



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-2-40-43>
УДК 669

Поступила 18.04.2024
Received 18.04.2024

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕСШОВНЫХ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ТРУБ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ L80 ТИП 13Cr В УСЛОВИЯХ ТРУБОПРОКАТНОГО ЦЕХА

А. В. СТРЕЛЬЧЕНКО, С. В. АВДЕЕВ, А. Г. ЩЕГЛОВ, О. И. КОМ, В. И. ЯКУШ,
ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь,
ул. Промышленная, 37. E-mail: gtp1.icm@bmz.gomel.by, тел.: +375 2334 56139

Производство бесшовных горячедеформированных труб из нержавеющей марки стали мартенситного класса с повышенным содержанием хрома, используемых в условиях постоянного воздействия агрессивных сред, связано с необходимостью преодоления целого ряда технологических трудностей, которые обусловлены особенностями структуры металла, выражающимися в относительно низкой пластичности, узком температурном диапазоне для горячей деформации, повышенной склонности к дефектообразованию в процессе прокатки, более интенсивном износе прокатного инструмента. В статье приведены основные этапы исследовательской работы по освоению технологии производства бесшовных горячекатаных труб из нержавеющей стали марки L80 тип 13Cr в условиях ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК». Представлены результаты и сложности освоения технологии производства бесшовных труб из нержавеющей марки стали. Проанализированы результаты работы, направленной на снижение себестоимости готовой продукции, за счет увеличения стойкости прошивных оправок, увеличения стойкости дисковых пил для резки заготовок, исключения налипания металла на диски Дишера прошивного стана, увеличения производительности линии проката и термической обработки.

Ключевые слова. Производство бесшовных труб, нержавеющие марки стали мартенситного класса, прошивная оправка, гидросбив окалины, прокатка, термообработка.

Для цитирования. Совершенствование технологии производства бесшовных горячекатаных труб из нержавеющей стали L80 тип 13Cr в условиях трубопрокатного цеха / А. В. Стрельченко, С. В. Авдеев, А. Г. Щеглов, О. И. Ком, В. И. Якуш // *Литье и металлургия*. 2024. № 2. С. 40–43. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-2-40-43>.

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF PRODUCING SEAMLESS HOT-ROLLED PIPES FROM STAINLESS STEEL L80 TYPE 13Cr IN THE TUBE ROLLING WORKSHOP

A. V. STRELCHENKO, S. V. AVDEEV, A. G. SCHEGLOV, O. I. KOM, V. I. YAKUSH, OJSC “BSW – Management Company of Holding “BMC”, Zhlobin, Gomel Region, Belarus, 37, Promyshlennaya str.
E-mail: gtp1.icm@bmz.gomel.by, tel.: +375 2334 56139

The production of seamless hot-deformed pipes from martensitic stainless steel with a high chromium content, used under the constant influence of aggressive environments, involves overcoming a series of technological challenges. These challenges are due to the metal's structural features, such as relatively low plasticity, a narrow temperature range for hot deformation, a tendency to defect formation during rolling, and more intense wear on the rolling tools. The article discusses the main stages of research work on mastering the technology of producing seamless hot-rolled pipes from stainless steel grade L80 type 13Cr at OJSC “BSW – Management Company of Holding “BMC”. It presents the results and complexities of mastering the technology for producing seamless stainless steel pipes, analyzes the results aimed at reducing the cost of finished products by increasing the durability of piercing mandrels, the resistance of disc saws for cutting blanks, eliminating metal adhesion to the piercing mill's Dishar discs, increasing the productivity of the rolling line and heat treatment process.

Keywords. Production of seamless pipes, stainless steel of martensitic class, piercing mandrel, hydrosalping of scale, rolling, heat treatment.

For citation. Strelchenko A. V., Avdeev S. V., Shcheglov A. G., Kom O. I., Yakush V. I. Improving the technology of producing seamless hot-rolled pipes from stainless steel L80 type 13Cr in the tube rolling workshop. *Foundry production and metallurgy*, 2024, no. 2, pp. 40–43. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2024-2-40-43>.

Теоретические исследования

Из-за активного освоения шельфовых месторождений нефти и газа [1] значительно возрос спрос на трубную продукцию, способную работать в условиях воздействия агрессивных сред. Эффективным

способом решения проблемы углекислотной коррозии является применение при производстве труб нефтегазового сортамента высокохромистых сталей, содержащих около 13% хрома. Применение данных сталей обусловлено их высокой устойчивостью к углекислотной коррозии даже в условиях работы в диапазоне повышенных температур, когда затруднено использование полимерных покрытий [2].

