

УДК 621.771

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ОБЖАТИЙ ПРИ ЛИСТОВОЙ ПРОКАТКЕ ЗАГОТОВКИ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА

Юрий Николаевич Логинов
Руслан Фанисович Исхаков
Максим Александрович Головнин

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Контактная информация: j.n.loginov@urfu.ru, iskhakov@mashprom.ru,
max-golovnin@yandex.ru

Поставлена задача оптимизации горячей многопроходной прокатки алюминиевого сплава. Показано, что энергозатраты могут быть снижены за счет повышения обжатий в области существования по маршруту прокатки малых коэффициентов напряженного состояния.

Ключевые слова: прокатка, алюминиевый сплав, деформация, коэффициент напряженного состояния.

RATIONALIZATION OF DEFORMATION AT SHEET ROLLING OF ALUMINUM ALLOY ARTICLE

Yuri Loginov
Ruslan Ishakov
Maxim Golovnin

FSAEI HPE «UFU named after the first President of Russia B.N. Yeltsin»

Contacts: j.n.loginov@urfu.ru, iskhakovf@mashprom.ru,
max-golovnin@yandex.ru

The task for optimization of hot multipass rolling of an aluminum alloy is set. It is shown that energy consumption can be lowered due to increase of strain in existence area of schedule with small stress condition coefficients.

Keywords: rolling, aluminum alloy deformation, stress condition coefficient.

Критерий энергоэффективности и энергосбережения соответствует приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации. Прокатные станы, особенно широкополосные, являются агрегатами, потребляющими большое количество энергии. Поэтому оптимизацию работы таких машин с позиции энергосбережения следует признать актуальной задачей.

В одной из статей Ю.Н. Логинова было показано, что при плоской горячей реверсивной прокатке алюминия и его сплавов наибольший коэффициент полезного действия наблюдается в середине маршрута прокатки, а для начального периода и конечного периода прокатки коэффициент полезного действия оказывается значительно ниже [1]. Это обусловлено тем, что при прокатке сляба в первых проходах деформируется полоса большой толщины, и определенная часть энергии уходит на преодоление дополнительных сдвигов на границах жесткой и пластической областей. При прокатке тонкой полосы в завершающей стадии приходится учитывать дополнительную энергию, которая тратится на преодоление трения.

Для оценки реальной производственной ситуации выполнены расчеты по маршруту прокатки,

приближенному к промышленному варианту. Слябовую заготовку, имеющую начальную толщину 275 мм, прокатывают в валках диаметром 925 мм на полосу толщиной 19 мм по следующему режиму относительных обжатий (%) 0,7 - 1,1 - 2,2 - 2,3 - 7,8 - 12,6 - 16,8 - 20,2 - 25,4 - 29,1 - 34,2 - 37,5 - 36,7.

По маршруту прокатки были выполнены расчеты энергосиловых параметров с учетом реальных

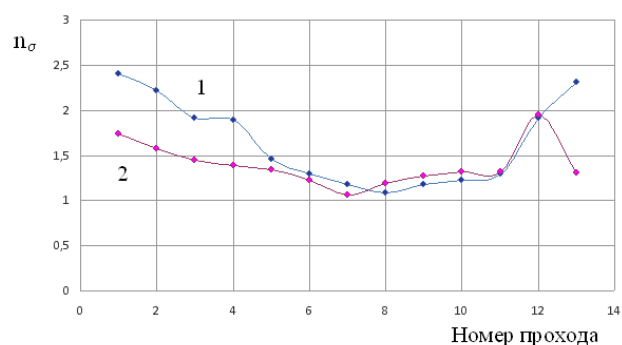


Рис. 1. Распределение коэффициента напряженного состояния по проходам прокатки: 1 – по существующему маршруту; 2 – по предлагаемому маршруту

скоростей вращения валков, кривых упрочнения сплава, контактных условий трения. На рис. 1 показано рассчитанное распределение коэффициента напряженного состояния по проходам прокатки.

