

*к.т.н. Денищенко П.Н.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

## МЕТАЛЛОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕЖИМЫ ПРОКАТКИ СЛИТКОВ

*Проведений аналіз існуючих режимів прокатування блюмів і слябів із зливків в обтискному цеху ПАТ «АМК» з погляду металозбереження. Показана можливість підвищення виходу придатного при розробці режимів прокатування на основі принципу асиметричного розподілу обтисків між парними і непарними проходами.*

**Ключові слова:** блюм, сляб, зливков, обрізь, вихід придатного.

*Проведен анализ существующих режимов прокатки блюмов и слябов из слитков в обжимном цехе ПАО «АМК» с точки зрения металлобережения. Показана возможность повышения выхода годного при разработке режимов прокатки на основе принципа асимметричного распределения обжатий между четными и нечетными проходами.*

**Ключевые слова:** блюм, сляб, слиток, обрезь, выход годного.

Проблема повышения выхода годного при прокатке блюмов и слябов из слитков в обжимном цехе Алчевского меткомбината стоит весьма остро – величины расходных коэффициентов металла при прокатке блюмов составляют 1,07–1,225, а при прокатке слябов доходят до 1,210. Вызваны большие расходные коэффициенты необходимостью удаления концевых участков прокатанного слитка в обрезь. В головной части раската необходимо отрезать прибыльную часть, металл которой по структуре и качеству непригоден для получения готового проката – вследствие усадочных процессов после разливки стали здесь сосредоточены: пористость, неметаллические включения, газовые пузыри. Кроме того, в головной и в донной частях раската необходимо отрезать концы, форма которых не соответствует требуемой прямоугольной – металл может иметь выпуклую либо вогнутую форму торцов; возможно также наличие складок (закатов), воронок.

Не смотря на предпринятые в обжимном цехе ПАО «АМК» попытки повышения выхода годного при прокатке слябов из слитков за счет снижения донной обрезки (табл. 1–3) величины расходных коэффициентов металла довольно высокие.

Таблица 1 – Существующий режим обжати слитков 13,8М размерами (780×1210)/(680×1120)×2500 мм на слябы сечением (110...160)×1050 мм (в горячем состоянии)

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
		780×1210		
1	Б	680×1210	100	-
2	Б	630×1210	50	-
3	Б	590×1210	40	-
4	Б	540×1210	50	-
5	Б	500×1215	40	5
6	Б	450×1230	50	5
7	Б	410×1235	40	5
8	Б	360×1230	50	5
9	Б	320×1235	40	5
10	Б	270×1240	50	5
кантовка				
11	II	1130×270	110	-
12	II	980×280	150	10
кантовка				
13	Б	240×1015	40	35
14	Б	190×1040	50	25
15	Б	150×1060	40	20
16	Б	115×1072	35	12

Таблица 2 – Существующий режим обжати слитков 13,8М размерами (780×1210)/(680×1120)×2500 мм на слябы сечением (170...270)×1050 мм (в горячем состоянии)

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
		780×1210		
1	Б	680×1210	100	-
2	Б	630×1210	50	-
3	Б	590×1210	40	-
4	Б	540×1210	50	-
5	Б	500×1215	40	5
6	Б	450×1230	50	5

Продолжение таблицы 2

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
7	Б	410×1235	40	5
8	Б	360×1230	50	5
9	Б	320×1235	40	5
10	Б	270×1240	50	5
кантовка				
11	II	1130×270	110	-
12	II	1000×280	130	10
кантовка				
13	Б	240×1040	40	40
14	Б	190×1060	50	20
15	Б	175×1072	15	12

Таблица 3 – Существующий режим обжатий слитков 13,8М размерами (780×1210)/(680×1120)×2500 мм на слябы сечением (280...320)×1050 мм (в горячем состоянии)

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
		780×1210		
1	Б	680×1210	100	-
2	Б	630×1210	50	-
3	Б	590×1210	40	-
4	Б	540×1210	50	-
5	Б	500×1215	40	5
6	Б	450×1230	50	5
7	Б	410×1235	40	5
8	Б	360×1230	50	5
кантовка				
9	II	1130×360	100	-
10	II	1000×370	130	10
кантовка				
11	Б	320×1040	50	40
12	Б	285×1072	35	32

Снизить расходные коэффициенты металла можно при использовании в полной мере нового способа прокатки слитков, разработанного

на основе принципа асимметричного распределения обжатий между четными и нечетными проходами, который состоит в следующем [1–3]:

