

УДК 621.791.92

Разработка технологической пробы для экспресс - оценки условий работы наплавленного слоя ролика машины непрерывного литья заготовок на основе математического моделирования напряженно - деформированного состояния

Королев Сергей Анатольевич

korolevsa@bmstu.ru

Цирков Павел Александрович

tsirkovpa@bmstu.ru

Орлов Валерий Кириллович

valera.orlov526@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Приведены результаты математического моделирования методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния роликов машины непрерывного литья заготовок в процессе эксплуатации и их конструктивно-подобного макетного образца. На основе проведенного моделирования разработана конструкция пробы для экспресс оценки условий работы наплавленного слоя рабочей поверхности роликов. Использование данной пробы дает возможность проводить разработку и сравнение технологий восстановительной наплавки роликов в условиях исследовательской лаборатории, что позволяет значительным образом повысить их технологическую и экономическую эффективность.

Ключевые слова: ролик МНЛЗ, напряженно-деформированное состояние, моделирование, метод конечных элементов

Введение. Ролики машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) эксплуатируются в жестких условиях, которые характеризуются циклическими термомеханическими нагрузками. Для увеличения ресурса роликов на их рабочую поверхность наплавляется слой со специальными свойствами. Имеющийся опыт эксплуатации и стоящие перед современным производством задачи требуют повышения срока службы роликов после их восстановительной наплавки. Важными параметрами технологии наплавки, влияющими на ее свойства, являются химический состав применяемых наплавочных материалов и способов наплавки. Разработка технологий наплавки на полноразмерных роликах является дорогостоящей и достаточно длительной, что часто не позволяет в полной мере исследовать все многообразие возможных вариантов. В связи с этим, необходимо разработать технологическую пробу для сравнения в лабораторных условиях различных технологий восстановления рабочей поверхности и выбора более эффективных способов наплавки.

Методы и материалы; результаты. На основе предварительного анализа условий работы и конструкции роликов МНЛЗ была предложена технологическая проба в виде вала из исследуемой стали с уменьшенными по сравнению с объектом размерами. Особенность пробы заключается в нанесении наплавленного слоя вдоль образующей. Нагрев пробы в отличие от ролика выполняется по всей поверхности. Далее проба погружается в воду для ускоренного охлаждения. Экс-

пресс-оценка осуществляется путем повторения процессов нагрева и охлаждения до появления разрушения наплавленного слоя.

Применимость предложенного решения подтверждалась на основе моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) методом конечных элементов (МКЭ) в самой пробе и ролике. В процессе моделирования учитывались геометрические особенности конструкций, механические и теплофизические свойства материалов пробы, ролика и наплавленного слоя в зависимости от температуры, условия приложения тепловых нагрузок. В результате моделирования установлено, что основные компоненты НДС в предлагаемой пробе по направлению и величине идентичны аналогичным, возникающим в ролике МНЛЗ.

Таким образом, проведение исследований, направленных на изучение влияния различных составов наплавочных материалов, способов наплавки и других технологических факторов на эксплуатационные свойства наплавленного слоя, по предлагаемой экспресс-оценке на пробе с точки зрения возникающего НДС, является эквивалентным условиям работы реального ролика.

Полученная методика испытаний была подтверждена экспериментальными данными и показала хорошую корреляцию с результатами эксплуатации действующих роликов МНЛЗ.

Заключение. Условия работы ролика МНЛЗ с наплавленным слоем могут быть воспроизведены при помощи технологической пробы из исследуемой марки стали с уменьшенными габаритными размерами. Применимость разработанной пробы подтверждена на основе моделирования МКЭ и сопоставления НДС в самой пробе и ролике. Использование предложенной методики экспресс-оценки позволяет проводить полномасштабные исследования влияния металлургических и технологических факторов, влияющих на эксплуатационные характеристики наплавленного слоя роликов МНЛЗ, в условиях лаборатории.

Список источников

- [1] Нисковских В.М., Карлинский С.Е., Беренов А.Д. *Машины непрерывного литья слывовых заготовок*. Москва, Металлургия, 1991, 270 с.
- [2] Якушин Б.Ф., Цирков П.А. Экспресс-методика процесса разрушении наплавленного металла при термоциклическом нагружении. *Сварка и диагностика*, 2009, № 6, с. 13–16.
- [3] Кудрявцев И.В. *Трещинообразование при сварке и наплавке сталей*. Москва, Машиностроение, 1981.
- [4] ANSYS Inc. ANSYS Mechanical User's Guide. URL: <https://mathphyche.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/01/ansys-mechanical-apdl-advanced-analysis-guide-1.pdf-1.pdf> (дата обращения 11.12.2025).