

ДЕФЕКТЫ АРМАТУРНОГО ПРОКАТА ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ В ПРОЦЕССЕ ПРОКАТКИ, И МЕРЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

*Анарбаева Зилола Илхомжон кизи
студентка кафедры «Технологические машины и
оборудование» Алмалыкского государственного
технического института
г. Алмалык, Ташкентской область*

DEFECTS OF PERIODIC SECTION REINFORCEMENT BARS ARISING DURING THE ROLLING PROCESS AND MEASURES TO ELIMINATE THEM

*Anarbaeva Zilola Ilkhomjon kizi
student of the Department of Technological Machines
and Equipment at the Almalyk State Technical Institute
Almalyk city, Tashkent region*

АННОТАЦИЯ

В статье проведён комплексный анализ дефектов арматурного проката периодического профиля, формирующихся в процессе горячей прокатки. Выявлены основные технологические и конструктивные причины возникновения дефектов, связанных с температурными режимами, параметрами деформации и состоянием прокатного оборудования.

ABSTRACT

This article provides a comprehensive analysis of defects in ribbed rebar that form during hot rolling. The main technological and design causes of these defects, related to temperature conditions, deformation parameters, and the condition of the rolling equipment, are identified.

Ключевые слова: арматурный прокат, периодический профиль, дефекты прокатки, горячая деформация, качество продукции.

Key words: reinforcing bars, periodic profile, rolling defects, hot deformation, product quality.

Введение

Современное строительство характеризуется возрастающими требованиями к качеству и надёжности железобетонных конструкций, что, в свою очередь, обуславливает необходимость производства арматурного проката с высокими и стабильными эксплуатационными характеристиками. Арматурный прокат периодического профиля обеспечивает эффективное сцепление с бетоном и является ключевым элементом несущих конструкций.

Процесс горячей прокатки арматуры представляет собой совокупность сложных физико-механических и тепловых процессов, протекающих в условиях высоких температур и значительных пластических деформаций. Нарушение технологических параметров на любом этапе производства может привести к образованию дефектов поверхности и формы профиля, снижающих прочностные и эксплуатационные свойства изделия.

Несмотря на широкое применение автоматизированных прокатных станов, проблема дефектности арматурного проката остаётся актуальной. Это связано как с износом оборудования, так и с колебаниями качества исходной заготовки. В связи с этим исследование дефектов прокатки и разработка эффективных мер по их устранению являются важной научно-практической задачей.

Целью настоящей работы является систематизация дефектов арматурного проката периодического профиля, анализ причин их возникновения и разработка технологических мер по снижению дефектности продукции.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является арматурный прокат периодического профиля классов А400–А500, получаемый методом горячей прокатки на сортопрокатных станах непрерывного типа. Исследуемые образцы отбирались на завершающем этапе технологического процесса после формирования периодического профиля и охлаждения проката.

Целью экспериментальных исследований являлось установление взаимосвязи между технологическими параметрами прокатки, структурным состоянием металла и характером дефектов арматурного проката.

На первом этапе проведён анализ технологической схемы горячей прокатки арматурного проката, включающей нагрев стальной заготовки в методических и камерных печах типа СНОЛ 8,2/1100, деформацию в черновых, промежуточных и чистовых клетях, формирование периодического профиля в калиброванных валках, контролируемое охлаждение проката на рольгангах. Особое внимание уделялось температурным режимам нагрева и прокатки, степени обжатия в отдельных клетях, скорости прокатки и состоянию прокатного инструмента.

Дефекты арматурного проката классифицировались по морфологическим, геометрическим и технологическим признакам. В ходе исследования использованы следующие методы контроля как визуально-измерительный контроль поверхности проката, измерение геометрических параметров (диаметр, овальность, высота и шаг рёбер) и сопоставление фактических параметров с требованиями нормативных документов (ГОСТ 34028–2016). На основании полученных данных дефекты были систематизированы по происхождению и степени влияния на эксплуатационные свойства арматуры.

