

Выдрин Александр Владимирович

ОАО «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности». Россия, 454139, г. Челябинск, ул. Новороссийская, 30.

Тел.: (351) 734-70-60; e-mail: vydrinav@rosniti.ru.

Abstract

The efficiency of pipe making technologies is mostly depend of metal using, tool using, power using during tube manufacturing. So one of the main directions of technology improving is developing new metal and power saving processes.

In this article present some technical solutions, which permit further development technologies tube extrusion, continues rolling and piercing.

Металлосберегающие технологии производства горячепрессованных бесшовных труб

Основным способом производства труб из сложнолегированных, нержавеющей сталей и сплавов является прессование. Однако этому процессу сопутствует повышенный расход металла, что, в совокупности с высокой стоимостью обрабатываемого металла, может существенно снизить его эффективность. В связи с этим в ОАО «РосНИТИ» выполнен комплекс исследовательских работ, позволивших разработать ряд технических решений, позволяющих сократить объем обрезки при производстве горячепрессованных труб.

Одним из способов, уменьшающих величину пресс-остатка при прессовании является использование составного пресс-штемпеля, рабочая поверхность которого состоит из двух коаксиальных окружностей, способных перемещаться с разными скоростями [1]. При этом диаметр наружной окружности соответствует диаметру контейнера, а диаметр внутренней окружности соответствует диаметру матрицы. В процессе прессования основной части металла обе части рабочей поверхности перемещаются вместе как единый инструмент (рис. 1а).

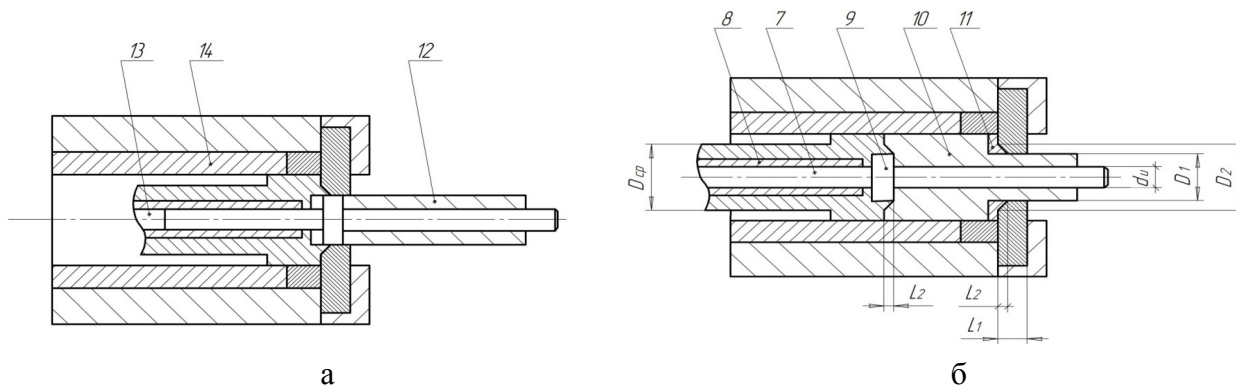


Рис. 1. Схема работы составного пресс-штемпеля

На окончательной стадии процесса прессования перемещение наружной части инструмента прекращается и происходит выпрессовка оставшейся части металла с помощью внутренней части инструмента (рис. 1б).

В настоящее время Красноярской школой обработчиков металлов давлением (Н.Н. Довженко, С.Б. Сидельников и др.) успешно развивается совмещенный процесс «прокатка – прессование» в различных вариантах. Анализ возможности применения этого процесса к производству бесшовных труб позволил разработать новый совмещенный процесс «прокатка – прошивка - прессование» [2]. Суть его заключается в том, что на первой стадии

осуществляется прокатка сплошной заготовки в приводных калиброванных валках. На второй стадии осуществляется прошивка сплошной заготовки за счет мощности, подводимой, приводными валками (рис. 2а). На третьей стадии прошитая заготовка прессуется, причем энергия на деформацию продолжает подводиться прокатными валками. На четвертой стадии, после того, как металл выходит из прокатных валков (рис. 2б), валки сводятся, происходит реверс направления их вращения, оправка продвигается в зазор между валками и происходит раскатывание пресс-остатка (рис. 2в).

