

УДК 621771

Эшимов Д.Т, Магистр,
проф. Турсунов Б.М, Научный руководитель,
"Обработка металлов давлением" кафедра
Ташкентского государственного технического университета им.
И.Каримова

МЕТОДИ ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДОВ ЭНЕРГИИ ПРОЦЕССОВ ПРОКАТИ

Аннотация: Энергоемкость является одной из основных характеристик технологических процессов, т.к. энергетические затраты составляют ощутимую статью общих затрат на производство продукции. Особенно энергоемкими являются технологические процессы в обработке металлов давлением, где для осуществления процессов требуются значительные напряжения и усилия, моменты вращения рабочих органов машин и механизмов. В статье рассматриваются методы оптимизации энергопотребления при прокатке и анализируем их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: прокатное производство, пластическая деформация, энергопотребление, прокатка, автоматизации процессов обработки давлением.

Eshimov D.T., Master,
prof. Tursunov B.M., Scientific supervisor,
"Metal forming" department
Tashkent State Technical University named after I. Karimova

METHODS FOR OPTIMIZING ENERGY COST OF RENTAL PROCESSES

Abstract: Energy intensity is one of the main characteristics of technological processes, as energy costs constitute a tangible article of the total cost of production. Particularly energy-intensive are technological processes in metal forming, where the implementation of processes requires significant stress and effort, the moments of rotation of the working bodies of machines and mechanisms. The article discusses methods for optimizing energy consumption during rolling and analyzes their advantages and disadvantages.

Keywords: rolling production, plastic deformation, energy consumption, rolling, automation of pressure treatment processes.

Введение

Одним из основных потребителей энергии в промышленно развитых странах является металлургия. Здесь расходуется около 30% всей энергии, потребляемой промышленностью. В зависимости от структуры народного хозяйства доля металлургии в части энергопотребления составляет 9 – 14%. Из этого следует актуальность возможно, более экономного расходование энергии и рационального ее применения в металлургии, особенно с учетом изменившегося, положения с запасами энергоносителей в мире в целом и в Узбекистане в особенности [1–3]. За последние годы удельный расход энергии на процессы металлургической плавки сократился, а удельный расход электроэнергии на процессы горячей и холодной обработки давлением возрос. Это связано с повышением степени механизации и автоматизации процессов, в том числе вспомогательных. Причем потребление энергии на единичных агрегатах возросло в большей степени, чем

увеличилось производство продукции. Из общего объема энергии, потребляемой на производство проката на непрерывных сортовых станах, 75–80 % расходуется непосредственно на деформацию металла.

Низкотемпературная прокатка

Сущность процесса низкотемпературной прокатки (также встречается термин низкотемпературный нагрев) заключается в значительном, на 100...400 °С, уменьшении температуры начала прокатки. Такое снижение температуры нагрева приводит к существенному уменьшению расхода топлива на нагрев заготовок и времени нагрева. Последнее увеличивает производительность печи и снижает окалинообразование.

Низкотемпературная прокатка относительно давно и успешно применяется на тонколистовых широкополосных станах, а также на проволочных и сортовых станах. Проведенные исследования показали, что благодаря снижению температуры начала прокатки можно достигнуть сокращения расхода энергии до 120 МДж/т на среднесортном стане и 195 МДж/т — на мелкосортном.

С одной стороны снижение температуры нагрева на каждые 10° С сокращает расход топлива на 0,3...1,0 кг у.т./т и угар металла на 0,4...1,2 кг/т. С другой стороны, увеличивает расход электроэнергии на прокатку и износ валков на 1...2%, что обусловлено возрастанием сопротивления металла деформации и, соответственно, силы прокатки. Однако в денежном эквиваленте экономия расходов на топливо больше в 4 раза, чем дополнительные затраты на электроэнергию.

Одним из примеров реализации технологии низкотемпературной прокатки на сортовом стане является завод фирмы Fagerstad AB Osterbyverken (Швеция). На этом заводе технология низкотемпературной прокатки была применена при производстве мелкосортного проката квадратного сечения 10,5×10,5 мм из заготовок диаметром 70 мм из углеродистой стали. На стане снизили температуру начала прокатки с 1150

до 750 °С, то есть на 400 °С. А для прокатки заготовок из пружинной, подшипниковой, инструментальной и нержавеющей сталей допустимо снижать температуру начала прокатки до 800...950 °С. Снижение затрат энергии составляет от 306 до 468 Мдж/т.

