



УДК 669.74

Поступила 30.06.2014

Ю. Е. СЕМЧИН, О. И. КОМ, ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ БЕСШОВНЫХ ТРУБ НА ОАО «БЕЛОРУССКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД – УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БЕЛОРУССКАЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ»

Рассматривается весь технологический процесс производства высококачественных бесшовных труб на трубопрокатном агрегате ОАО «БМЗ».

The whole technological process of the high-quality seamless pipes production on the pipe-rolling unit of JSC “BMZ” is considered.

Трубопрокатный цех, введенный в эксплуатацию в июле 2007 г. на ОАО «Белорусский металлургический завод» (ОАО «БМЗ»), выпускает трубы диаметром 21,3–168,3 мм, освоено производство более 250 позиций различного назначения. Качество соответствует российским и зарубежным стандартам (ГОСТ, DIN, ASTM, API 5L, EN, API-5CT). Более 80% трубной продукции реализуется за пределы Республики Беларусь.

Весь технологический процесс производства бесшовных труб на трубопрокатном агрегате ОАО «БМЗ» можно условно разбить на ряд этапов и, проанализировав каждый этап в сравнении с существующими в мире технологиями, сделать выводы о его преимуществах либо недостатках.

1. Нагрев заготовки под прокатку. В технологии производства бесшовных труб нагрев металла считается одним из существенных технологических этапов. Режим нагрева заготовок перед деформацией в значительной степени определяет качество готовых труб, их механические и технологические свойства, производительность установки, энергосиловые и скоростные показатели процесса прокатки и прессования.

В качестве нагревательной печи для трубопрокатного комплекса Белорусского металлургического завода используется газовая печь с кольцевым вращающимся подом с максимальной производительностью 80 т/ч. Печь позволяет нагревать горячекатаные и непрерывнолитые круглые заготовки сечениями $\varnothing 140 - 200$ мм до температур пластической деформации.

На существующих в мире трубопрокатных агрегатах для производства бесшовных труб для нагрева заготовок применяют газовые (кольцевые, секционные, с шагающими балками и т. д.) и индукционные печи. Газовые печи с кольцевым вращающимся подом получили наибольшее распространение в трубном производстве, поскольку обладают большой технологической гибкостью, приспособлены для перехода с камерного режима работы на методический и наоборот. В данного типа печах горелки равномерно расположены по окружности печи и позволяют распределять подачу топлива в соответствии с требованиями температурного режима: при камерном режиме – обеспечивают подачу топлива равномерно по всей окружности; при методическом режиме – неравномерно по окружности (например, на методическую (подогрева) зону – 20 %; на сварочную (нагрева) – 65 %; на зону выдержки – 15 %). Горизонтальное расположение пода, герметичность печи благодаря наличию водяного или песочного затвора пода и минимальному числу окон (только для загрузки, выгрузки и 1–2 контрольных), стационарное положение заготовок на поде, что сохраняет первичную окалину в процессе нагрева – все это способствует уменьшению окалинообразования в кольцевых печах [1, с. 505]. Величина потерь металла на угар в кольцевой печи (0,5–1,0 %) значительно меньше величины потерь в печах с шагающими балками (2,5–3,0%) [2].

Таким образом, из всего перечисленного выше можно сделать вывод, что для трубопрокатного

комплекса ОАО «БМЗ» выбрана оптимальная конструкция нагревательной печи, позволяющая обеспечить высокое качество нагрева заготовок для дальнейшей пластической деформации.

2. Прошивка заготовки с получением гильзы. В качестве прошивного стана для трубопрокатного комплекса ОАО «БМЗ» был выбран косовальковый прошивной стан поперечно-винтовой прокатки с валками конической (грибовидной) формы и направляющими дисками Дишера.

На современных трубопрокатных агрегатах с непрерывным станом для получения гильз из катаной или непрерывнолитой заготовки применяются прошивные станы винтовой прокатки различной конструкции, а также пресс-валковые прошивные станы.

В мировой практике трубного производства наибольшее распространение получили прошивные станы поперечно-винтовой прокатки двухвалкового типа с направляющим инструментом – линейками или дисками (Дишера). На этих станах достигаются значительные вытяжки и обеспечивается производство относительно тонкостенных гильз. Основным разработчиком и производителем современных модернизированных прошивных станом поперечно-винтовой прокатки за рубежом является немецкая фирма «Mannesmann Demag Meer», разработавшая конструкцию двухвалковых прошивных станом, обеспечивающих повышение коэффициента вытяжки до 5, ужесточение допуска по толщине стенки гильзы, улучшение качества поверхности и сокращение расхода прокатного инструмента [3, с. 137].

