

Гузненков Владимир Николаевич

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯМОШОВНЫХ ТРУБ ИЗ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ**

В статье рассматривается напряженно-деформированное состояние трубной заготовки в калибре опорно-сварочного узла. Отмечается, что для интенсификации процесса производства прямошовных труб из высоколегированных сталей и сплавов методом аргоно-дуговой сварки необходимо разработать методику расчета максимально допустимых скоростных режимов. Предлагается формула расчета скорости производства труб. Для повышения эффективности трубоэлектросварочного производства необходимо снизить напряжения разгрузки трубной заготовки и увеличить зону сжимающих напряжений в калибре опорно-сварочного узла.

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2017/3/6.html](http://www.gramota.net/materials/1/2017/3/6.html)

**Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.**

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2017. № 3 (117). С. 27-29. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2017/3/](http://www.gramota.net/materials/1/2017/3/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

УДК 621.774.21

**Технические науки**

*В статье рассматривается напряженно-деформированное состояние трубной заготовки в калибре опорно-сварочного узла. Отмечается, что для интенсификации процесса производства прямошовных труб из высоколегированных сталей и сплавов методом аргоно-дуговой сварки необходимо разработать методику расчета максимально допустимых скоростных режимов. Предлагается формула расчета скорости производства труб. Для повышения эффективности трубоэлектросварочного производства необходимо снизить напряжения разгрузки трубной заготовки и увеличить зону сжимающих напряжений в калибре опорно-сварочного узла.*

*Ключевые слова и фразы:* производство прямошовных труб; формовка трубной заготовки; трубоэлектросварочный агрегат; сварные трубы; скорость производства труб.

**Гузенков Владимир Николаевич**, д. пед. н., доцент  
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)  
vn@bmstu.ru

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯМОШОВНЫХ ТРУБ ИЗ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Изготовление прямошовных труб из высоколегированных сталей сваркой в среде защитных газов обеспечивает их высокие эксплуатационные свойства, хорошее качество наружной и внутренней поверхности, широкий сортамент, высокую геометрическую точность по диаметру и толщине стенки. Современные достижения в совершенствовании технологии позволяют изготавливать их близкими по качеству к бесшовным [2].

Прямошовные трубы из легированных сталей изготавливают на трубоэлектросварочных агрегатах аргоно-дуговой сварки труб. Формовка трубной заготовки из ленты осуществляется в калибрах формирующих клеток. Сварка трубной заготовки осуществляется в опорно-сварочном узле. Для изготовления труб аргоно-дуговой сваркой диаметром от 8 до 102 мм наибольшее распространение получили двухвалковые опорно-сварочные узлы с вертикальными консольными вальками. Расположенные за опорно-сварочным узлом калибровочные клетки обеспечивают качество и геометрическую точность готовой трубы. Перед формирующими клетями расположены накопитель ленты и стыковочная машина. После калибровочных клеток осуществляется порезка труб на заданную длину [7].

Значительный вклад в развитие производства электросварных труб внесли работы известных ученых: А. П. Коликов, Ю. Ф. Шевакин (трубосварочное оборудование), А. П. Чекмарев, Б. С. Азаренко (формовка и сварка труб), Ю. М. Матвеев, В. А. Рымов (напряженно-деформированное состояние трубной заготовки), А. П. Молчанов, В. И. Пунин (конструкции опорно-сварочных узлов), А. Г. Колесников, О. В. Соколова (технология и оборудование трубного производства) [1; 3; 4; 6; 9-12]. Однако при решении проблем, связанных с повышением эффективности трубоэлектросварочного производства, возникают трудности, обусловленные недостаточной изученностью некоторых вопросов технологии процесса формовки и сварки трубной заготовки. Требуется дополнить теоретические представления и экспериментальные исследования этих процессов.

Одним из важнейших путей повышения конкурентоспособности электросварных труб из высоколегированных сталей и сплавов, изготавливаемых на трубоэлектросварочных агрегатах аргоно-дуговой сварки, является выбор оптимальных технологических режимов. В настоящее время на отечественных и зарубежных заводах при производстве указанных труб одинакового сортамента технологические режимы, в том числе скорости сварки, существенно отличаются, что, соответственно, сказывается на технико-экономических показателях производства.

Для успешной интенсификации процесса производства прямошовных труб из высоколегированных сталей и сплавов методом аргоно-дуговой сварки необходимо разработать методику расчета максимально допустимых скоростных режимов изготовления труб и на основе ее анализа – методы, технические и технологические решения для изготовления труб на повышенных скоростях.

Производительность трубоэлектросварочных агрегатов сдерживается, в основном, опасностью возникновения дефектов сварного шва в виде горячих трещин. Трещины являются недопустимым дефектом, т.к. служат причиной разрыва сварного шва, хрупкого, усталостного или коррозионного разрушения трубы [8].

