

2. Для больших диаметров волочения вращение волок позволяет существенно снизить температуру контактной поверхности, при этом снижение усилия волочения незначительно.

3. Наибольший интерес применение вращения волок с частотами 100–500 об/мин может представлять для снижения температуры поверхности проволоки при волочении из высокоуглеродистых кордовых сталей для предотвращения самоотпуска.

4. Наибольший интерес применение вращения волок с частотами 100–500 об/мин может представлять для снижения температуры поверхности проволоки при волочении из высокоуглеродистых кордовых сталей для предотвращения самоотпуска.

5. Применение вращающихся волок для снижения усилия волочения малоперспективно из-за необходимости вращаться на высоких (более 3000 об/мин) оборотах.

#### Литература

1. Астапенко, И. В. Оборудование волочильных и канатных цехов : пособие по курсу «Оборудование метизных цехов» для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» направления специальности 1-42 01 01-02 «Металлургическое производство и материалобработка (материалобработка)» специализации 1-42 01 01-02 01 «Обработка материалов давлением» днев. и заоч. форм обучения / И. В. Астапенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – 55 с.
2. Применение вращающейся волоки в метизном производстве РУП «Речицкий метизный завод» / В. И. Тимошпольский [и др.] // Литье и металлургия. – 2006. – № 2-2 (38).

### **ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ГОМОГЕНИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ПОДШИПНИКОВЫХ МАРОК СТАЛЕЙ НА УРОВЕНЬ КАРБИДНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПРИ ГОРЯЧЕЙ СОРТОВОЙ ПРОКАТКЕ**

**С. А. Савченко**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель И. В. Астапенко

Цель работы – определить оптимальные технологические режимы гомогенизирующего отжига непрерывнолитых заготовок (НЛЗ) на качество структуры готового проката из ШХ-сталей.

Предметом исследования в работе является технологический процесс высокотемпературного отжига с последующим прокатом подшипниковых сталей в условиях стана 370/150 СПЦ-2 ОАО «БМЗ» для устранения карбидной ликвации.

Как известно, методы устранения карбидной ликвации лежат в основе технологии выплавки и разливки, в прокатном же производстве и при термообработке возможна лишь минимизация негативных факторов, влияющих на потребительские свойства подшипников. Основным мероприятием в прокатном производстве, направленным на уменьшение карбидной ликвации, является создание условий для диффузии – равномерное распределение атомов карбида железа по всему объему заготовки [1]–[4]. Равномерное распределение атомов карбида железа достигается при гомогенизирующем (диффузионном) отжиге. Гомогенизирующий отжиг проводят на слитках и непрерывнолитых заготовках при высоких температурах (около 1100–1200 °С), так как в этом случае более полно протекают диффузионные процессы, обеспечивающие выравнивание химического состава по всему объему металла [5]–[8].

Для отработки технологии гомогенизирующего отжига было выбрано два основных маршрута: маршрут 1 – отжиг на стане 850; маршрут 2 – отжиг на стане 370/150 (табл. 1) [9]–[11].

Таблица 1

**Температурный режим в нагревательных печах станов 850 и 370/150**

Размер НЛЗ, мм	Температура в печи стана 850 по зонам, °С						
	1, 2	3	4	5	6		
250×300×2900±5500	1100–1190	1100–1190	1100–1190	1100–1190	1100–1190		
<i>Примечания: 1. Продолжительность нагрева НЛЗ в печи не менее 10 ч. – 2. Соотношение расхода газа и воздуха устанавливается в диапазоне от (1 : 9,5) до (1 : 10,5).</i>							
Температура в печи стана 370/150 по зонам (НЛЗ 250 × 300 × 2900±5900 мм), °С							
Верхняя зона предварительного нагрева 1	Нижняя зона предварительного нагрева 2	Верхняя зона основного нагрева 3	Нижняя зона основного нагрева 4	Верхняя левая зона томления	Верхняя центральная зона томления 6	Верхняя правая зона томления 7	Нижняя торцевая зона томления 8
<i>Примечания: 1. Минимальное время нагрева 500 мин в зонах 3–8. – 2. Рекомендованное время нахождения блюмов по зонам: в зонах 3, 4 – 140 мин; в зонах 5–8 – 360 мин (контроль по системе слежения).</i>							

Основным отличием маршрута 1 от маршрута 2 является возможность планирования отжига на стане 850 малыми партиями во время технологического ремонта прокатного оборудования. При этом максимальная вместимость печи на стане 850 составляет 150 т, на стане 370/150 – 550 т. Наиболее оптимальным был признан отжиг в печах стана 850, так как работа проводилась в период планового ремонта, поэтому простои прокатных станов были сведены к минимуму. Также была отработана технология гомогенизирующего нагрева в печи стана 370/150 (рис. 1) [5].