Для выявления структурных причин возникновения дефектов проводилось металлографическое исследование микроструктуры арматурного проката. Образцы для анализа вырезались из участков с характерными дефектами и из бездефектных зон для сравнения. Подготовка образцов включала механическую резку, шлифование и полирование, травление стандартными реагентами.

Микроструктура исследовалась с использованием оптического металлографического микроскопа типа МХ-4ХСPlus, при увеличениях $\times 100$ – $\times 500$. Анализировались размер и форма зёрен, распределение феррито-перлитных структур, наличие неметаллических включений, структурная неоднородность, связанная с нарушением температурно-деформационного

режима [1]. При закалке плотность дефектов кристаллической решетки снижается [2]. Кроме того, измерение твёрдости по шкале HRC проводилось на середине арматуры с определением распределения твёрдости на глубину до 2 мм на приборе HBRV-187.5.

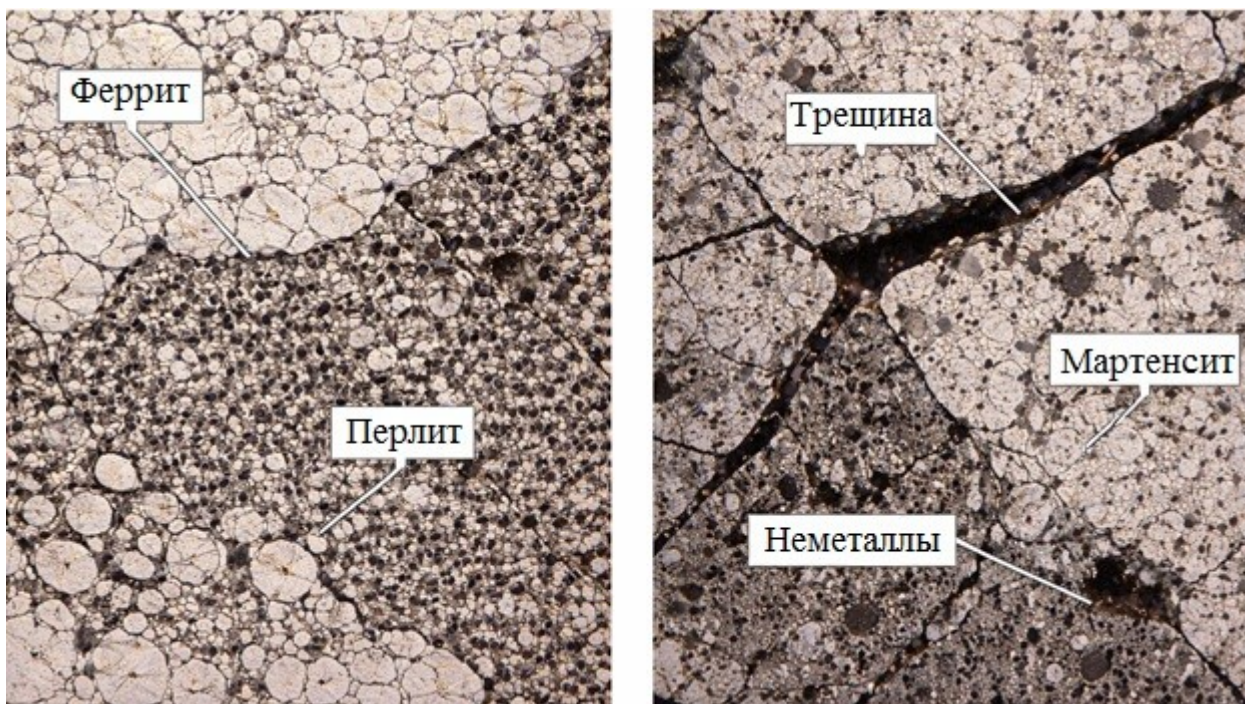
В частности состояние тонкой структуры оценивали плотностью дислокаций, определяемой по физической ширине рентгеновской линии интерференции (220) [3].