Двухвалковые прошивные станы конструкции «Mannesmann Demag Meer» имеют следующие особенности:

- вертикальное расположение рабочих валков, что улучшает условия монтажа направляющих дисков и облегчает размещение индивидуальных приводов рабочих валков;
- использование приводных дисков вместо направляющих линеек, что улучшает условия продольного перемещения заготовки и, как следствие, позволяет увеличить длину прокатываемых гильз до 9,5 м;
- выдачу оправки вместе с гильзой из линии стана и внестановую замену оправок, обеспечивающую уменьшение вспомогательного времени цикла («время паузы») до 4–5 с;
- возможность обработки как катаной, так и непрерывнолитой заготовки без ее предварительного обжатия.

Если же сравнивать станы с валками бочковидной и грибовидной формы, то в стане с бочковидными валками окружная скорость валка, скорость

вращения заготовки и скорость подачи возрастают от входа к «пережиму» валков, а в грибовидном прошивном стане эти параметры все время нарастают от входа к выходу валков, что увеличивает скорость прошивки. Изменение угловой скорости заготовки вдоль очага деформации приводит к скручиванию металла при прошивке. В бочковидных станах ввиду того что угловая скорость заготовки до «пережима» возрастает, а после «пережима» падает, скручивание металла во входном конусе направлено в сторону вращения заготовки, а выходном – в обратную сторону. В грибовидных прошивных станах скручивание металла вдоль всего очага деформации направлено в сторону вращения заготовки и не меняется в процессе прошивки. Изложенное дает основание полагать, что напряженное состояние металла при прошивке в грибовидном прошивном стане наиболее благоприятно с точки зрения получения качественных гильз при повышении производительности стана. Следует также отметить, что по литературным данным и данным, полученным на трубопрокатных заводах, брак по наружным и внутренним плёнам в установках с грибовидными прошивными станами не превышает 0,06 %, в то время как брак по наружным и внутренним плёнам в установках с бочковидными валками более 4%.

В настоящее время наибольшее распространение за рубежом получают именно прошивные станы с двухпорными грибовидными валками (положительным углом раскатки) и индивидуальным приводом валков.

Из всего перечисленного выше можно сделать вывод, что современный двухвалковый прошивной стан поперечно-винтовой прокатки с вертикально расположенными грибовидными валками, с дисками Дишера и системой замены оправок удовлетворяет всем требованиям в отношении качества продукции, производительности агрегата, износа инструмента и удобства обслуживания.

3. Раскатка гильзы в черновую трубу на раскатном стане. В качестве раскатного стана выбран 4-клетьевого непрерывный стан с удерживаемой оправкой и трехвалковыми клетями (конструкция PQF). Каждый валок оснащен индивидуальным приводом. Перед станом установлена трехвалковая клеть обжатия полой заготовки (калибровочная). Задача оправки в гильзу – внестановая. Снятие трубы с гильзы после раскатки осуществляется в 3-клетьевого стане-извлекателе (AZW 450 I 3).

Стан PQF является конструкторской разработкой, выдвинутой компанией «INNSE», Италия (в настоящее время входит в состав «SMS MEER»).

В мировой практике превращение гильзы в черновую трубу осуществляется путем ее продольной, косой или поперечной раскатки на короткой или длинной оправке. Методы реализации этого процесса характеризуются большим разнообразием, сложными технологическими схемами и конструкциями оборудования и постоянно совершенствуются с целью повышения качества труб, снижения материалоемкости, энергоемкости и трудоемкости их производства.

Отличительный признак непрерывной прокатки – одновременная деформация металла трубы в нескольких последовательно расположенных клетях. Клетки непрерывного стана оказываются взаимосвязанными друг с другом через прокатываемую трубу и оправку. Основное достоинство процесса – возможность прокатки труб большой длины с высокой скоростью. К преимуществам ТПА такого типа следует отнести также благоприятные условия деформации металла в непрерывном стане, минимальные технологические отходы и расположение оборудования, удобное для автоматизации технологических операций.

