(cc) BY

Мальков Михаил Владимирович
магистрант
Шишлонова Алена Николаевна
магистрант
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
г. Магнитогорск, Челябинская область

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ МАРКИ S700MS С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА ООО «ТЕРМОДЕФОРМ-МГТУ»

Аннотация: *снижение металлоемкости конструкций – одна из главных задач машиностроения. Это диктует необходимость создания новых высокопрочных сталей и проката, которые должны обладать сложным комплексом механических свойств, определяющих их функциональное назначение – сочетать высокую прочность и достаточную вязкость, и пластичность. Обеспечение сложного комплекса механических свойств достигается созданием соответствующих химических композиций стали и технологии обработки, поэтому технологический процесс изготовления высокопрочного листового проката должен быть строго регламентирован, начиная с подбора шихтовых материалов и до финишной обработки изделия конечных размеров. В связи с этим разработка высокопрочных сталей марки типа S700MC невозможна без использования физического моделирования, имитирующего реальные процессы производства, стали и проката, что требует разработки сложных технологических решений, которые были найдены путем физического моделирования с использованием лабораторного комплекса ООО «Термодеформ-МГТУ».*

Ключевые слова: *горячая прокатка, высокопрочные стали, механические свойства, физическое моделирование, лабораторный комплекс, ООО «Термодеформ-МГТУ».*

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Физическое моделирование давно стало основным научным методом исследования процессов, в том числе технологических. С относительно малыми затратами труда и времени оно позволяет описать сложный процесс, выявить его параметры и диапазоны изменения, оценить влияющие факторы и их значимость, выделив наиболее сильные [1; 2].

Сущность такой модели заключается в том, что реальный процесс представляется в сильно уменьшенных масштабах часто с некоторыми упрощающими преобразованиями. Благодаря чему, данная модель позволяет подробно изучить вопрос и отработать оптимальные параметры режимы работы изучаемой модели [3; 4].

Одним из таких случаев является лабораторный комплекс ООО «Термодеформ-МГТУ», дающий реальную информацию о параметрах качества проектируемых процессов. Он не копирует известные процессы, а позволяет их варьировать и выбирать предложенные.

Цель данной работы – лабораторный эксперимент, направленные на получение и улучшение механических свойств стали марки типа S700MC.

Таблица 1

Требования, предъявляемые к стали марки S700 MS

Минимальный предел текучести ReH Н/мм^2	Предел прочности на растяжение Rm Н/мм^2	Минимальное относительное удлинение при разрыве A %	KCU –50°, Дж/см^2	Изгиб при 180°
Rp0,2, МПа	Rm, МПа	A5, %		
Не менее 700	750–950	Не менее 12	Не менее 39	2t

Для получения требуемого комплекса механических свойств, использовалась следующая технология производства выплавки, горячей прокатки и термической обработки стали.

С применением индукционной плавильной печи ИСТ 0,03/0,05 И1 произвели выплавку двух слитков, размерами 70х100х300мм различного химического состава (табл. 2).

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Таблица 2

Химический состав стали

Массовая доля элементов, %												
C	Si	Mn	S	P	Cu	AI	Прочие					
0,07–0,08	0,15–0,30	1,55–1,65	н.б. 0,005	н.б. 0,015	н.б. 0,08	0,020–0,050	Ti	V	Nb	Mo	Cr	Ni

Нагрев слитка перед прокаткой осуществлялся в камерной электрической печи с выдвижным подом. Черновая и чистовая стадии прокатки заменялась прессованием. Моделирование проводилось пошагово на гидравлическом прессе с применением радиальных сегментов, многократным обжатием с постоянным контролем температурного режима.

Для осуществления термического упрочнения металла и получения необходимых прочностных характеристик, раскаты подавались в установку ускоренного охлаждения.

Далее был осуществлен раскрой полученных раскатов с соответствующей механической обработкой для проведения механических испытаний на изгиб 180°, растяжение и ударную вязкость KCU^{-50}.

Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты механических испытаний

№ слитка	Толщина, мм	Предел текучести ReH Н/мм^2	Предел прочности на растяжение Rm Н/мм^2	Относительное удлинение при разрыве A %	KCU –50º, Дж/см^2	Изгиб при 180°
		Rp0,2, МПа	Rm, МПа	A5, %		
1	8	–	–	–	131; 133; 133; 128; 147;	годный
	8	741	808	16,9	–	–
2	10	–	–	–	111; 109; 115; 107; 116;	–
	10	–	–	–	–	годный
	10	875	927	13,8	–	–

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Заключение

С применением оборудования лабораторного комплекса изготовлены лабораторные образцы стали марки типа S700MC в виде 4 стальных слитков высотой 70 мм заданного химического состава с последующим обжатием до толщины 8 мм и 10 мм и термической обработкой.

Результаты испытаний, полученных образцов на растяжение, изгиб (180°) и ударную вязкость (KCU–50°C) дают основания считать эффективной технологией получения стали марки S700MC путем осуществления технологии выплавки, горячей прокатки и термообработки.

Список литературы

1. Салганик В.М. Научно-производственный комплекс «Термодеформ» для создания новых технологий: Методические указания / В.М. Салганик, П.П. Полецков. – Магнитогорск: Магнитогор. гос. техн. ун-т им. Г.И. Носова, 2014.

2. Анализ технических требований, предъявляемых к наноструктурированному высокопрочному листовому прокату / М.В. Чукин, В.М. Салганик, П.П. Полецков, Г.А. Бережная, М.С. Гущина, А.С. Кузнецова, Д.Ю. Алексеев // Обработка сплошных и слоистых материалов. – 2014. – №2.

3. Моделирование напряженно-деформированного состояния стальных листов при прокатке непрерывнолитых слябов с поверхностными трещинами / В.М. Салганик, А.М. Песин, Д.Н. Чикишев, Д.О. Пустовойтов, М.О. Артамонова // Черные металлы. Май. – 2012. – №12. – С. 15–18.

4. Совершенствование процесса толстолистовой прокатки микролегированных сталей различных классов прочности на основе дилатометрических исследований / В.М. Салганик, С.В. Денисов, Д.Г. Набатчиков, В.Н. Дегтярев, Д.Н. Чикишев // Производство проката. – 2011. – №5. – С. 5–8.

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)