

*Канд. техн. наук, доцент Данько В.М.  
(ДонГТУ, Алчевск, Украина)*

## **ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ ДЛЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПРОКАТКИ НА ТЛС**

*Наведено результати визначення потрібних для квазіізотермічної низькотемпературної прокатки енергосилових параметрів робочих клітей товстолистових станів.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

Известно [1], что применение низкотемпературной прокатки (НТП) на толстолистовых станах (ТЛС) целесообразно только при наличии у них значительных энергосиловых возможностей. На станах с малыми допустимыми усилиями и моментами рабочих клетей понижение температуры начала прокатки ведет к настолько большому увеличению числа проходов, что НТП существенно снижает производительность. Поэтому необходимо выяснить, какими энергосиловыми возможностями должен обладать ТЛС, чтобы преимущества НТП можно было использовать полностью.

### **Анализ исследований и публикаций.**

Ничего близкого к затронутой теме в литературе не обнаружено, поскольку применение НТП на ТЛС является нашей оригинальной разработкой.

### **Постановка задачи.**

Требуется определить допустимые усилия, моменты и мощности главных приводов клетей ТЛС для возможности ведения НТП с максимальной эффективностью. НТП будет максимально эффективной при уменьшении до минимума температуры начала прокатки  $t_{нп}$ , поскольку в этом случае до минимума снижается расход газа на нагрев слэбов перед прокаткой. Известно [2], что минимум  $t_{нп}$  достигается при минимальной температуре конца прокатки  $t_{кп}$ , которая, как правило, ограничивается температурой распада аустенита  $A_{г3}$ . Поэтому НТП будет максимально эффективной при  $t_{нп} \approx t_{кп}$ . Поскольку в процессе прокатки температура не может быть все время равной  $t_{нп} \approx t_{кп}$ , хотя она и не слишком отклоняется от этого уровня, то такой процесс следует называть квазиизотермическим.

Т.о. задача состоит в том, чтобы найти усилия  $P$  и номинальные моменты  $M_n$  в черновой и чистовой клетях ТЛС, которые будут возни-

кать при квазиизотермической НТП для стали, с минимальной  $t_{\text{кп}}$ . По этим данным будет не трудно определить требуемые мощности двигателей данных клетей.

#### **Изложение материала и результаты.**

Одна из наименьших температур  $A_{\text{ГЗ}}=730^{\circ}\text{C}$  у довольно распространенной низколегированной стали 65Г [3]. Поэтому она была взята в качестве объекта исследования при математическом моделировании квазиизотермической НТП. В качестве минимально допустимой  $t_{\text{кп}}$  принята температура  $750^{\circ}\text{C}$ . Методика моделирования изложена в [2]. Поскольку при прокатке тонких листов происходит их быстрое захлаживание в чистой клетей, то здесь совместно с НТП применялась и „сухая прокатка” [2].

Для решения задачи использовали данные стана 2800, в том числе и по его сортаменту после реконструкции 2006г., в результате которой минимальная толщина листов уменьшилась до 7мм. Рассмотрели НТП трех типоразмеров раскатов максимальной ширины 2500мм: толщиной 7мм, 25мм и 50мм.

Результаты моделирования НТП и «сухой» прокатки листов размерами  $7 \times 2500 \times 6000$ мм из слябов  $250 \times 1250 \times 1640$ мм представлены в таблицах 1 и 2; результаты моделирования НТП листов размерами  $25 \times 2500 \times 6000$ мм из слябов  $300 \times 1500 \times 2030$ мм представлены в таблицах 3 и 4; а результаты моделирования НТП листов размерами  $50 \times 2500 \times 6000$ мм из слябов  $250 \times 1250 \times 1640$ мм представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 1 – Параметры НТП в черновой клетей листов  $7 \times 2500 \times 6000$ мм

№	H, мм	$\Delta h$ , мм	$\omega_{\text{зх}}$ , 1/с	$\omega_{\text{max}}$ , 1/с	t, $^{\circ}\text{C}$	P, МН	M, МН·м
1	204	46	1,5	4,24	780,00	38,96	6,491
2	164	40	1,5	4,19	786,13	35,04	5,462
Кантовка							
3	139	25	1,5	3,56	792,28	50,71	6,368
4	117	22	1,5	3,72	796,32	46,73	5,532
5	96	21	1,5	3,91	801,29	46,05	5,330
6	77	19	1,5	4,29	803,74	45,85	5,063
Кантовка							
7	56,5	20,5	1,5	4,55	806,89	59,10	6,716
8	42	14,5	1,5	5,13	809,83	52,67	5,105
9	30	12	1,5	6,17	811,77	56,25	4,997