Исследования процесса получения труб при разных скоростных режимах показали, что возникновение горячих трещин в сварном шве можно связать с напряжениями упругой деформации трубной заготовки при выходе из калибра валков опорно-сварочного узла.

Принимаем следующие допущения при определении напряженно-деформированного состояния трубной заготовки при установившемся процессе формовки (трубная заготовка находится одновременно во всех клетях трубоэлектросварочного агрегата):

- продольный изгиб ленты отсутствует;
- влияние переднего и заднего концов ленты на очаг деформации не существенно;
- влияние сил трения не существенно, так как упругая деформация ленты-заготовки протекает вне области контакта с вальками;

- влиянием натяжения при формовке пренебрегаем;
- нейтральная поверхность изгиба геометрически совпадает с серединной поверхностью (рассматривается формовка труб с относительным радиусом кривизны больше 5).

Анализ напряженно-деформированного состояния трубной заготовки при выходе из калибра валков опорно-сварочного узла показал, что существует зона, в которой действие сжимающих напряжений на заготовку со стороны валков количественно превышает напряжения разгрузки.

Для определения допустимых скоростных режимов изготовления сварных труб необходимо учитывать увеличение предела прочности расплавленного металла сварного шва по мере его кристаллизации.

Таким образом, условие, при котором возможна сварка труб без разрывов сварного шва, выражается следующим неравенством:

$$|\sigma_{сп}| \geq |\sigma_p| - |\sigma_c|,$$

где:

$\sigma_{сп}$  – текущий предел прочности металла сварного шва по мере его кристаллизации;

$\sigma_p$  – напряжения разгрузки трубной заготовки;

$\sigma_c$  – сжимающие напряжения в трубной заготовке от воздействия валков опорно-сварочного узла.

Температурный интервал, в котором невозможно появление горячих трещин, можно определить на основе сравнительного анализа экспериментальных данных для исследуемой стали.

Принимая, что после сварки расплавленный металл сварного шва охлаждается главным образом за счет излучения, из условия:

$$|\sigma_{сп}| > |\sigma_p|,$$

с учетом закона Стефана-Больцмана, определяется время, необходимое для того, чтобы металл сварного шва достаточно застыл.

Длина зоны преобладающего действия сжимающих напряжений в кромках трубной заготовки над растягивающими (зона стабильной кристаллизации сварного шва) зависит, в первую очередь, от конструкции опорно-сварочного узла. Так, для трубоэлектросварочных агрегатов аргоно-дуговой сварки с двухвалковой схемой опорно-сварочного узла [5] скорость производства труб может быть рассчитана по формуле:

$$V = \frac{1,15 \times 10^7 \times C \times L}{\alpha_p \times S \times c \times \gamma \times \left( \frac{1}{T^3} - \frac{1}{T_n^3} \right)},$$

где:

$C$  – коэффициент теплового излучения металла сварного шва;

$L$  – длина зоны контакта трубной заготовки с валками опорно-сварочного узла;

$\alpha_p$  – угол пружинения трубной заготовки;

$S$  – толщина стенки трубной заготовки;

$c$  – средняя теплоемкость металла сварного шва;

$\gamma$  – плотность металла участка сварного шва;

$T$  – абсолютная температура тела;

$T_n$  – температура плавления.

Правомерность полученной зависимости подтверждается экспериментальными данными, полученными на трубоэлектросварочных агрегатах аргоно-дуговой сварки труб «ТЭСА АДС 20-76», «ТЭСА АДС 8-25», «ТЭСА АДС 10-60» при производстве прямошовных труб из стали марок 08X18H10T, 06X28МДТ и ХН78Т.

Применение данной формулы возможно при производстве прямошовных труб различного сортамента из высоколегированных и других марок сталей и сплавов аргоно-дуговой, лазерной и другими методами сварки.

Для повышения эффективности трубоэлектросварочного производства необходимо снизить напряжения разгрузки трубной заготовки и увеличить зону сжимающих напряжений в калибре опорно-сварочного узла.

#### Список источников

1. Колесников А. Г., Яковлев Р. А., Мальцев А. А. Технологическое оборудование прокатного производства. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. 158 с.
2. Коликов А. П., Кондратов Л. А. Развитие производства стальных труб // *Металлург*. 2008. № 2. С. 11-16.
3. Осадчий В. Я., Вавилин А. С., Зимовец В. Г., Коликов А. П. Технология и оборудование трубного производства. М.: Интернет Инжиниринг, 2007. 560 с.
4. Соколова О. В., Лепестов А. Е., Новокшинов Д. Н. Анализ калибровки валкового инструмента при непрерывной валковой формовке труб // *Производство проката*. 2016. № 5. С. 25-27.
5. Способ изготовления сварных труб / А. П. Молчанов, Ю. Н. Бобылев, Е. М. Кричевский, А. В. Мотырев, А. Б. Ламин, В. Н. Львов, А. А. Васин, В. Н. Гузненков, Г. Г. Поклонов. Патент на изобретение *RUS 2041753*.