Следует отметить, что при прокатке среднеуглеродистых сталей ~80% энергии тратится на нагрев металла до 1150°С. При снижении этой температуры до 750°С качество продукции остается соответствующим стандартам Швеции, а затраты энергии, невзирая на увеличение нагрузки двигателей стана, уменьшаются. При снижении температуры прокатки нержавеющей сталей до 800...950 °С затраты энергии уменьшаются на 13...20 %.

Еще одним из положительных эффектов от использования технологии низкотемпературной прокатки является снижение потерь тепла раскатом во время прокатки и транспортировки. В связи с тем, что теплоотдача от раската в окружающую среду зависит от 4-й степени абсолютной температуры (закон Стефана-Больцмана), снижение температуры нагрева приводит и к уменьшению потерь тепла во время прокатки и транспортировки раската.

Установлено, что потери тепла излучением при низкотемпературной прокатке уменьшаются до 70%. В то же время, зависимость потерь тепла в связи с контактом прокатываемого металла с валками от перепада температур носят линейный характер и уменьшаются при снижении температуры металла в меньшей степени.

С другой стороны приход энергии от разогрева металла в условиях пластической деформации, если прокатка ведется в одинаковых энергосиловых условиях, зависит только от числа проходов. Уменьшение температуры нагрева влечет за собой уменьшение разовых абсолютных обжатию, что приводит к увеличению числа проходов. Например, если при обычном режиме нагрева сляба в черновой клетке ТЛС совершается 5...7

проходов, а в чистовой 9...11, то увеличение числа проходов до 9...15 в случае использовании технологии низкотемпературной прокатки вполне допустимо. Таким образом за счет увеличения количества проходов приход тепла только за счет тепла деформации может увеличиться в 1,5 раза.

Несмотря на все преимущества, применение технологии низкотемпературной прокатки во многих случаях может ограничиваться допустимыми нагрузками на прокатное оборудование (в связи с возрастанием силы прокатки), а также требованиям к получению необходимой микроструктуры металла.

При разработке технологии низкотемпературной прокатки необходимо решить следующие задачи:

- определить допустимую минимальную температуру нагрева металла с точки зрения обеспечения образования необходимой структуры;
- рассчитать силу прокатки и произвести проверочные расчеты оборудования на прочность;
- рассчитать расход топлива на нагрев и электроэнергии на прокатку при разных температурах нагрева;
- оптимизировать температурный режим по минимуму энергозатрат (или по минимуму денежных затрат).

На рис. 1 в качестве примера представлены результаты расчетов расхода энергоносителей в зависимости от температуры нагрева для прокатки полосы толщиной 5 мм.

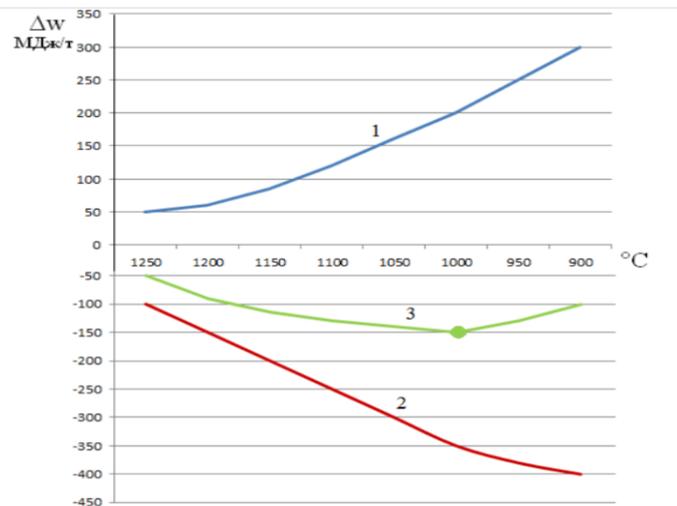


Рис. 1. Изменение удельного расхода электроэнергии на прокатку (1), топлива на нагрев (2) и суммарного расхода энергии (3) при низкотемпературной прокатке полосы толщиной 5 мм

Из рисунка видно, что оптимальной температурой нагрева с точки зрения минимума энергозатрат в этом случае является температура 1000 °C.

Следует отметить, что для разных прокатных станов и типоразмеров проката оптимальная температура начала прокатки будет существенно отличаться.

