

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО МЕТОДА ПРОТИВОФЛОКЕННОЙ ОБРАБОТКИ ПОКОВОК В ТЕРМОСЕ

Проект посвящён разработке нового способа противфлокеной обработки стальных поковок, в котором резко сокращена или полностью устранена длительная энергозатратная изотермическая выдержка поковок в печах, необходимая для выделения водорода, за счёт использования регламентированного внепечного охлаждения поковок в термосах. Рассмотрены проблемы теплообмена и диффузионного выделения водорода при выдержке поковок в термосе, чтобы обеспечить такие условия охлаждения, которые надёжно предотвращают образование флокенов.

Руководитель проекта - д.ф.-м.н. Д. А. Мирзаев

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка нового способа термической обработки поковок, при котором выделение водорода происходит не в печи, а во время замедленного охлаждения поковок в теплоизолированных колпаках — термосах

ПУБЛИКАЦИИ

1 кандидатская диссертация

1 патент

4 научных доклада

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

2 статьи в Web of Science

5 статей в РИНЦ

Водород попадает в сталь в количествах до 0,0015 % из окружающей атмосферы при выплавке. После кристаллизации водород вынужденно остаётся в твёрдой стали, а его растворимость существенно уменьшается с понижением температуры. Поэтому водород стремится выделиться в любую микропору, создавая в ней гигантское давление газообразного H_2 . Ниже 200 °С это приводит к образованию и росту флокенов — трещин, заполненных водородом. Чтобы избежать такого неисправимого брака, крупные много-тонные поковки приходится выдерживать в печах при 680–700 °С от 40 до 150 часов (в зависимости от диаметра) для диффузионного выделения водорода в атмосферу, пока концентрация водорода не снизится до безопасной (~0,0002 %).

Общая проблема металлургических предприятий, которые производят крупные (диаметром 500 и более мм) стальные поковки — это большие затраты труда персонала и топлива или электроэнергии для печей, в которых поковки проходят отжиг. Ещё более важно и то, что операция отжига из-за хронической нехватки печей является узким местом процесса производства поковок, сдерживающим производительность кузнечно-прессовых цехов.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

1. Решена диффузионная задача о выделении водорода в условиях охлаждения поковок в термосе с заданной постоянной скоростью w (5–20 °С/час). Решение позволило создать компьютерную программу, точно предсказывающую:

- на сколько часов $t_{экв}$ можно сократить изотермический отжиг в печи, если после него охлаждать поковку в термосе со скоростью w ;
- какой должна быть скорость охлаждения, чтобы готовую поковку после горячей деформации можно было охлаждать только в термосе без риска получения флокенов.

2. Получено решение теплофизической задачи расчёта эффективного коэффициента теплообмена $\alpha_{эфф}$ между остывающими поковками и атмосферой цеха, величина которого зависит от нескольких коэффициентов теплопроводности и теплообмена, а также конструктивных и геометрических параметров термоса. Знание $\alpha_{эфф}$ чрезвычайно важно при проектировании термоса, чтобы обеспечить заданную скорость охлаждения в нём.

3. Работа успешно внедрена на ОАО "Уральская кузница" (г. Челябинск).





Рис. 1. Термосы в кузнечном цехе ОАО «Уральская кузница»

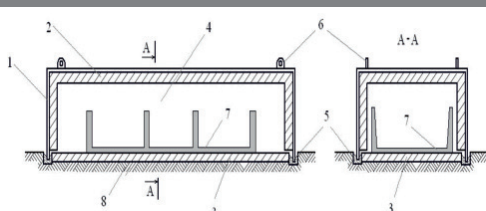


Рис. 2. Устройство термоса, используемого на ОАО «Уральская кузница»

- 1 – стальной корпус;
- 2 – теплоизолирующий материал;
- 3 – футерованный пол;
- 4 – рабочее пространство;
- 5 – песочный затвор;
- 6 – проушины для захвата и перемещения колпака;
- 7 – бугели;
- 8 – фундамент цеха

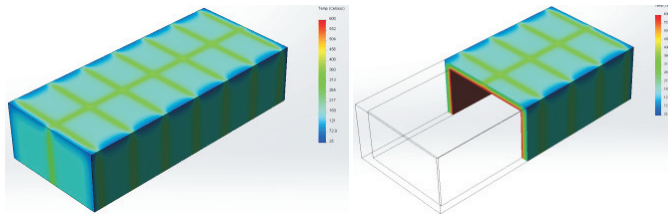


Рис. 3. Распределение температур внутри термоса при охлаждении поковок

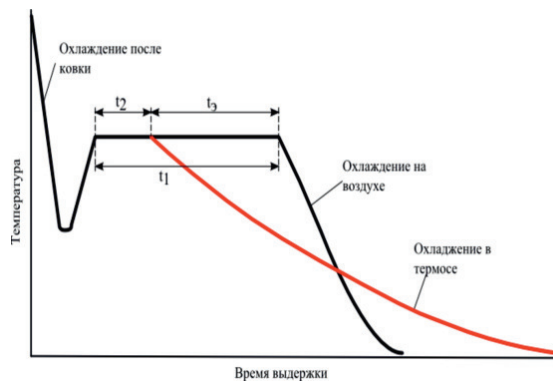


Рис. 4. Старый и новый режимы термической обработки поковок

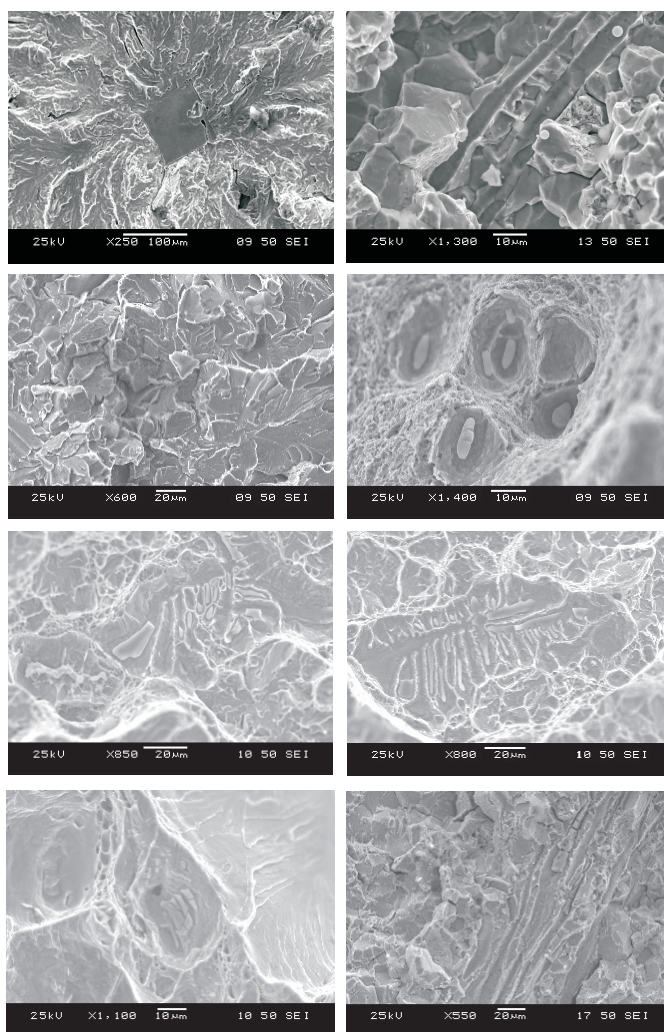


Рис. 5. Фотографии центральной части флокенов, сделанные в сканирующем электронном микроскопе

