

Значение газопроницаемости при очистке огнеупорного наполнителя увеличилось незначительно (рис. 2, б), что говорит о том, что в данных песках низкая доля пылевидных фракций низкоогнеупорных примесей (водные алюмосиликаты железа и магния), а основная часть адгезированна преимущественно на поверхности зерен.

Установлено, что уменьшение количества примесей способствует снижению газотворности стержней из ХТС, выполненных с использованием всех исследуемых марок песков. Использование очищенного от легкоплавких соединений песка позволило снизить газовыделения при термической деструкции примесей на 4–18 % (рис. 2, в), в зависимости от степени загрязненности.

Проведенный анализ позволяет установить существенную зависимость прочности, газопроницаемости, газотворности литейного стержня от исходных формовочных материалов. Для стабилизированного протекания процессов механического взаимодействия расплава и литейного стержня прочность, характерная виду связующего компонента, должна соответствовать сложности и размерам внутренних полостей отливки, а гранулометрический состав огнеупорного наполнителя должен подбираться с учетом величины, характера распределения зерен песка, формы и характера поверхности частиц, наличия примесных минералов. Данный подход необходим для формирования структуры стержневой смеси, обеспечивающей стойкость к деформациям и возникновений механических напряжений при контакте с расплавом.

Л и т е р а т у р а

1. Одарченко И. Б. Роль огнеупорного наполнителя в процессах структурообразования стержневых смесей / И. Б. Одарченко, И. Н. Прусенко // Литье и металлургия. – 2-17. – № 4 (89). – С. 89–93.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СПОСОБОВ ПРЕФОРМАЦИИ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Д. В. Деревянко

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

Научные руководители: Ю. Л. Бобарикин, Ю. В. Мартьянов

Технологические свойства проволоки важны, так как позволяют увеличивать производительность волочения на промышленных предприятиях. Контроль и управление технологическими свойствами является актуальной задачей. По результатам исследований определены основные причины, влияющие на технологические свойства проволоки.

Ключевые слова: проволока, остаточные напряжения, рихтовальное устройство, преформация.

Контроль технологических свойств проволоки очень важен в современном металлургическом производстве, так как позволяет избежать брака или минимизировать его. Высокий процент брака удорожает продукцию и делает ее менее конкурентноспособной. Основным способом контроля и прогноза технологических свойств проволоки является преформация проволоки.

Под преформацией металла понимают предварительную деформацию металла перед упаковкой. Предварительная деформация предназначена либо для снижения остаточных напряжений в металле, либо для искусственного создания неравномерности деформации в металле. Под преформацией проволоки понимается предварительная деформация проволоки непосредственно перед входом в рихтовальное

устройство или в рихтовальный узел. При производстве проволоки на этапе тонкого волочения для уменьшения величины остаточных напряжений для предварительной деформации используют роликовые устройства, называемые рихтовальными. Рихтовка проволоки – это операция, выполняемая с целью повышения прямолинейности. К тонкой проволоке диаметром от 0,5 мм до нескольких миллиметров, а также к проволоке средних диаметров, от нескольких миллиметров до 10 мм, часто применяют роликовую рихтовку [1]. Роликовое рихтовальное устройство представляет собой блок роликов, через которые пропускается тонкая проволока. Применительно к тонкому волочению проволоки роликовое рихтовальное устройство может состоять из нескольких секций: секция предварительной деформации, секция знакопеременного изгиба, секция дополнительной неравномерной деформации. Роликовое рихтовальное устройство представлено на рис. 1.



Рис. 1. Роликовое рихтовальное устройство

Основное назначение преформации состоит в создании неравновесного напряженного состояния проволоки для компенсации эффекта Баушингера и компенсации влияния последующих роликов волочильного стана или канатной машины [2].

Эффект Баушингера является следствием работы роликового рихтовального устройства, работающего по принципу знакопеременного изгиба. Знакопеременный изгиб необходим для уменьшения величины остаточных напряжений 1 и 2 рода [3].