Технология «сухой» прокатки

Еще одной перспективной технологией, которая позволяет сократить потери тепла является «сухая» прокатка. Данная технология заключается в препятствовании попаданию воды из системы охлаждения валков на прокат благодаря применению замкнутых систем охлаждения.

Это позволяет избегать дополнительных потерь тепла раскатом от контакта с охлаждающей водой. Для избегания этих потерь необходима тщательная изоляция раскатов от охлаждающей жидкости, потому как вода забирает наибольшее количество тепла при контакте с поверхностью полосы. Поэтому при разработке замкнутых систем охлаждения

важнейшим моментом является создание надежных уплотнений между валками и самой системой.

Предупреждение попадания воды на поверхность раската уменьшает скорость его охлаждения, что приводит к уменьшению силы прокатки или позволяет нагревать металл до меньшей температуры, тем самым экономя энергоносители.

Охлаждение поверхности валков делается более эффективным, что увеличивает срок их службы за счет уменьшения поверхностных напряжений, которые ведут к образованию трещин, и износа. Для осуществления «сухой» прокатки разработано устройство, изображенное на рис. 2.

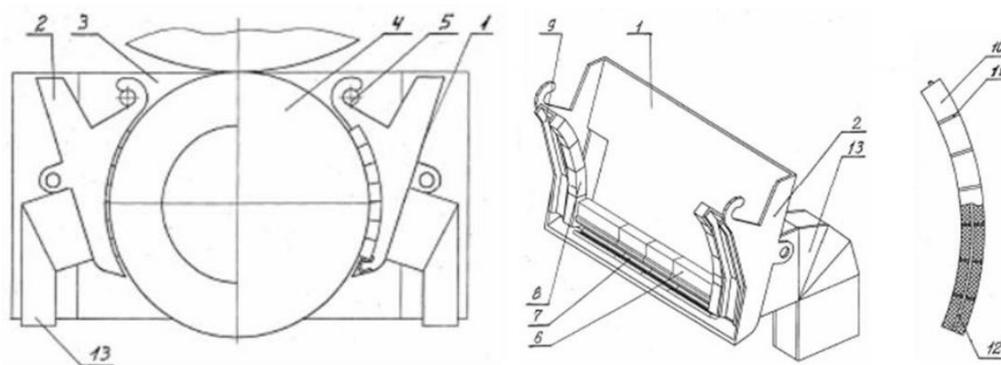


Рис. 2. Устройство для осуществления процесса «сухой» прокатки: 1 – корпус защитного кожуха; 2 – бурты кожуха; 3 – подушки валка; 4 – рабочий валок; 5 – кронштейн; 6 – обтирочный брус; 7 – пружинная основа; 8 – боковые уплотнения; 9 – планка; 10 – антифрикционный материал; 11 – эластичная прокладка; 12 – тросик; 13 – сливной патрубок

Устройство устанавливается на рабочих валках клетки кварто и состоит из двух ограждающих кожухов, каждый из которых имеет корпус и боковые бурты. Обтирочный брус, который обеспечивает отжим воды с поверхности валка изготавливается из нескольких независимых между собой частей для лучшего прилегания к поверхности валка. Боковые

уплотнения выполнены как набор брусков из эластичного и антифрикционного материалов.

Во время перевалки оба кожуха прикрепляются к валковому комплекту вне прокатной клетки и заводятся в клетку вместе с валками. Уплотнение прижимается к бочке вала под собственным весом кожухов и обеспечивает отжим охлаждающей жидкости с поверхности вала и не попадание ее на раскат. Охлаждающая жидкость после отжима с поверхности вала сливается через отверстия с патрубками.

Также благодаря использованию этого устройства жидкость из систем охлаждения валков не вымывает смазку из подшипниковых узлов нижних валков, что увеличивает срок их службы.

Литература

1. Коновалов Ю.В. Справочник прокатчика. Книга 2: Производство холоднокатаных листов и полос. – М.: Теплотехника, 2010.– 608 с.
2. Waleed I. Hameed, Khearia A. Mohamad. Strip thickness control of cold rolling mill with roll // Engineering. 2014. No. 6. P. 27 – 33.
3. Ginzburg V.B. Flat-rolled steel processes: Advanced technologies.– Boca Raton: CRC Press, 2009. – 372 p.
4. Оптимизация расхода энергии в процессах деформации /А.Хензель, Т.Шпиттель, М.Шпиттель и др. – М.: Металлургия, 1985. – 184 с.