Таблица 2 – Параметры НТП и «сухой» прокатки в чистовой клети листов 7×2500×6000мм

№	H, мм	Δh, мм	$\omega_{зх}$ , 1/с	$\omega_{max}$ , 1/с	t, °С	P, МН	M, МН·м
1	22,8	7,2	2,5	9,9	806,22	38,59	2,068
2	17,3	5,5	2,5	10,31	803,61	38,47	1,810
3	13,0	4,3	2,5	12,48	798,56	38,04	1,588
4	9,5	3,5	2,5	12,48	789,77	40,62	1,531
5	7	2,5	2,5	12,48	774,62	40,32	1,296

Таблица 3 – Параметры НТП в черновой клети листов 25×2500×6000мм

№	H, мм	Δh, мм	$\omega_{зх}$ , 1/с	$\omega_{max}$ , 1/с	t, °С	P, МН	M, МН·м
1	271	29	1,5	4,28	760,00	41,96	5,654
2	244	27	1,5	4,19	767,64	38,37	5,015
Кантовка							
3	219	25	1,5	3,87	775,35	57,56	7,242
4	193	26	1,5	4,10	781,61	56,43	7,226
5	165	28	1,5	4,30	788,25	56,64	7,497
6	137	28	1,5	4,30	793,25	55,48	7,335
Кантовка							
7	113	24	1,5	4,60	798,55	54,09	6,658
8	90	23	1,5	4,94	803,42	54,67	6,587

Таблица 4 – Параметры НТП в чистовой клети листов 25x2500x6000мм

№	H, мм	Δh, мм	$\omega_{зх}$ , 1/с	$\omega_{max}$ , 1/с	t, °С	P, МН	M, МН·м
1	75	15	2,5	7,59	805,96	44,45	3,425
2	62	13	2,5	8,24	798,72	42,5	3,053
3	50	12	2,5	9,05	791,63	44,83	3,093
4	39,5	10,5	2,5	10,07	784,24	45,93	2,966
5	31	8,5	2,5	11,28	776,11	44,74	2,606
6	25	6	2,5	12,48	766,79	40,12	1,981

Таблица 5 – Параметры НТП в черновой клетке листов 50x2500x6000мм

№	H, мм	$\Delta h$ , мм	$\omega_{зх}$ , 1/с	$\omega_{max}$ , 1/с	t, °C	P, МН	M, МН·м
1	276	24	1,5	4,25	760,00	38,33	4,376
2	250	26	1,5	4,19	767,65	37,93	4,860
Кантовка							
3	224	26	1,5	3,92	775,42	58,96	7,553
4	195	29	1,5	4,12	781,77	59,88	8,060
5	167	28	1,5	4,22	788,47	56,67	7,051
6	137	28	1,5	4,32	793,51	55,45	7,331
Кантовка							
7	119	20	1,5	4,44	798,84	48,28	5,476

Таблица 6 – Параметры НТП в чистовой клетке листов 50x2500x6000мм

№	H, мм	$\Delta h$ , мм	$\omega_{зх}$ , 1/с	$\omega_{max}$ , 1/с	t, °C	P, МН	M, МН·м
1	103	16	2,5	6,69	802,63	47,02	3,744
2	89	14	2,5	7,16	795,07	44,96	3,355
3	74	15	2,5	7,69	787,95	48,06	3,702
4	61	13	2,5	8,31	781,30	46,08	3,309
5	50	11	2,5	9,32	775,07	45,83	3,034

В этих таблицах H – толщина раската до прохода;  $\Delta h$  – обжатие в проходе;  $\omega_{зх}$  и  $\omega_{max}$  – угловая скорость захвата и максимальная в проходе; t – среднemasсовая температура металла в проходе.

По таблицам видно, что для НТП первого типоразмера листов черновая клетка должна иметь [P] = 60 МН, [M<sub>н</sub>] = 4,8 МНм и N<sub>н</sub> = 12500 кВт, а для чистовой клетки [P] = 41МН, [M<sub>н</sub>] ≥ 2,2 МНм и N<sub>н</sub> = 11380 кВт.