Внутреннее проявление остаточных напряжений связано с изменением межатомных расстояний, которое может быть обнаружено рентгеновскими методами.

Общим свойством остаточных напряжений является то, что они всегда бывают чисто упругими, даже если возникают в результате пластической деформации. Эти напряжения могут быть сняты или ослаблены способами, которые приводят к уменьшению упругих деформаций, соответствующих остаточным напряжениям, с последующим рассеиванием упругой потенциальной энергии, накопленной в материале. Но это может сопровождаться пластической деформацией и новыми остаточными напряжениями [3]. Остаточные напряжения первого рода возникают под влиянием неравномерного охлаждения или нагрева, упрочнения или фазовых и структурных превращений. Эти напряжения оказывают существенное влияние на свойства металла под воздействием внешних нагрузок.

При некоторых условиях деформации распределяются в объеме металла весьма неравномерно. В поверхностных слоях металла при наличии значительного градиента напряжения часто можно наблюдать, что при одном и том же значении деформа-

ции в некоторых областях имеет место развившаяся пластическая деформация, тогда как в смежных областях материал еще находится в состоянии упругой деформации. Разница в локальных значениях относительного удлинения или относительного сдвига может достигать значения одного порядка и больше.

Макродеформация рассматриваемой зоны металла имеет зависимость:

$$\varepsilon_c = \varepsilon_{пл} i \delta + \varepsilon_{упр} (1 - i \delta),$$

где ε_c – макродеформация рассматриваемой зоны металла; $\varepsilon_{пл}$ – пластическая деформация рассматриваемой зоны металла; $\varepsilon_{упр}$ – упругая деформация рассматриваемой зоны металла; i – число зон пластичности на 1 см длины поверхности; δ – размер этих зон в направлении действующего напряжения.

Таким образом, возможно рассчитать макродеформации локализованной зоны исследуемого образца и аналитически проанализировать возможную величину остаточных напряжений. При необходимости проанализировать распределение остаточных напряжений возможно использовать метод микроиндентирования.

По результатам исследований определены причины необходимости контроля остаточных напряжений в проволоке, а также описаны способы возможного анализа величины остаточных напряжений.

Литература

1. Tensile straightening and roller straightening of fine drawn wire / Kazunari Yoshida, Hiroyuki Sato, Tsuyoshi Sugiyama // Journal of the Iron and Steel Institute of Japan. – 2009. – № 11. – С. 788–793.
2. Проявление эффекта Баушингера при знакопеременной деформации / Р. Р. Адигамов [и др.] // Izvestiya. Ferrous Metallurgy. – 2022. – Vol. 65, N 7. – P. 455–466.
3. Буркин, С. П. Остаточные напряжения в металлопродукции : учеб. пособие / С. П. Буркин, Г. В. Шимов, Е. А. Андрюкова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 248 с.

ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ МАТЕРИАЛОВ К ПЛАВКЕ В ЭЛЕКТРОПЕЧАХ

А. А. Иващук

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

Научный руководитель В. А. Жаранов

Представлены результаты исследований и разработки энергосберегающих технологий для электроплавильных печей. Перспективы повышения эффективности управления процессом подогрева шихты могут быть реализованы за счет экспресс-методов волновой диагностики слоя шихты. Нейросетевое моделирование с построением регрессионных моделей процессов подогрева шихты позволяет создать экономичные модели управления теплофизикой подготовки материалов для электроплавки.

Ключевые слова: металлический лом, сталеплавильные процессы, предварительный подогрев, управление, моделирование, оптимизация.

Лом в качестве шихтовых материалов используется в сталеплавильных процессах в различном соотношении с чугуном, а в дуговых сталеплавильных агрегатах он является основным сырьем. К загружаемым в печь материалам предъявляются следующие требования: определенность химического состава, насыпная плотность и габаритные