Обеспечение требуемой хладостойкости и вязкости при низких температурах труб в высокопрочных состояниях требует особого контроля за формированием микроструктуры на стадии горячей деформации и термической обработки [3].

По сравнению с углеродистыми сталями высоколегированные стали с содержанием хрома около 13% обладают достаточно низким ресурсом пластичности и узким температурным диапазоном деформации [4]. Это наряду с высоким химическим сродством данных сталей с материалами, из которых изготавливается прокатный инструмент, производство труб из сталей марок типа 13Cr достаточно сложная технологическая задача. Данный факт связан с интенсивным износом инструмента, преждевременным выходом его из строя по причине налипания и ухудшения качества рабочей поверхности. Поэтому для снижения этих негативных факторов были внесены определенные корректирующие действия в стандартный технологический процесс производства бесшовных труб.

Кроме того, сложность освоения производства труб из данной марки стали заключается в том, что нержавеющая сталь марки L80 тип 13Cr (в соответствии с ГОСТ 31446, стандартом API Spec. 5CT и требованиями потребителя, изложенными в стандартной спецификации) относится к сталям мартенситного класса, которые способны закаляться на воздухе. Для данной стали свойственны другие физико-механические характеристики, значительно отличающиеся от стандартного перечня сталей, производимых в ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», что потребовало определенного выверенного подхода.

Результаты освоения процесса производства труб из нержавеющей стали марки L80 тип 13Cr

В связи с отсутствием на ОАО «БМЗ» технологической возможности производства стали нержавеющей класса для проведения работы по освоению производства бесшовных труб из нержавеющей стали марки L80 тип 13Cr была закуплена трубная заготовка и проведена масштабная исследовательская работа по освоению производства бесшовных труб из нержавеющей стали марки L80 тип 13Cr.

С целью определения способности имеющихся прошивных оправок выдерживать физические и температурные нагрузки, возникающие в процессе прошивки стали нержавеющей класса, а также подбора настроек оборудования трубопрокатного цеха (ТПЦ) для получения требуемой геометрии трубы и качества внутренней поверхности, осуществлена эстафетная прокатка трех заготовок из марки стали L80 тип 13Cr. После получения положительных результатов эстафетной прокатки была произведена прокатка всего объема труб. По результатам проведенной прокатки все произведенные трубы соответствовали установленным потребителем требованиям по качеству поверхности и геометрическим размерам.

На следующем этапе была осуществлена эстафетная термообработка образцов, вырезанных из произведенных труб в лабораторных печах с целью подбора режимов термообработки и анализа структурного состояния стали после ее закалки на воздухе. По результатам проведенного эксперимента разработан режим термообработки труб, позволяющий получить механические свойства в соответствии с требованиями потребителя.

С целью адаптации разработанного в лабораторных условиях режима термообработки под имеющиеся промышленные печи ТПЦ осуществлена эстафетная термообработка одной трубы в печах ТПЦ. По результатам проведенной эстафетной термообработки подтверждена возможность получения положительных результатов физико-механических свойств труб, установленных потребителем.

На последнем этапе работы освоения производства труб из стали марки L80 тип 13Cr была осуществлена термообработка всего объема труб по разработанному режиму, по результатам которой были получены физико-механические свойства труб, полностью соответствующие требованиям потребителя.

В процессе освоения данной марки стали в условиях ТПЦ отмечены следующие отличия от действующей технологии производства:

- перед прошивкой каждой заготовки марки стали L80 тип 13Cr с целью предотвращения сваривания металла трубной заготовки с поверхностью прошивной оправки на поверхность прошивной оправки наносили слой жидкого стекла, а также производили предварительную обкатку прошивных оправок при прошивке заготовок небольшой длины;

- снижение стойкости прошивных оправок до одного прохода за счет высокой твердости материала (т.е. на одну произведенную трубу требуется одна прошивная оправка), в среднем по штатной технологии расход оправок составляет около 1 прошивной оправки на 146 прошитых заготовок;
- в процессе прошивки может наблюдаться налипание металла на диски Дишера прошивного стана, что впоследствии приводило к остановке оборудования для устранения данного дефекта;
- повышенный расход антиокислительного порошка;
- значительное снижение производительности прокатки (за счет необходимости замены прошивной оправки после прошивки каждой заготовки) и термической обработки (за счет необходимости закалки труб на нормализационном холодильнике, а не в закалочной ванне).