По технологии PQF прокатка труб осуществляется в трехвалковых регулируемых клетях на удерживаемой оправке. С точки зрения стоимости вложений, эффективности технологии и качества продукции она имеет больше преимуществ по сравнению с общеизвестными двухвалковыми установками МРМ (RMM). Эти преимущества заключаются в следующем:

- только одна гидравлическая система регулирования раствора валков, что обеспечивает простоту в обслуживании;
- более низкая степень деформации под ручьем валка в первой клетке, что обеспечивает возможность большего удлинения материала;
- меньший перепад окружной скорости между основанием ручья и фланцем валков, за счет чего достигается более ровная деформация в калибре как в устойчивом, так и переходном режиме;
- сокращение фланцевого участка трубы (не соприкасающегося с валком или оправкой), что позволяет лучше контролировать поток металла по направлению к фланцу – это становится особенно очевидным при прокатке хвостовой части, когда поток металла не сдерживается материалом у входа в клетку, как это бывает при устойчивом режиме работы;
- повышение срока службы оправки и валков;
- равномерное распределение температуры по черновой трубе;
- снижение образования плавников на концах трубы – за счет этого снижается концевых потерь;

- сокращение отклонений по допускам на толщину стенок.

Такие технические преимущества приводят к повышению эффективности по сравнению со станом традиционной конструкции (МРМ).

Выбранная конструкция раскатного стана (стан PQF) позволяет выпускать продукцию более высокого качества и при этом с большей рентабельностью, чем на агрегатах с непрерывными станами традиционной конструкции.

4. Промежуточный подогрев черновых труб. Промежуточный подогрев необходим для выравнивания температур по длине и сечению черновых труб – это требуется только для тонкостенных труб, доля которых может составить 20–40 % сортамента. В качестве устройства промежуточного подогрева выбран индуктор, который обладает следующими преимуществами по сравнению с газовой печью:

- подбирая частоту индуктора, можно добиться толщины «скин-эффекта», равной толщине стенок трубы, что обеспечивает скорость и равномерность прогрева;
- ввиду большой скорости нагрева практически исключено окисление;
- значительно меньшие геометрические размеры установки;
- возможность отключения при нецелесообразности использования.

5. Редуцирование черновых труб на 28-клетевом редуциционно-растяжном стане. На редуциционно-растяжном стане ряд 3-валковых клеток выполняет в непрерывном режиме обжатие трубы по диаметру, без участия оправки. В качестве редуциционно-растяжного стана выбрана комбинированная трехвалковая конструкция, включающая 10 клеток с валками номинальным диаметром 450 мм и 18 клеток с валками номинальным диаметром 330 мм. Клетки оснащены внутренними коническими редуцирующими валками. Каждая клетка имеет один входной вал от общих редуцирующих коробок. За счет возможности варьировать количество клеток и частоту вращения удается получать готовые трубы необходимого профильного сортамента всего из нескольких размеров черновых труб, поступающих с раскатного стана. Горячую безоправочную прокатку в мировой практике применяют для калибровки труб по диаметру (калибровочные станы), значительного уменьшения диаметра и изменения толщины стенки труб (редуциционные станы).

Опыт эксплуатации редуциционных станов показал, что увеличение числа валков, образующих калибр, уменьшает поперечную разностенность труб. Следовательно, 28-клетевой редуциционно-

растяжной стан трехвалковой конструкции, оснащенный системой измерения толщины стенки, отвечает современным тенденциям в технологиях по производству бесшовных горячедеформированных труб.

После редуционно-растяжного стана происходит транспортировка труб по транспортному рольгангу, а затем их боковое выбрасывание на поле холодильника с помощью специального устрой-

ства. Шагающие балки с электромеханическим приводом осуществляют перемещение труб по полю холодильника и при этом одновременное их вращение вокруг своей оси – этим обеспечивается более равномерное охлаждение.

На этом процесс производства черновых труб можно считать законченным и трубы поступают на линию отделки.

Литература

1. Грудев А. П., Машкин Л. Ф., Ханин М. И. Технология прокатного производства. М.: Металлургия, 1994.
2. Тимошпольский В. И., Гусова И. А., Андрианов Д. Н. и др. Математическая модель выбора печи для нагрева трубных заготовок // Сталь. 2004. № 10.
3. Данченко В. Н., Коликов А. П., Романцев Б. А., Самусев С. В. Технология трубного производства. М.: Интернет инжиниринг, 2002.