Для оценки влияния дефектов на механические свойства арматурного проката проведены испытания на растяжение. Испытания выполнялись на универсальной разрывной машине типа WAW-600D в соответствии с требованиями ГОСТ. Прежде, чем, приступить к устранению любых дефектов круглого и арматурного проката, необходимо настроить валки чистовой клетки, так чтобы готовый профиль имел горизонтальный диаметр в пределах номинального размера с допуском (- 0,1, +0,2)мм, а разница размеров «плечей» - не более 0,1 мм

Только после достижения выше указанных размеров приступить к устранению других дефектов. В ходе испытаний определялись предел текучести, временное сопротивление разрыву, относительное удлинение и характер разрушения образцов. Дополнительно анализировалось влияние дефектов периодического профиля на распределение напряжений и несущую способность арматуры при растяжении.

Для оценки условий формирования дефектов анализировались силы прокатки и параметры деформации в калибрах. Использовались данные производственного мониторинга прокатного стана, включая величину обжатия, скорость прокатки, нагрузку на валки, степень износа прокатного инструмента.

Полученные данные сопоставлялись с результатами структурных и механических исследований для выявления причинно-следственных связей между режимами прокатки и качеством готовой продукции (рис.1).



а) Без дефектов

б) С дефектами

Рис.1. Микроструктура арматуры (×500)

Результаты экспериментальных исследований обобщались с использованием методов сравнительного анализа и системного подхода. Проведено сопоставление экспериментальных данных с литературными источниками и промышленным опытом металлургических предприятий.

Комплексный подход, включающий технологический анализ, структурные исследования и механические испытания, позволил получить объективную оценку причин возникновения дефектов арматурного проката периодического профиля.

Результаты и обсуждения

В процессе прокатки арматуры периодического профиля наиболее часто выявляются дефекты, представленные в таблице 1.

Установлено, что ключевыми факторами, определяющими вероятность возникновения дефектов, являются температурный режим нагрева заготовки, равномерность распределения деформации, точность калибровки валков и стабильность скорости прокатки [4].

Нарушение оптимального температурного интервала приводит к снижению пластичности металла и росту трещинообразования, особенно при прокатке арматуры малого диаметра.

Таблица 1

Виды дефектов арматурного проката, возникающие в процессе прокатки, меры их устранения и предупреждение

Вид дефекта	Меры по устранению и предупреждению дефекта
Невыполнение отдельных поперечных выступов (ребер)	Необходимо улучшить охлаждение чистового калибра (больше воды на калибры со стороны выхода полосы из валков) или сменить калибр
Невыполнение поперечных ребер (не соответствует техническим условиям)	Увеличить обжатие в чистовой клетке Уменьшить натяжение между клетями чистовой группы (петлевики не работают) Сменить калибр чистовой клетки или перевалить валки
Внутренний диаметр профиля выходит за пределы допусков	Увеличить, уменьшить зазоры на чистовой или сменить калибр
На поверхности прутков продольные трещины	Улучшить подготовку металла или определить клетку с переполнением металла и устранить

Полученные результаты подтверждают, что дефекты арматурного проката носят многофакторный характер. Даже незначительные отклонения технологических параметров могут привести к ухудшению геометрических характеристик и снижению качества поверхности.

Особое значение имеет состояние прокатного инструмента. Износ валков и калибров приводит к искажению периодического профиля и ухудшению сцепления арматуры с бетоном. В этой связи актуальным является применение

систем мониторинга износа инструмента и автоматической корректировки режимов прокатки. Перспективным направлением повышения качества продукции является внедрение цифровых и интеллектуальных систем управления технологическим процессом, обеспечивающих контроль параметров в реальном времени.

Для минимизации дефектов арматурного проката рекомендуется поддержание оптимальных температурных режимов нагрева и деформации, регулярный контроль и замена изношенных прокатных валков, оптимизация схем обжатия, внедрение автоматизированных систем контроля геометрии профиля и повышение качества исходных заготовок [5].