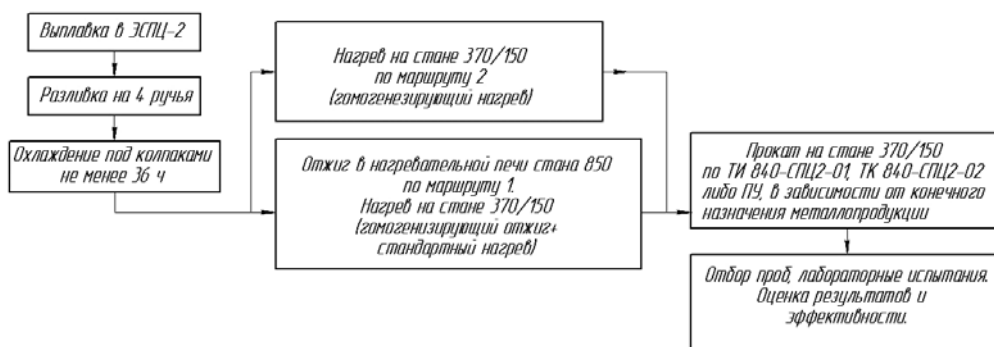


Рис. 1. Схема технологических операций производства прутка с гомогенизирующим отжигом

Главным критерием оценки эффективности принята степень влияния процесса гомогенизации на уровень карбидной неоднородности в готовом сорте CZ6 (не более 6,3) и CZ7 (не более 7,4). Результаты металлографических испытаний горячекатаного прутка, произведенного из непрерывнолитых заготовок, прошедших гомогенизацию на 850 стане и на стане 370/150, сведены в табл. 2.

## Результаты металлографических испытаний

Гомогенизирующий отжиг блюмов на стане 850			Гомогенизирующий нагрев блюмов на стане 370/150		
Профиль, мм	Карбидная ликвация сомкнутая, CZ6	Карбидная ликвация раздробленная, CZ7	Профиль, мм	Карбидная ликвация сомкнутая, CZ6	Карбидная ликвация раздробленная, CZ7
38–80	6,1–6,3	7,2–7,4	36–60	6,1–6,3	7,1–7,3

По данным табл. 2 видно, что оба варианта – термообработка малотоннажных партий 850 стана и крупнотоннажных партий стана 370/150 – позволяют достигнуть требуемые значения карбидной неоднородности на готовом прутке CZ6 не более 6,3 и CZ7 не более 7,4.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Гомогенизирующий отжиг позволяет достичь уровня карбидной сегрегации, необходимого для выполнения контрактных требований CZ6 не более 6,3 и CZ7 не более 7,4.

2. По результатам оценки эффективности внедрения гомогенизирующего отжига за период с 2017 по 2020 г. выход годной продукции в подшипниковых марках сталях, прошедших гомогенизацию, увеличился по карбидной неоднородности на 10 % с 87 % в 2017–2019 гг. до 97 % в 2019–2020 гг.