Для НТП второго типоразмера необходимы [P] = 58 МН; [M<sub>н</sub>] = 5,2 МНм и N<sub>н</sub> ≥ 13630кВт, а для чистовой клетки [P] = 46 МН; [M<sub>н</sub>] = 2,93 МНм и N<sub>н</sub> = 15240 кВт.

Для НТП третьего типоразмера необходимы [P] = 60 МН; [M<sub>н</sub>] = 5 МНм и N<sub>н</sub> = 12900 кВт, и для чистовой клетки [P] = 50 МН; [M<sub>н</sub>] = 3 МНм и N<sub>н</sub> = 15000 кВт.

Изменение температуры раскатов по проходам представлено на рисунке 1 (здесь штрих-пунктирная линия - для листа толщиной 7мм, пунктирная – для листа толщиной 25мм и сплошная – для листа 50мм).

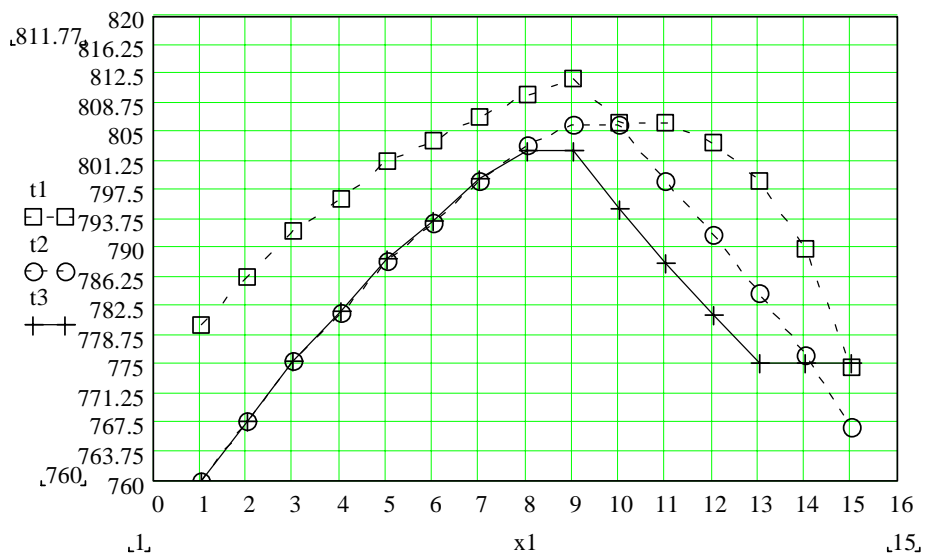


Рисунок 1– Изменение температуры раскатов по проходам

По рисунку видно, что во всех случаях в черновой клетке (проходы до №8 или №9) температура растет, а в чистовой клетке – падает. Для самого тонкого листа  $t_{нп}$  наибольшая, а  $t_{кп}$  – наименьшая, и это при применении еще и «сухой» прокатки в чистовой клетке. Только НТП тонких листов вообще невозможна, т.к. в этом случае  $t_{нп}$  равна температуре начала обычной, высокотемпературной прокатки. То видно, что наибольший эффект от НТП получается на листах с большой толщиной.

### Выводы.

Для максимальной эффективности низкотемпературной прокатки рекомендуются следующие параметры оборудования ТЛС:

#### 1. Черновая клетка:

Максимально допустимое усилие прокатки  $[P] = 60$  МН;

Номинальный момент главного двигателя  $[M_n] \geq 5$  МНм;

Мощность главного двигателя (двигателей)  $N_n = 14000$  кВт.

#### 2. Чистовая клетка:

Максимально допустимое усилие прокатки  $[P] = 50$  МН;

Номинальный момент главного двигателя  $[M_n] = 3$  МНм;

Мощность главного двигателя (двигателей)  $N_n \geq 15000$  кВт.

*Приведены результаты определения требуемых для квазиизотермической низкотемпературной прокатки энергосиловых параметров рабочих клеток толстолистовых станов.*

*The results of determination of the energy-power parameters of working stands of the plate mills, required for the quasi-isothermal low temperature rolling, are presented.*

#### **Библиографический список**

1. Данько В.М. Низкотемпературная прокатка при производстве толстых листов. // Сб. научн. тр. ДГМИ.-Алчевск,2002.- Вып.16.-С.143-149.

2. Данько В.М. Низкотемпературная и «сухая» прокатка на толстолистовых станах. // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні. Тем. зб. наук. праць.- Краматорськ, 2001.-С.478-480.

3. Марочник сталей и сплавов. М.: Машиностроение, 1989.- 639с.