Схема взаимосвязи температурного режима, деформации и дефектов арматурного проката

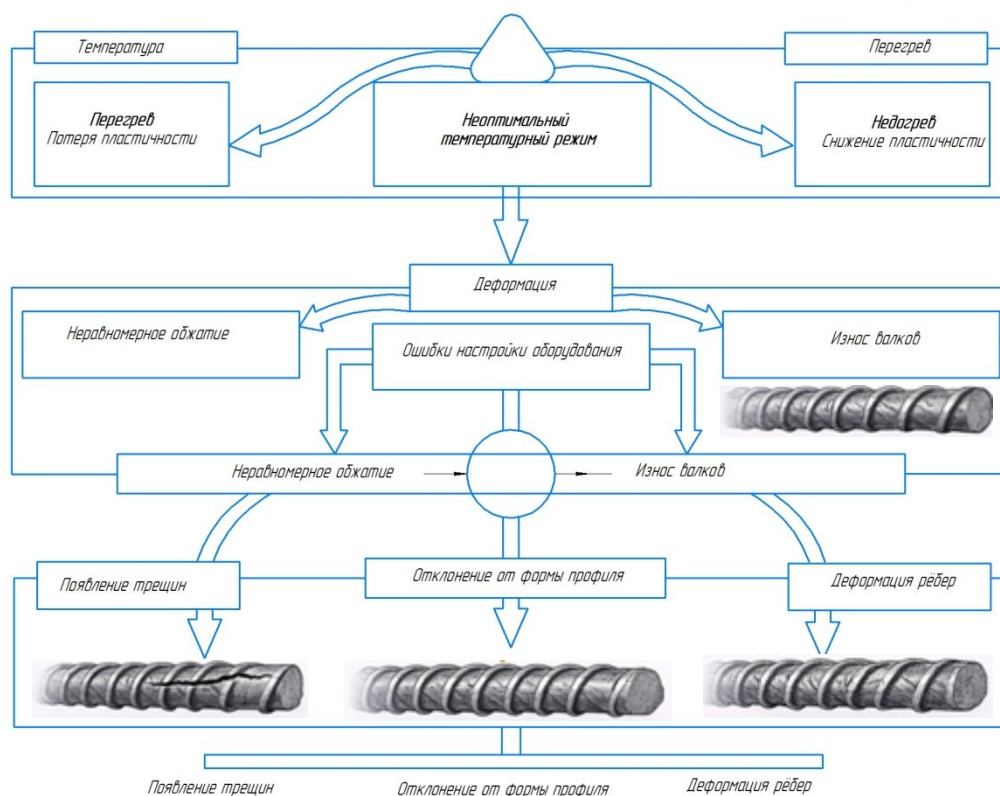


Рисунок 1. Схема влияния технологических параметров прокатки на формирование дефектов арматурного проката

Заключение

В работе выполнен анализ дефектов арматурного проката периодического профиля, возникающих в процессе горячей прокатки. Установлены основные

причины их образования и предложен комплекс мер по их устранению. Реализация предложенных рекомендаций позволит повысить качество продукции, снизить уровень брака и повысить эффективность сортопрокатного производства.

Литература

1. Д.М. Бердиев, Р.К. Тошматов, А. Х. Абдуллаев. Повышение стойкости штампов холодной штамповки закалкой с промежуточным отпуском // Литье и металлургия.– 2022.– № 3.– С. 91–95.

<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2022-3-91-95>

2. Berdiev D.M., Yusupov A.A., Tashmatov R.K. Increasing die durability in cold stamping by quenching with intermediate tempering. Russian Engineering Research, 2022, vol. 42, no. 10, pp. 1011–1013.

3. Бердиев Д.М., Ташматов Р.К. Повышение абразивной износостойкости сталей // Техника и технологии машиностроения // VI международная конференция, г. Омск. 20-21 апреля 2017. С. 3 - 8.

4. Д.М. Бердиев, А.А. Юсупов, Р.К. Тошматов. Увеличение стойкости штампов холодной штамповки методом закалки с промежуточным отпуском // Вестник машиностроения.– 2022.– № 7.– С. 61–64.

5. Павлов В.П. Дефекты металлопроката и методы их устранения. – М.: Машиностроение, 2019.