Из рисунка, в частности, видно, что минимум коэффициента n_σ наблюдается в районе прохода номер 8, что соответствует фактору формы очага деформации $l/h_{cp} = 0,82$, где l и h_{cp} - длина и средняя высота очага деформации соответственно. В целом параметр l/h_{cp} по проходам изменяется от 0,1 до 2,9. Большие значения коэффициента n_σ слева от минимума, достигающие до величины 2,4, свидетельствуют о том, что в первых проходах прокатки очаг деформации оказывается очень высоким и дополнительные затраты на деформацию оказываются велики.

Расчеты, выполненные по методике, изложенной в статье [1], показывают, что суммарные по проходам удельные энергозатраты на процесс составляют 60,3 кВт*ч/т. Распределение энергозатрат A_m по проходам прокатки приведено на рис. 2.

Полученный график свидетельствует о том, что в начале прокатки затраты невелики, они нарастают по мере утонения продукта и увеличения обжатий.

В дальнейшем была поставлена и решена задача минимизации энергозатрат, которая привела к построению следующего режима относительных обжатий (%) 3,6 - 5,7 - 8,0 - 8,7 - 9,5 - 13,2 - 21,2 - 26,9 - 36,8 - 33,3 - 25,0 - 26,7 - 13,6. Соответствующее распределение энергозатрат приведено на рис. 2, а изменение по проходам коэффициента напряженного состояния - на рис. 1.

Суммарные по проходам удельные энергозатраты на процесс оказались равны 51,5 кВт*ч/т, что меньше существующих затрат на 15%.

С физической точки зрения выигрыш обусловлен тем, что обжатия перенесены в область существования пониженных коэффициентов напряженного состояния. Указанный прием может быть применен в аналогичных процессах деформации.

При прокатке алюминиевых сплавов могут наблюдаться эффекты, не учтенные в данных расчетах. Среди них можно выделить следующие значимые параметры.

- Изменение сопротивления деформации, связанное с изменением структуры металла от литого состояния до деформированного состояния.
- Изменение скорости прокатки под нагрузкой привода.
- Изменение скорости при разгоне и торможении, особенно осязаемое в первых проходах прокатки [2]. Для учета этого фактора необходимо выполнить анализ существующих нагрузочных диаграмм из мониторинговых систем прокатных станов.
- Изменение скорости деформации по толщине слябовой заготовки. Здесь необходимо выполнить



Рис. 2. Распределение удельных энергозатрат по проходам прокатки по существующему маршруту (светлые столбцы); по предлагаемому маршруту (темные столбцы)

- анализ строения очага деформации конечно-разностными методами. В настоящее время эти методы больше направлены на изучение распределения деформаций и связанного с этим перемещения дислокаций [3].
- Различное структурное упрочнение металла по проходам. Прием структурного упрочнения при термомеханической обработке алюминиевых сплавов широко используется при прессовании [4], но мало учитывается при горячей листовой прокатке.
- Уточнение граничных условий трения, которые при прокатке алюминия могут оказаться более сложными, чем при прокатке стали из-за структурных и фазовых превращений [5].
- В дальнейших исследованиях указанные эффекты могут быть учтены, что позволит построить более точную модель процесса.

Библиографический список

1. Логинов, Ю.Н. Анализ энергозатрат при горячей прокатке листовых полуфабрикатов из алюминия // Производство проката. - 2005. - №4. - С. 19-24.
2. Логинов, Ю.Н., Тулюпа, О.А. Влияние скорости деформации на параметры прокатки плоских полуфабрикатов из алюминиевых сплавов // Теория и практика производства листового проката / ЛГТУ. - Липецк, 2008. - Ч.2. - С.100 - 106.
3. Duan X., Sheppard, T. Simulation of substructural strengthening in hot flat rolling // Journal of Materials Processing Technology. - 2002. - Vol. 125-126. - P. 179-187.
4. Логинов, Ю.Н., Дегтярева, О.Ф. Влияние скорости деформации на эффект структурного упрочнения прессованных труб из алюминиевого сплава 6061 // Технология легких сплавов. - 2007. - №4. - С.123-127.
5. Hum B., Colquhoun H.W., Lenard J.G. Measurements of friction during hot rolling of aluminum strips/ Journal of Materials Processing Technology. 1996. V.60. P. 331-338.