## Литература

1. Бокштейн, Б. С. Атомы блуждают по кристаллу / Б. С. Бокштейн. – М. : Наука, 1984. – 208 с.
2. Горелик, С. С. Рекристаллизация металлов и сплавов / С. С. Горелик, С. В. Добаткин, Л. М. Капуткина. – 3-е изд. – М. : Металлургия, 2005. – 432 с.
3. Чередниченко, В. С. Материаловедение / В. С. Чередниченко. – М. : Омега-Л, 2008. – 752 с.
4. Влияние факторов нагрева на формирование карбидной сетки в стали ШХ15СГ / А. Б. Стеблов [и др.] // Литье и металлургия. – 2015. – № 2 (34). – С. 77–80.
5. Оптимизация нагрева заготовок из стали ШХ15СГ перед прокаткой / А. Б. Стеблов [и др.] // Сталь. – 2005. – № 5. – С. 58–61.
6. Снижение карбидной сетки в стали ШХ15СГ / П. И. Ящерицын [и др.] // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – Минск, 2004. – Т. 48. – № 3. – С. 117–121.
7. Investigation of recovery and recrystallization during hot rolling of stainless steels with high laboratory mill / Kenzo Kato, Yoshihiro Saito, Tetsuo Sakai // Transactions ISIJ. – 1984. – Vol. 24. – P. 1050–1054.
8. Hot deformation of Austenitic stainless steel Type 316 up to strain rates of 100 s<sup>-1</sup> / J. A. DeALMEIDA and R. Barbosa // ISIJ International. – 2005. – Vol. 45, № 2. – P. 296–298.
9. Савченко, С. А. Анализ влияния деформационных параметров прокатки на качество прутка из шарикоподшипниковой стали в условиях стана 370/150 ОАО «БМЗ» / С. А. Савченко, И. В. Астапенко // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XIX Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 25–26 апр. 2019 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – С. 116–119.
10. Савченко, С. А. Совершенствование технологического процесса горячей прокатки шарикоподшипниковых сталей в условиях стана 370/150 ОАО «БМЗ» УКХ «БМК» / С. А. Савченко // Тезисы докладов 19-й Междунар. науч.-техн. конф. молодых работников «Металл 2019», Жлобин, 3–6 июля 2019 г. – Жлобин : ОАО «БМЗ» УКХ «БМК», 2019. – С. 37–38.

11. Астапенко, И. В. Анализ влияния гомогенизирующего отжига блюмов подшипниковых марок стали на качество проката / И. В. Астапенко, С. А. Савченко // Современные проблемы машиноведения : материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. 125-летию со дня рождения П. О. Сухого), Гомель, 22 окт. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – С. 100–102.

## **РАЗРАБОТКА АТЛАСА ИНДЕНТИФИКАЦИИ ТОКСИЧНЫХ И ПОЖАРООПАСНЫХ ПОЛИМЕРОВ**

**Н. Г. Малашков**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель С. Н. Бобрышева

Полимерными материалами сейчас называют все то, что является по сути высокомолекулярным веществом, но с добавками в виде стабилизаторов, смазок и пластификаторов. Иными словами пластмассы и пластик, адаптированные под современный быт и промышленность, производство полимерных изделий, как правило, базируется на таких компонентах, как полипропилены, полиамиды, поликарбонаты и полиэтилен. Все это обрабатывается специальными механизмами и машинами, а впоследствии, с помощью определенных добавок, полимерным материалам придается форма, вид и структура. Результатами такого производства активно пользуются и промышленные предприятия, и люди как в быту, так и на работе.

В пищевой промышленности использует полимеры, наверное, наиболее активно. Взять к примеру, транспортные ленты. Они позволяют сохранить цвет и вкус продуктов питания, кроме того, их плотность высока, а каррозия им не страшна. Полимерные антиадгезионные покрытия позволяют избежать налипания продуктов на металлические конструкции.

В быту мы часто сталкиваемся с такими стройматериалами, как пластик, органическое стекло, виниловые обои и трубы из полиэтилена. Все это используется как при масштабных стройках, так и при обычном ремонте в домашних условиях. Невроятное количество кухонных принадлежностей сделано из полимерных материалов.

В медицине на базе полимеров производится техника, которая позволяет изготавливать стерильную мебель или посуду, что в условиях больницы крайне важно. Кроме того, именно такие вещи принято называть устойчивыми к зараженной среде – полимер очень устойчив к атакам вирусов, тем более, что каждый из них предварительно проходит специальные тестирования.

Полимеры можно обнаружить в составе буквально каждого чистящего средства. Химические свойства находятся на очень высоком уровне и, в зависимости от выбранной пропорции, полимерный материал может превратиться как в лакокрасочное изделие, так и в стиральный порошок или моющее средство.

Распознавание пластмасс следует начать с внешнего осмотра (цвет, твердость, эластичность и т. д.). Обратите внимание на то, что образцы из полиэтилена жирны на ощупь, полупрозрачны, эластичны, механически прочны, могут иметь различную окраску. Образцы из поливинилхлорида эластичны, механически прочны, могут иметь различную окраску. Полистирольные образцы прозрачны, хрупки, различной окраски. Образцы из органического стекла прозрачны, жестки, различной окраски,