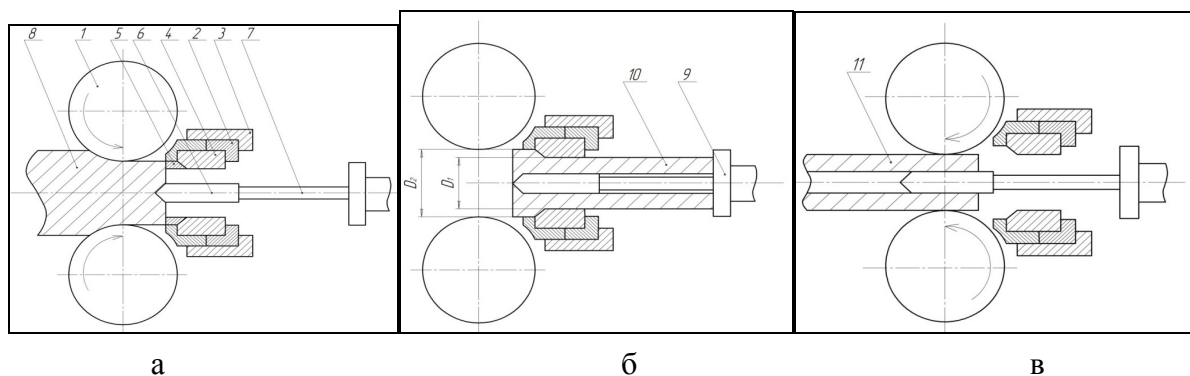


Рис. 2. Схема процесса «прокатка – прошивка – прессование»

Расширить сортамент горячепрессованных труб и повысить производительность редуцирования труб после прессования. При этом для варьирования толщины стенки трубы, процесс редуцирования необходимо вести с продольными усилиями между клетями. В то же время известно, что процесс редуцирования с межклетевыми натяжениями характеризуется наличием у трубы утолщенных концов. Для уменьшения утолщенной части заднего конца трубы и сокращения, тем самым, объема обрезки, предлагается в процессе прессования утол-

нять толщину заднего конца черновой трубы. Последнее возможно за счет использования пресс-иглы переменного диаметра, утолщенной у ее задней части [3].

Чтобы определить профиль пресс-иглы проведено исследование характера формоизменения при формировании утолщенного заднего конца трубы и на основе этого разработана методика расчета калибровки пресс-игл. Технология прессования с пресс-иглой переменного сечения (рис. 3) успешно опробована на Волжском трубном заводе.



Рис. 3. Пресс-игла переменного сечения

Ресурсосберегающая технология высадки концов бурильных труб

Востребованным видом металлопродукции на рынке стальных труб являются высокопрочные бурильные трубы с удлиненной переходной зоной высадки. Высаженная часть таких труб изготавливается на современных высадочных прессах за четыре операции. Сокращение числа операций позволит, с одной стороны, сократить затраты на изготовление технологического инструмента и, с другой стороны, сократить число нагревов концов труб (экономия электроэнергии, сокращение угара и т.п.) перед каждой операцией высадки.

Анализ технологии высадки концов бурильных труб показал, что число применяемых операций может быть сокращено за счет перераспределения схем течения металла. Как известно процесс высадки может осуществляться с преимущественным течением металла наружу, внутрь, либо с комбинированным течением металла и наружу и во внутрь трубы. Согласно разработанной технологии в первой операции предложено вместо комбинированной высадки применять высадку с преимущественным течением металла в направлении пуансона (внутри). Это существенно повышает устойчивость высаживаемого отрезка трубы и исключает появле-

ние дефекта «перегиб волокна». Кроме этого, в результате увеличения толщины стенки высаженного конца в первой операции, появилась возможность увеличения коэффициента усадки в последующих операциях.

Сокращение числа операций естественно приводит к увеличению коэффициентов деформации в каждой отдельно взятой операции. Последнее, в свою очередь, влечет за собой увеличение нагрузок на инструмент и другие элементы оборудования. Для того, чтобы оценить допустимость возникаю-

щих нагрузок разработана математическая модель процесса высадки на основе метода линий скольжения [4, 5]. Расчеты показали, что при допустимом усилии 2400 кН усилие высадки за три операции не превысит 1900 кН.