1) в случае, когда донная часть раската после прокатки слитка имеет выпуклую в плане форму, то для уменьшения величины выпуклости режим обжатий должен быть откорректирован следующим образом: большая часть суммарного обжатия должна производиться в тех пластовых проходах, где донный торец раската является передним по направлению прокатки и меньшая – в проходах, где донный торец является задним; при прокатке в ребровых проходах большая часть обжатия должна производиться в тех проходах, где донный торец раската является задним по направлению прокатки. Величина ребрового обжатия ( $\Delta h$ ), необходимого для полного устранения торцевой выпуклости, может быть определена по зависимости:

$$\frac{\Delta h}{H} = 0,0513 + 1,361 \frac{f_{\text{исх}}}{H} - 0,0188 \frac{D}{H}, \quad (1)$$

где  $f_{\text{исх}}$  – исходная выпуклость торцов раската перед ребровым проходом;

$D$  – катающий диаметр валков;

$H$  – исходная толщина раската.

2) если донная часть раската после прокатки имеет вогнутую в плане форму, то большая часть обжатия должна производиться в тех пластовых проходах, где донный торец раската является задним по направлению прокатки и меньшая – в проходах, где донный торец является передним; при прокатке в ребровых проходах большая часть обжатия должна производиться в тех проходах, где донный торец раската является передним по направлению прокатки.

Таким образом, снижение технологической обрезки при использовании нового способа прокатки слитков достигается за счет различия пластического течения металла на входе и выходе из очага деформации.

Анализ представленных в таблицах 1–3 режимов обжатий слитка 13,8М, который в нечетных проходах прокатывается донной частью вперед, показывает, что в первых пластовых проходах распределение обжатий после снятия конусности по толщине (слиток 13,8М размерами  $(780 \times 1210) / (680 \times 1120) \times 2500$  мм имеет величину конусности по толщине 100 мм) способствует образованию торцевой выпуклости: большие обжатия ( $\Delta h_{2,4,6,8,10} = 50$  мм) производятся в четных пластовых проходах, где донный торец раската является задним по направлению прокатки и меньшие ( $\Delta h_{3,5,7,9} = 40$  мм) – в нечетных проходах, где донный торец является передним.

Распределение обжатий в ребровых проходах способствует устранению торцевой выпуклости донной части раската, хотя и не в полной мере. В условиях обжимного цеха ПАО «АМК» при прокатке слябов из слитка

13,8М донная часть раската после прокатки слитка имеет выпуклую форму в плане, поэтому для уменьшения (устранения) выпуклости донной части в нечетных пластовых проходах нужно применять большие обжатия, а в четных – меньшие. В 1 ребровом проходе необходимо устранить конусность раската (слиток 13,8М размерами (780×1210)/(680×1120)×2500 мм имеет величину конусности по ширине 90 мм), а остальное ребровое обжатие нужно выполнить в четном проходе.

Распределение обжатий в последних пластовых проходах оказывает существенное влияние на конечную форму донного торца раската (даже в несколько раз большее, чем распределение обжатий в первых пластовых проходах), и, следовательно, на величину выхода годного.

Таким образом, с учетом положений принципа асимметричного распределения обжатий в четных и нечетных проходах новые металлосберегающие режимы прокатки слябов сечением (110...320)×1050 мм из слитка 13,8М будут иметь вид, представленный в таблицах 4–6.

Таблица 4 – Металлосберегающий режим обжатий слитков 13,8М размерами (780×1210)/(680×1120)×2500 мм на слябы сечением (110...160)×1050 мм (в горячем состоянии)

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
		780×1210		
1	Б	680×1210	100	-
2	Б	640×1210	40	-
3	Б	590×1210	50	-
4	Б	550×1210	40	-
5	Б	500×1215	50	5
6	Б	460×1230	40	5
7	Б	410×1235	50	5
8	Б	370×1230	40	5
9	Б	320×1235	50	5
10	Б	280×1240	40	5
кантовка				
11	II	1130×280	110	-
12	II	980×290	150	10
кантовка				
13	Б	240×1015	50	35
14	Б	200×1035	40	20
15	Б	150×1060	50	25
16	Б	115×1072	35	12

Таблица 5 – Металлосберегающий режим обжаты слитков 13,8М размерами (780×1210)/(680×1120)×2500 мм на слябы сечением (170...270)×1050 мм (в горячем состоянии)

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
		780×1210		
1	Б	680×1210	100	-
2	Б	640×1210	40	-
3	Б	590×1210	50	-
4	Б	550×1210	40	-
5	Б	500×1215	50	5
6	Б	460×1230	40	5
7	Б	410×1235	50	5
8	Б	370×1230	40	5
9	Б	320×1235	50	5
10	Б	280×1240	40	5
кантовка				
11	II	1150×280	90	-
12	II	1000×290	150	10
кантовка				
13	Б	240×1040	50	40
14	Б	200×1060	40	20
15	Б	175×1072	15	12

