрева инструмента при цикле обработки около 1 минуты постепенно возрастает до опасных пределов, соизмеримых с температурой отпуска жаропрочных сталей. Поэтому для прессования сплавов с повышенным содержанием никеля приходится использовать инструмент из более жаропрочных материалов, например, из нимоников. При прессовании никелевых сплавов технологами предложено применять разъемный вариант контейнера [7; 8].

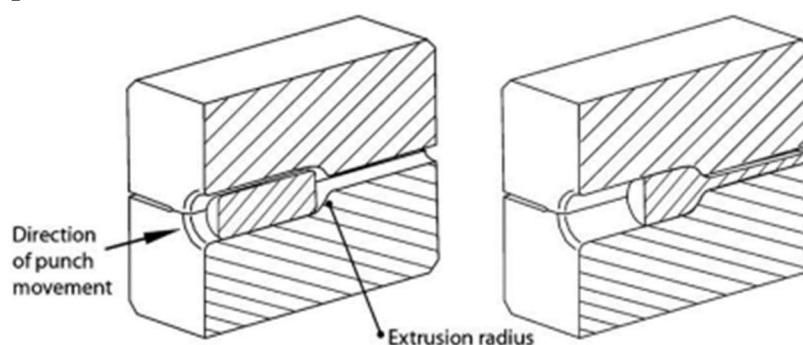


Рис. 1. Схема прессования в разъемном контейнере [7]

Скорость деформации никелевых сплавов выдерживают в интервале 0,1–10 с⁻¹ при температуре 900–1100 °С. На кривых течения сплава НМЖМц 28-2,5-1,5 (рис. 2) [4] видно, что в интервале температур 850–1050 °С при скоростях деформации 0,1–2,5 с⁻¹ проявляется «горячий наклеп».

Что интересно, при повышении содержания никеля в сплавах возрастает сопротивление деформации, а увеличение степени деформации приводит к снижению коэффициента деформационного упрочнения. Также необходимо отметить влияние скорости деформации на уровень кривых упрочнения (рис. 2). При повышении температурного интервала (начиная с 1000 °С) кривые течения при скорости деформации 2,5 с⁻¹ проходят ниже кривых упрочнения при скорости деформации 0,5 с⁻¹. В интервале температур 850–950 °С и при скорости деформации 2,5 с⁻¹ кривые упрочнения проходят ниже, чем при скоростях деформации 0,1 с⁻¹ и 0,5 с⁻¹. Из этого можно сделать вывод, что повышение скорости деформации до 2,5 с⁻¹ в этом температурном интервале позволит не только сократить длительность цикла прессования, но и заметно снизить требуемое усилие.

Более того, при температуре 950 °С и при $\bar{\epsilon} \geq 1,0$ для скорости деформации 2,5 с⁻¹ наблюдается стадия установившейся траектории кривой.

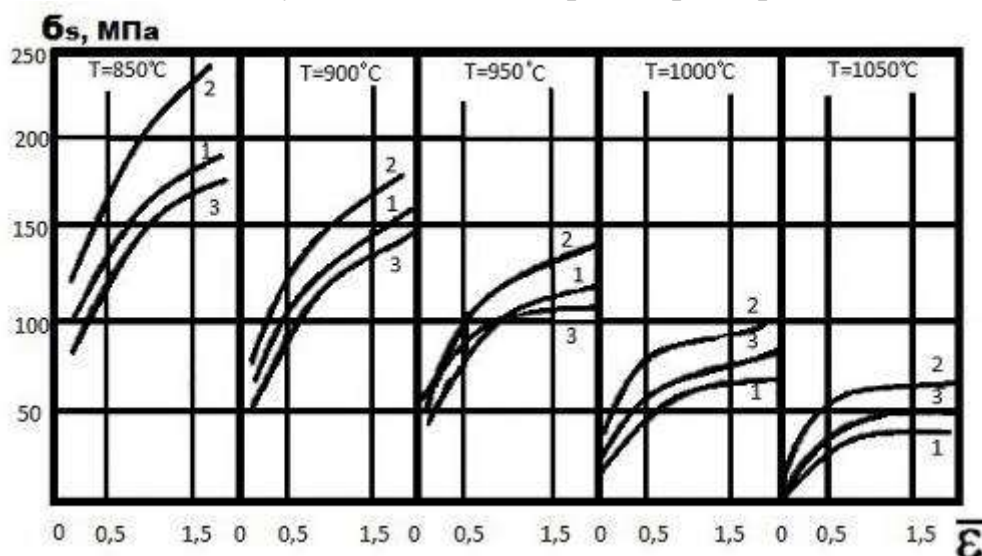


Рис. 2. Соппротивление деформации сплава НМЖМц 28-2,5-1,5 при скорости деформации, с⁻¹: 1–0,1; 2–0,5; 3–2,5

ЛИТЕРАТУРА

1. Шлямнев А. П. Коррозионностойкие, жаропрочные и высокопрочные стали и сплавы / А. П. Шлямнев. – М.: Интернет инжиниринг, 2000. – 302 с.
2. Бозорт Р. Ферромагнетизм / Р. Бозорт. Пер. с англ. – М.: Металлургия, 1956. – 234 с.
3. Химушкин Ф. Ф. Жаропрочные стали и сплав / Ф. Ф. Химушкин. – 2-е изд. – М.: Металлургия, 1969. – 89 с.
4. Старостин Ю. С. Инновационные технологии на основе прессования / Ю. С. Старостин. – Самара: Металлургия, 2007. – 64 с.
5. Логинов Ю. Н. Технология прессования и листовой прокатки специальных сплавов в решениях задач: учебное пособие / Ю. Н. Логинов, С. П. Буркин. – Екатеринбург: УГТУ, 2004. – 120 с.
6. Логинов Ю. Н. Изменение температуры инструмента при горячем прессовании прутков из меди и латуни / Ю. Н. Логинов, А. П. Семенов // Кузнечно-штамповочное производство. – № 4. – 2006. – С. 10–13.
7. Identifying the dominant failure mode in the hot extrusion tooling used to forge nickel based superalloy / M. J. Anderson, K. McGuire, R. C. Zante, W. J. Ion, A. Rosochowski, J. W. Brooks // Journal of Materials Processing Technology. – 2013. – V. 213. – Iss. 1. – P. 111–119.
8. Буркин С. П. Непрерывное прессование заготовок через разъемный контейнер / С. П. Буркин, Ю. Н. Логинов // Известия высших учебных заведений. Серия «Черная металлургия». – № 10. – 1997. – С. 40–45.