Для получения высаженных концов за три операции был спроектирован и изготовлен инструмент, технология была опробована в ОАО «Таганрогский металлургический завод». Полученные трубы соответствовали требованиям стандартов (табл. 1)

Таблица 1 – Геометрические параметры высаженной части трубы, мм

Наружный диаметр высаженного конца	Внутренний диаметр высаженного конца	Толщина стенки высаженного конца	Длина внутренней цилиндрической зоны	Длина внутренней переходной зоны	Длина наружной цилиндрической зоны	Длина наружной переходной зоны
Требования API Spec 5DP/ISO 11961, PSL1 для групп прочности G, S						
135	76	28,5	120	100	80	100
Полученные при высадке концов опытной партии труб						
134,8 – 135,3	76,0 – 76,2	28-29	124	137	88	100

Металлосберегающая технология горячей непрерывной прокатки бесшовных труб

Снижению металлоемкости труб существенно способствует повышение точности толщины стенки труб. При производстве бесшовных труб основное влияние на толщину стенки оказывает процесс раскатки. В связи с этим был выполнен анализ процесса раскатки гильз на непрерывных станах, являющихся в настоящее время наиболее современными и производительными агрегатами.

Толщина стенки трубы определяется комплексным воздействием калибровки валков и режима натяжений (скоростного режима).

Для определения основных геометрических параметров калибров выполнен анализ калибровок валков и качества получаемых труб на ряде непрерывных отечественных и зарубежных станах, работающих с плавающей оправкой. В результате были установлены рациональные значения овализации калибров и углов выпуска (табл. 2).

Таблица 2 – Рациональные параметры калибров непрерывных станов

Номер клетки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Овальность	1,23 – 1,25	1,2 – 1,22	1,2 – 1,22	1,2 -1,21	1,24 – 1,25	1,24 – 1,25	1,25	1,07 – 1,09	1,09
Угол выпуска, град.	38	38	39	42	42	42	34	30	0

Анализ формоизменения толщины стенки при раскатке гильз на непрерывных станах показал, что для получения высокоточных труб первые клетки должны работать как обжимные, обеспечивая максимальное обжатие стенки трубы, средние клетки должны работать как прогладочные, обеспечивая повышенную точность стенки, предпоследняя клетка должна обеспечивать небольшое обжатие по стенке трубы (порядка 2...4%) и способствовать отрыву трубы от оправки, последняя клетка должна работать в режиме профилирования, обеспечивая полный отход трубы от оправки. На станах с удерживаемой оправкой, в состав которых входит стан-извлекатель, последнюю клетку целесообразно делать неприводной.

Приведенному выше режиму обжатий соответствует режим натяжений, согласно которому в межклетевых промежутках обжимной группы клеток межклетевые натяжения должны быть максимальными, в межклетевых промежутках прогладочной группы клеток должны быть небольшие (порядка $0,15...0,2 \sigma_s$) растягивающие усилия, в предпоследнем межклетевом промежутке должны быть подпирющие усилия, которые способна создать предпоследняя клетка, в последнем межклетевом промежутке на станах с плавающей оправкой продольные усилия должны отсутствовать.

Для реализации рационального режима межклетевых натяжений необходимо задавать соответствующий скоростной режим работы валков. Зада-

ча по определению связи скоростного режима и режима натяжений достаточно сложная. Для ее решения разработана соответствующая математическая модель [6, 7], на основе которой созданы программные продукты [8, 9].

Металлосберегающая технология валковой прошивки непрерывно-литой заготовки

станов. Однако, повышение производительности, как правило, влечет за собой снижение качества продукции и, соответственно повышенную отбраковку.

Для определения параметров настройки прошивного стана, обеспечивающих высокую производительность при сохранении требуемого качества гильзы решена с помощью градиентного метода оптимизационная задача. В качестве критерия оптимизации при этом выступает машинное время прокатки, управляющими параметрами являются угол подачи и обжатие в пережиме валков, а в качестве системы ограничений приняты условия первичного и вторичного захвата, условие отсутствия преждевременного вскрытия полосы перед носком оправки и ограничение по овализации в пережиме валков. Также принималось во внимание ограничение по конструктивным признакам длины бочки вала.