Совершенствование процесса производства труб из нержавеющей стали марки L80 тип 13Cr

После освоения технологии производства труб из нержавеющей стали марки L80 тип 13Cr проведена работа, направленная на снижение себестоимости готовой продукции за счет увеличения стойкости прошивных оправок, исключения налипания металла на диски Дишера прошивного стана, увеличения стойкости дисковых пил для порезки заготовок, увеличения производительности линии проката и термической обработки.

Данные показатели были достигнуты путем следующих мероприятий:

1. Для увеличения стойкости прошивных оправок проведена работа по поиску альтернативных поставщиков прошивных оправок. Проведены испытания пяти альтернативных зарубежных поставщиков прошивных оправок различных вариантов исполнения как по материалу (марке стали), так и по технологии изготовления. Также выполнена исследовательская работа собственными силами, в результате которой разработаны новые режимы и освоен процесс термообработки оправок в условиях ОАО «Могилевский металлургический завод». В результате проведенных работ стойкость прошивных оправок увеличилась в 3 раза.

2. Для увеличения стойкости дисковых пил для порезки заготовок проведена работа по поиску альтернативных поставщиков пильных дисков и совместно с промышленно-одобренными производителями данного инструмента подобраны оптимальная геометрия и сплав режущих пластин пильных дисков. По результатам проделанной работы стойкость дисковых пил для порезки заготовок увеличена в 5 раз.

3. Для исключения налипания металла на диски Дишера прошивного стана проведена модернизация оборудования прошивного стана, в результате которой установлены форсунки, позволяющие распылять графитовую смазку на поверхность дисков Дишера. В результате модернизации удалось добиться постоянного смазывания рабочей поверхности дисков Дишера и в дальнейшем налипание металла на диски Дишера при производстве труб из стали марки L80 тип 13Cr удалось исключить.

За счет проведенных мероприятий производительность линии проката увеличена в 2 раза.

Для увеличения производительности линии термической обработки потребовалось проведение корректировки режимов термической обработки в сторону увеличения количества труб, одновременно находящихся в печах закалки и отпуска. По результатам проведенной работы удалось увеличить производительность линии термической обработки труб в 2 раза.

Выводы

Разработаны технологические режимы производства новой, коррозионностойкой марки стали мартенситного класса под конкретные типоразмеры труб. Внедренные технологические приемы позволяют обеспечивать: требуемое качество бесшовных горячедеформированных труб, используемых для добычи нефти в агрессивной среде, насыщенной диоксидом углерода; требуемые физико-механические свойства труб согласно нормативной документации и условий эксплуатации у потребителя; производство труб и их контроль для выполнения требований потребителя по отсутствию внутренних и поверхностных дефектов; узкие допуски геометрических размеров готовых труб и прочие специфические требования потребителя.

По результатам проведенной работы вся продукция реализована на экспорт с положительной рентабельностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забелло, Е. Большой успех российского шельфа / Е. Забелло // Offshore Russia. – 2018. – № 1. – С. 24–50.

2. Трубное производство: учеб. / Б. А. Романцев [и др.]. – М.: МИСиС, 2011. – 970 с.
3. **Шевакин, Ю. Ф.** Производство труб / Ю. Ф. Шевакин, А. П. Коликов, Ю. Н. Райков. – М.: Интермет Инжиниринг. – 2005. – С. 30–41.
4. **Morioka, N.** Development of manufacturing technology for high alloy steel seamless pipe by mannesmann process / N. Morioka, H. Oka, T. Simizu // Kawasaki steel technical report. – 1998. – No. 38. – P. 61–77.

REFERENCES

1. **Zabello E.** Bol'shoj uspek hrossijskogo shel'fa [Great success of the Russian shelf]. *Offshore Russia*, 2018, no. 1, pp. 24–50.
2. **Romantsev B. A., Goncharuk A. V., Vavilkin N. M., Samusev S. V.** *Trubnoe proizvodstvo* [Pipe production: textbook]. Moscow, MISiS Publ., 2011, 970 p.
3. **Shevakin Yu. F., Kolikov A. P., Raikov Yu. N.** *Proizvodstvo trub* [Pipe production]. Moscow, Internet Engineering Publ., 2005, pp. 30–41.
4. **Morioka N., Oka H., Simizu T.** Development of manufacturing technology for high alloy steel seamless pipe by mannesmann process. *Kawasaki steel technical report*, 1998, no. 38, pp. 61–77.