Таблица 6 – Металлосберегающий режим обжаты слитков 13,8М размерами (780×1210)/(680×1120)×2500 мм на слябы сечением (280...320)×1050 мм (в горячем состоянии)

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
		780×1210		
1	Б	680×1210	100	-
2	Б	640×1210	40	-
3	Б	590×1210	50	-
4	Б	550×1210	40	-
5	Б	500×1215	50	5
6	Б	460×1230	40	5
7	Б	410×1235	50	5
8	Б	370×1230	40	5

Продолжение таблицы 6

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
кантовка				
9	II	1140×370	90	-
10	II	1000×380	140	10
кантовка				
11	Б	320×1040	60	40
12	холостой			
13	Б	285×1072	35	32

Следует иметь в виду, что в последних пластовых проходах намного предпочтительнее применить холостой 12 проход (табл. 6), чем заканчивать прокатку раската четным проходом и 13 холостым проходом. Таким образом, при отсутствии потерь производительности появляется дополнительная возможность уменьшения выпуклости донной части раската за счет перераспределения обжатия с четного 12 прохода на нечетный 13 проход, при котором донный торец раската является передним по направлению прокатки и рост торцевой выпуклости при этом менее интенсивный.

Анализ режимов обжатий, существующих в обжимном цехе ПАО «АМК» при прокатке блюмов из слитков (табл. 7, 8), показывает, что они не учитывают особенностей формоизменения торцов раскатов в условиях высокого очага деформации, построены без учета влияния технологических параметров процесса прокатки на формирование концов раската и выход годного.

Таблица 7 – Существующий режим обжатий слитков 9,3Н размерами (700×760)/(825×765)×2350 мм на блюмы сечением 318 × 318 мм (в горячем состоянии)

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
		825×765		
1	Б	740×765	85	-
2	Б	660×765	80	-
кантовка				
3	Б	700×660	65	-
4	Б	630×665	70	5

Продолжение таблицы 7

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
кантовка				
5	Б	585×640	80	10
6	Б	505×650	80	10
7	Б	435×660	70	10
8	Б	365×670	70	10
кантовка				
9	І	595×375	75	10
10	І	520×385	75	10
11	І	440×395	80	10
12	І	355×405	85	10
кантовка				
13	І	355×365	50	10
14	І	310×375	45	10
кантовка				
15	ІІ	323×323	52	12

Таблица 8 – Существующий режим обжатий слитков Д10 размерами (930×810)/(750×630)×2350 мм на блюмы сечением 310 × 310 мм (в горячем состоянии)

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
		810×930		
1	Б	690×930	120	-
2	Б	620×935	70	5
кантовка				
3	Б	810×620	125	-
4	Б	720×620	90	-
5	Б	630×630	90	10
6	Б	540×640	90	10
7	Б	450×650	90	10
8	Б	360×660	90	10
кантовка				
9	І	600×370	60	10
10	І	520×380	80	10
11	І	450×390	70	10
12	І	360×400	90	10

Продолжение таблицы 8

Номер прохода	Номер калибра	Сечение раската (мм)	Обжатие (мм)	Уширение (мм)
кантовка				
13	I	345×370	55	10
14	I	290×380	55	10
кантовка				
15	II	315×315	65	25

Анализ существующих в обжимном цехе ПАО «АМК» режимов обжатий при прокатке блюмов из слитков показал, что требуется их существенная доработка в плане металлосбережения, в том числе и на основе принципа асимметричного распределения обжатий в четных и нечетных проходах.

#### **Библиографический список**

1. Денищенко П.Н. Новый способ прокатки слябов на блюминге / П.Н. Денищенко. // “Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні” Тематич. зб. наук. пр. – Краматорск, 2000. – С.346 - 349.

2. Денищенко П.Н. Разработка нового принципа распределения обжатий при прокатке слитков на обжимных станах / П.Н. Денищенко // Сб. науч. тр. ДГМИ Вып. 14. – Алчевск: ДГМИ, – 2001. – С. 270 - 275.

3. Денищенко П.Н. Совершенствование формоизменения при прокатке слитков на основе нового принципа распределения обжатий / П.Н. Денищенко // *Металлургическая и горнорудная промышленность.* – 2002. – № 8-9. – С. 222 - 225.

*Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Петрушовым С.Н.*