В качестве примера рассчитана оптимальная настройка прошивного стана при прошивке заготовки диаметром 410 мм в гильзу диаметром 495 мм с толщиной стенки 30,5 мм. Расчеты показали, что максимальная производительность достигается при угле подачи 10^0 и обжатии в пережиме 12%. При этом обеспечивается требуемое качество поверхности гильзы и точность ее геометрических размеров. Полученные данные хорошо согласуются с работами [10] (угол подачи $7,5...11,5^0$, обжатие в пережиме $11...12\%$) и [11] (угол подачи $8...11^0$, обжатие в пережиме $10,2...10,9\%$).

Литература

1. Пат. 2443485 Российская Федерация, МПК В21J 5/00. Устройство для прессования полых профилей /Выдрин А.В., Космацкий Я.И., Баричко Б.В. - №2010119126/02; заявл. 12.05.10; опубл. 27.02.12, Бюл. №6. – 6 с.
2. Пат. 2457051 Российская Федерация, МПК В21В 17/00, В21В 25/02, В21С 23/08. Способ прокатки и прессования полых профилей и устройство для его осуществления /Выдрин А.В., Космацкий Я.И. - №2011111040/02 заявл. 23.02.11; опубл. 27.07.12, Бюл. №21. – 8 с.
3. Пат. 2442670 Российская Федерация, МПК В21J 5/00, В21В 17/14. Способ изготовления труб /Пышминцев И.Ю., Выдрин А.В., Космацкий Я.И. - №2010135860/02; заявл. 26.08.10; опубл. 20.02.12, Бюл. №5. – 6 с.

Процесс прошивки заготовок расположен в начале технологической схемы производства бесшовных труб. В соответствии с этим он должен обладать высокой производительностью, что прошивной стан не стал узким местом. Это становится особенно актуальным в настоящее время в связи с появлением высокопроизводительных раскатных

4. Выдрин А.В. Математическая модель процесса высадки концов труб /А.В. Выдрин, А.В. Зинченко, Б.В. Баричко //Труды 19 Международной научно-технической конф. «ТРУБЫ-2011». – Челябинск: ОАО «РосНИТИ», 2011. – Ч. II. – С. 270-275.
5. Выдрин А.В. Моделирование напряженно-деформированного состояния при осадке высокой полосы (двухстороннее течение металла) /А.В. Выдрин, А.В. Зинченко, Б.В. Баричко //Вестник ЮУрГУ: серия «Металлургия». – Вып. 18. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2012. – №15. – С. 126-128.
6. Выдрин А.В. Теоретические основы повышения точности размеров труб при прокатке на непрерывном стане /А.В. Выдрин, В.В. Широков //Вестник ЮУрГУ: серия «Металлургия». – Вып. 16. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2011. – №14. – С. 81-86.
7. Выдрин А.В. Компьютерное моделирование скоростного режима непрерывной прокатки труб /А.В. Выдрин, В.В. Широков //Сталь. – 2011. – №2. – С. 56-58.
8. Свид. об официальной регистрации программ для ЭВМ 2012613142 Российская Федерация. Программный комплекс для расчета скоростных режимов трубопрокатного стана с плавающей оправкой /Широков В.В., Выдрин А.В.
9. Свид. Об официальной регистрации программ для ЭВМ 2012613141 Российская Федерация. Программный комплекс для расчета скоростных режимов трубопрокатного стана с удерживаемой оправкой /Широков В.В., Выдрин А.В.
10. Ананьев А.В. Совершенствование технологии прошивки непрерывно-литой заготовки с целью уменьшения количества дефекта «внутренняя плена» /А.В. Ананьев, Р.О. Бушин, О.А. Панасенко и др. //Труды 19 Международной научно-технической конф. «ТРУБЫ-2011». – Челябинск: ОАО «РосНИТИ», 2011. – Ч. II. – С. 10-14.
11. Голубчик Р.М. Анализ и совершенствование режимов прошивки заготовок на агрегате 159-426 ВТЗ /Р.М. Голубчик, Д.В. Меркулов, М.В. Чепурин и др. //Труды 19 Международной научно-технической конф. «ТРУБЫ-2011». – Челябинск: ОАО «РосНИТИ», 2011. – Ч. II. – С. 74-78.