

УДК 621.01/03

ПРОКАТКА ЛИСТОВ КРЕМНИСТОЙ СТАЛИ НА ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНОМ КОМПЛЕКСЕ

Уханов Кирилл Олегович

*Студент 6 курса,
кафедра «Оборудование и технологии прокатки»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: А. В. Мунтин,
Кандидат наук, Доцент, Инженерно-технологический центр ОМК "ВМЗ", доцент
кафедры «Оборудование и технологии прокатки»*

Электротехнические стали, также называемые кремнистой электротехнической сталью, представляют собой важную категорию железокремниевых сплавов, содержащих 1-5 процента кремния и очень низкое содержание углерода (менее 0,005 %). Кремний значительно увеличивает удельное электрическое сопротивление стали, что уменьшает наведенные вихревые токи, тем самым снижая потери в сердечнике.

Электротехнические стали обычно содержат Mn и S после выплавки. Mn и S даже используются в качестве легирующих элементов в ориентированных электротехнических сталях. Mn и S в сталях осаждаются как вторичная фаза в виде дисперсных частиц MnS во время производственных процессов, и эти частицы оказывают очень важное влияние на свойства стали.

Кремниевые стали с неориентированным зерном, обеспечивающие одновременно низкие потери в сердечнике и высокую плотность магнитного потока, очень важны для достижения высокой производительности и эффективности в широком диапазоне работы электрических машин. Для достижения более высокой магнитной индукции необходимы более высокие доли текстурных компонентов, содержащих компоненты Госсса, эта-волокна, и более низкие доли, содержащие гамма-волокна. Но потери в сердечнике, хотя и зависят от кристаллографической ориентации, имеют сильную зависимость от конечного размера зерна. Существует оптимальный размер зерна, который должен быть достигнут при температуре и времени как можно ниже и короче, чтобы избежать вредного воздействия атмосферы, такого как окисление и нитрование. Таким образом, после определения правильного химического состава и чистоты стали, доли компонента Госсса, эта-волокна и доли гамма-волокна, связанные с правильным размером зерна, могут привести к высокой плотности магнитного потока и низким потерям сердечника в конечном продукте.

Однако, из-за высокого содержания Si в такой стали горячая обрабатываемость ухудшается. Присутствие второй фазы (аустенита), если таковая имеется, также приводит к растрескиванию, что свидетельствует о плохой обрабатываемости. В связи с этим были предприняты усилия по изучению такого поведения, происходящего на этапах обработки, путем проведения испытаний на одноосное сжатие стали с содержанием 2,7% Si.

Для описания зависимости сопротивления деформации кремнистой стали от условий горячей деформации в соответствии с лабораторными данными для образцов, выполненных из электротехнической стали с 2,7%Si, могут использоваться степенные и показательные функции, а также регрессионные полиномы. Для определения среднего сопротивления деформации особенно удобно использовать уравнение, учитывающие в себе сопротивление деформации с ростом температуры и с ростом скорости и степени деформации. Исследования подтверждают возможность использования указанных

закономерностей для математического описания изменения величины сопротивления деформации большинства материалов в зависимости от условий протекания процесса.

Литература

1. Хензель А., Шшиттель Т. Расчет энергосиловых параметров в процессах обработки металлов давлением: пер. с нем. М.: Металлургия, 1982. 360 с.
2. Никитин Г.С. Теория непрерывной продольной прокатки. Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. 400 с.
3. Салганик В.Н. Тонкослябовые литейно-прокатные агрегаты для производства стальных полос. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 506 с.
4. Aniket A., Vinod K., Kartik N. Hot deformation studies on 2.7% Si steel using gleeble thermo-mechanical simulator. *Journal of Metallurgy and Materials Science*, October-December 2016, vol. 58, no. 4, pp. 251-258.
5. Sebastião C. P., Marco A. C. and André B. C. The Influence of Hot Rolling Finishing Temperature on the Structure and Magnetic Properties of 2.0%Si Non-Oriented Silicon Steel. *Materials Science Forum*, 2007, vols. 558-559, pp. 787-792.
6. Yunli F., Xuejing Q. and Meng S. The Influence of Hot Rolling Technological Parameters on Microstructure of Low Temperature Grain-Oriented Silicon Steel. *Advanced Materials Research*, 2012, vols. 396-398, pp 1841-1845.
7. Bertotti G. and Fiorillo F. Grain-oriented 3 wt%-silicon steels. *Magnetic Alloys for Technical Applications, SoftMagneticAlloys, Invar and Elinvar Alloys*, 1994, vol. 1, pp. 19-21.
8. M. A. Cunha and S. C. Paolinelli. Evolution of Non-Oriented Silicon Steel Texture on Recrystallization and Grain Growth. *Materials Science Forum*, 2004, vols. 467-470, pp. 869-874.