

**Анализ особенностей формоизменения металла в процессе раскатки труб из коррозионностойких сталей в непрерывном стане с удерживаемой оправкой**

**Научный руководитель – Алещенко Александр Сергеевич**

***Росоленко Софья Кирилловна***

*Студент (магистр)*

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Институт экотехнологий и инжиниринга, Москва, Россия

*E-mail: m2105339@edu.misis.ru*

Необходимость модернизации технологий добычи нефти обусловлена переходом на более глубокие и агрессивные месторождения по причине истощения со временем легкодоступных ресурсов. В связи с этим требуется применение более коррозионностойких материалов для обсадных и насосно-компрессорных труб. Наиболее высокотехнологичными для прокатки труб являются непрерывные станы, однако, процесс и методы производства трубной продукции являются устоявшимися. В этой связи одним из ключевых факторов, который не фиксируется при раскатке — это поперечное расширение металла, которое необходимо учитывать в овальности калибра. В рамках данного научного исследования поставлены задачи по исследованию сопротивления деформации металлов, проведения моделирования в программе QFORM и лабораторного эксперимента на стане ДУО210 по анализу зависимости уширения от химического состава стали.

В ходе исследования графиков Gleeble отмечено, что стали имеющие непрерывно возрастающую тенденцию сопротивления деформации в ходе увеличения истинной деформации сильнее подвержены уширению [2, 3]. Для аналитического анализа с использованием эмпирических формул для оценки параметров уширения были получены расчетные уширения [1].

Основываясь на этом, было проведено моделирование продольной прокатки соответствующих образцов в программе QFORM, результаты которого подтвердили, что использование 3D моделей и расчетного метода не отражает в полной мере зависимости уширения от химического состава. Для эксперимента были подготовлены образцы, которые были прокатаны с обжатием 50% и при температуре 1180 °С на образцах сталей 10ХБ, 8ХГ, 12Х5, 20Х13 с различным количеством хрома, так как теоретические результаты отражали тенденцию повышения значения абсолютного уширения с ростом количества хрома в составе стали.

Установлено, что увеличение содержания хрома сопровождается ростом сопротивления деформации и абсолютного уширения металла, что подтверждено экспериментальными данными (см. рис.). Расчетные и численные методы показали ограниченную точность при описании влияния химического состава на параметры уширения.

Согласно расчету в программе ThermoCalc произведен анализ фазовых диаграмм состояния сплавов, на основе которого выдвинуты предполагаемые обоснования по увеличению пластичности согласно нахождению в однофазных аустенитных областях.

Перспективы дальнейших исследований связаны с валидацией рассмотренных сталей в условиях промышленной прокатки бесшовных труб нефтегазового назначения.

### **Источники и литература**

- 1) Воронин С.С. К вопросу выбора методики расчета уширения металла толстолистового стана 5000 горячей прокатки // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2015. Т. 3. № 4. С. 59–62.

- 2) Ишимов А.С., Барышников М.П., Чукин М.В. К вопросу выбора математической функции уравнения состояния для описания реологических свойств стали 20 в процессе горячей пластической деформации // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. № 1(49). С. 43–52.
- 3) Shi Z., Yan X., Duan C., Tang C., Pu E. Characterization of the Hot Deformation Behavior of a Newly Developed Nickel-Based Superalloy // Journal of Materials Engineering and Performance. 2018. Vol. 27. DOI: 10.1007/s11665-018-3270-5.

### Иллюстрации

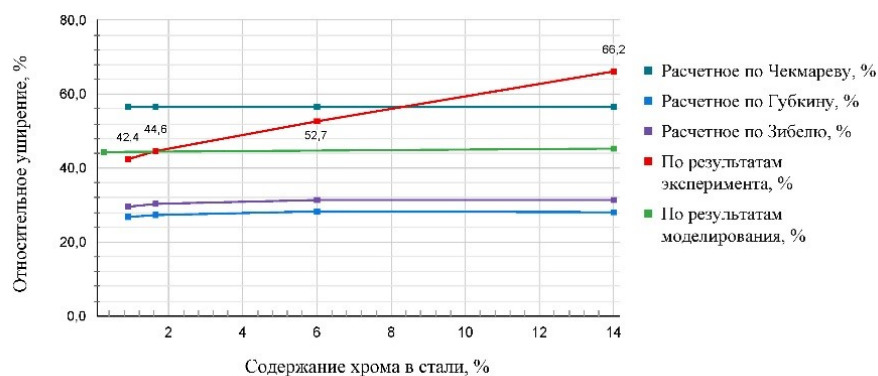


Рис. : Зависимость относительного упрочнения от содержания хрома в стали