6. **Трубосварочный стан** / А. П. Молчанов, Ю. Н. Бобылев, Е. М. Кричевский, А. Б. Ламин, В. Н. Гузненков, В. И. Пунин, Н. В. Жулидов, Г. Г. Поклонов, А. В. Мотырев, А. А. Васин, Н. Ф. Морозов, В. В. Зеленов, А. А. Киселев. Патент на изобретение RUS 2028846.
7. **Шевакин Ю. Ф., Коликов А. П., Райков Ю. Н.** Производство труб. М.: Интермет Инжиниринг, 2005. 568 с.
8. **Шинкин В. Н., Коликов А. П., Мокроусов В. И.** Критерий разрушения труб большого диаметра при несплавлении сварного соединения и внутреннем давлении // Производство проката. 2012. № 2. С. 14-16.
9. **Guznenkov V. N., Dozortsev Y. K., Krichevskij E. M., Lamin A. B., Molchanov A. P., Poklonov G. G.** Improvement of Argon Arc Tube Welding // Steel in Translation. 1994. № 5. P. 60-62.
10. **Guznenkov V. N., Krichevskij E. M., Lamin A. B., Molchanov A. P., Poklonov G. G.** Effect of Strip Steel Spring-Back on Electric-Weld Tube Quality // Steel in Translation. 1994. № 3. P. 53-54.
11. **Poklonov G. G., Guznenkov V. N., Krichevskij E. M.** Improvement of Roll Pass Design in Tube-Welding Machine // Steel in Translation. 1995. № 7. P. 51-52.
12. **Shinkin V. N., Kolikov A. P.** Simulation of the Shaping of Blanks for Large-Diameter Pipe // Steel in Translation. 2011. Vol. 41. № 1. P. 61-66.

#### DETERMINATION OF PRODUCTION SPEED OF STRAIGHT-LINE-SEAM PIPES OUT OF HIGH-ALLOY STEELS

**Guznenkov Vladimir Nikolaevich**, Doctor in Pedagogy, Associate Professor  
*Bauman Moscow State Technical University (National Research University)*  
vn@bmstu.ru

The article deals with the stressedly-deformed state of the pipe billet in the caliber of the support-welding unit. It is noted that in order to intensify the process of the production of straight-line-seam pipes out of high-alloy steels and alloys using the argon-arc welding method it is necessary to develop a methodology for calculating maximum permissible speed regimes. A formula is proposed for calculating the speed of pipe production. To increase efficiency of electric welding pipe production, it is necessary to reduce the unloading stresses of the pipe billet and increase the zone of compression stresses in the caliber of the support-welding unit.

*Key words and phrases:* production of straight-line-seam pipes; moulding of pipe billet; electric welding pipe machine; welded pipes; speed of pipe production.

УДК 378.147

#### Педагогические науки

*Рассматривается использование систем автоматизированного проектирования в учебном процессе на кафедре инженерной графики в Московском государственном техническом университете имени Н. Э. Баумана. Дано определение компьютерной графики. Показано развитие учебной дисциплины «Компьютерная графика». Объяснено использование в учебном процессе системы 'Autodesk Inventor'. Представлено содержание курса компьютерной графики на базе 'Autodesk Inventor'. Рассмотрены этапы создания электронной геометрической модели детали.*

*Ключевые слова и фразы:* инженерная графика; компьютерная графика; учебный процесс; система автоматизированного проектирования; электронная геометрическая модель детали.

**Гузненков Владимир Николаевич**, д. пед. н., доцент

**Журбенко Павел Александрович**

*Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана*

*(национальный исследовательский университет)*

vn@bmstu.ru; wln83@mail.ru

#### САПР В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Еще с конца прошлого века системы автоматизированного проектирования стали использоваться в учебном процессе в высших технических учебных заведениях [19].

На кафедрах инженерной графики, выпускающих кафедрах использовались различные пакеты для автоматизации выполнения чертежей. Печать чертежей осуществлялась на графопостроителях.

Система автоматизированного проектирования (САПР) *AutoCAD* компании *Autodesk* разрабатывалась под операционную систему *DOC*, а с версии *AutoCAD 14* – под *Windows*. По тем или иным причинам *AutoCAD* использовали на производстве и в учебных заведениях, и к концу столетия САПР *AutoCAD* заняла устойчивое положение как система, позволяющая выполнять чертежи на компьютере.

Развитие вычислительной техники, а вместе с ней систем автоматизированного проектирования, позволило говорить о новом курсе в блоке учебных инженерных геометро-графических дисциплин – компьютерной графике. Под компьютерной графикой в инженерном образовании понимали процесс создания, преобразования, хранения, передачи и воспроизведения информации с помощью ЭВМ [20]. Курс «Компьютерная графика» знакомит студентов с возможностями использования ЭВМ (компьютеров) при разработке конструкторской документации. Цели преподавания компьютерной графики – освоение студентами методов и средств компьютер-