

8. Жадан В. Т. Влияние скорости и степени деформации при ВТМО на структурообразование стали / В. Т. Жадан, М. Л. Бернштейн, В. Т. Губенко // Сталь. – 1975. – № 10. – С. 94–97.
9. Лезинская Е. Я. Регламентрование величины зерна в горячедеформированных трубах из стабильно аустенитной стали/ Е. Я. Лезинская, Л. И. Шевченко // Сталь. – 1976. – № 3. – С. 264–265.
10. Флоров В. К. Влияние прокатки на формирование аустенитного зерна сталей для трубной заготовки и универсальной полосы / В. К. Флоров, С. А. Шубина // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1977. – № 1. – С. 33–36.
11. Акимова Е. П. Особенности производства горячедеформированных труб с регламентированной величиной зерна / Е. П. Акимова, О. С. Вильямс, Е. Я. Лезинская, Т. А. Манько, Л. Г. Ковалева, Т. Г. Садокова // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 1980. – № 1. – С. 20–22.
12. Чекмарев А. П. Теория прокатки больших слитков / А. П. Чекмарев, В. Л. Павлов, В. Л. Мелешко, В. А. Токарев. – М. : Металлургия, 1968. – 252 с.
13. Баимов Н. И. Оптимизация процессов прокатки на блюминге / Н. И. Баимов. – М. : Металлургия, 1974. – 216 с.
14. Гетманец В. В. Рациональные режимы работы блюминга/ В. В. Гетманец, В. Я. Шевчук. – М. : Металлургия, 1990. – 136 с.
15. Еремеев В. И. Выбор условий прокатки для повышения эффективности ВТМО / В. И. Еремеев, А. Н. Черненко, В. А. Юров // Сталь. – 1983. – № 3. – С. 16–18.
16. Илюкович Б. М. Прокатка и калибровка в 6 томах / Б. М. Илюкович, Н. Е. Нехаев, В. П. Капельюшный. – Днепропетровск, Днепро-Вал, 2004–2005.
17. Ершов С. В. Анализ напряженно-деформированного состояния при прокатке в первом овальном калибре современного проволочного стана / С. В. Ершов // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2016. – № 4. – С. 38–44.
18. Воронцов В. К. Экспериментальные методы механики деформируемых твердых тел / В. К. Воронцов, П. И. Полухин, В. А. Белевитин и др. – М. : Металлургия, 1990. – 480 с.

УДК 621.771.09

ИВАНОВ Г. Б.¹, в.и.о. нач. тех. отдела
ШТОДА М. Н.², к.т.н., доцент

¹ ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат», г. Каменское, Украина

² Днепропетровский государственный технический университет, г. Каменское, Украина

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ЛИНИИ ДВУХСТАДИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КАТАНКИ СТАНА 400/200 ПАО «ДМК»

Введение. Основными показателями качества катанки из различных марок сталей являются структура, механические свойства и точность размеров. Как показал опыт новых зарубежных мелкосортных, мелкосортно-проволочных и проволочных станов, применение нормализующей прокатки (температура конца прокатки на 30–50 °С выше T_{Ar3}) и термомеханической обработки (температура конца прокатки находится в пределах T_{Ar3} – T_{Ar1}) в большинстве случаев позволяет существенно улучшить свойства и структуру проката, снизить затраты на переработку в дальнейшем переделе и улучшить качество готовой продукции [1, 2].

Несмотря на то, что в настоящее время имеются многочисленные способы охлаждения бунтового проката в потоке непрерывных мелкосортно-проволочных станов [3],

одним из самых распространенных в металлургической практике является двухстадийный способ охлаждения бунтового проката (линия «Стелмор»). В составе такой линии прокат после выхода из чистовой клетки проволочного блока охлаждаются водой специальными форсуночными устройствами, а после раскладки на витки воздушными потоками, нагнетаемыми дутьевыми вентиляторами снизу-вверх на транспортер [3–5].

С целью создания условий эффективного охлаждения металла постоянно совершенствуют конструктивные особенности состава оборудования линии «Стелмор». К примеру, при производстве проката из средне- и высокоуглеродистых марок стали используют стандартный «короткий» «Стелмор», а для низкоуглеродистых легированных, в том числе и сложнолегированных сталей сварочного назначения требуется замедленный режим охлаждения, что предопределило создание линии «длинный» «Стелмор», которая является более эффективной и универсальной [6]. Конструктивные особенности такой линии позволяют реализовывать всевозможные режимы воздушного охлаждения проката. Ускоренное охлаждение металла происходит за счет подачи воздуха на транспортер дутьевыми вентиляторами. При скоростях охлаждения не менее 15 °C/с структура проката из высокоуглеродистой стали преимущественно состоит из сорбитообразного перлита и практически идентична структуре металла, подвергнутого дополнительной термической обработке – патентированию. Однородность распределения структурных составляющих в поперечном сечении сталей перлитного класса имеет особо важное значение в том случае, когда металл в последствии подвергается холодной пластической деформации с высокой степенью [7].

Постановка задачи. В соответствии с «Программой технического перевооружения и реконструкции комбината» на ПАО «ДМК» в 2013 г. на месте демонтированного полунепрерывного стана 350 был установлен среднесортно-проволочный стан 400/200 [8]. В составе стана предусмотрен стандартный короткий участок двухстадийного охлаждения. Стартовый марочный сортамент предусматривал производство катанки из рядовых средне- и высокоуглеродистых марок сталей, поэтому такое решение было оправдано. Однако в последнее время все чаще возникает необходимость в освоении новых видов продукции. Так, в настоящее время все больше актуализируется вопрос освоения производства катанки из низкоуглеродистых марок сталей. Кроме того, освоение производства бунтовых профилей максимального и близкого к максимальному диаметров (более 12 мм) показало, что скорость их охлаждения на существующей линии недостаточна. В связи с этим становится необходимым в несколько раз увеличить скорость охлаждения в начале рольганга-холодильника.

Мировые производители металлургического оборудования предлагают при модернизации участков воздушного охлаждения линии «Стелмор» выполнять замену устаревших маломощных дутьевых вентиляторов (15...110 кВт) на современные высокоэффективные системы воздушного охлаждения мощностью не менее 200 кВт с дифференцированным распределением воздушных потоков по ширине транспортера. Сегодня существуют альтернативные предложения отечественных производителей, так называемые высоконапорные блоки струйного охлаждения (ВБСО), которые находятся в более низком ценовом сегменте. Такие системы ВБСО по средствам индивидуальных каналов, расположенных в напорном коробе, могут осуществлять подачу воздуха на секции транспортера со скоростью до 100 м/с [6].

Помимо воздушного охлаждения для сортового проката в настоящее время разработаны: охлаждение металла в баках со спокойной или проточной водой; спрейерное или струйное охлаждение, заключающееся в подаче струй охлаждающей воды на поверхность профиля; охлаждение проката струями водо-воздушной смеси. Все эти способы обладают рядом недостатков и преимуществ, но для охлаждения транспортируемых витков катанки с технологической точки зрения наиболее подходящим является последний

вариант – охлаждение струями водо-воздушной смеси. Однако отсутствие надежных методов расчета значительно затрудняют задачу по внедрению этой технологии.

В данной работе предложен вариант реконструкции линии двухстадийного охлаждения катанки стана 400/200 ПАО «ДМК» с целью увеличения скорости охлаждения витков катанки.

Результаты работы. В рамках реконструкции линии двухстадийного охлаждения катанки предлагается в районе первой секции рольганга-холодильника организовать участок ускоренного водо-воздушного охлаждения витков катанки (рис. 1).

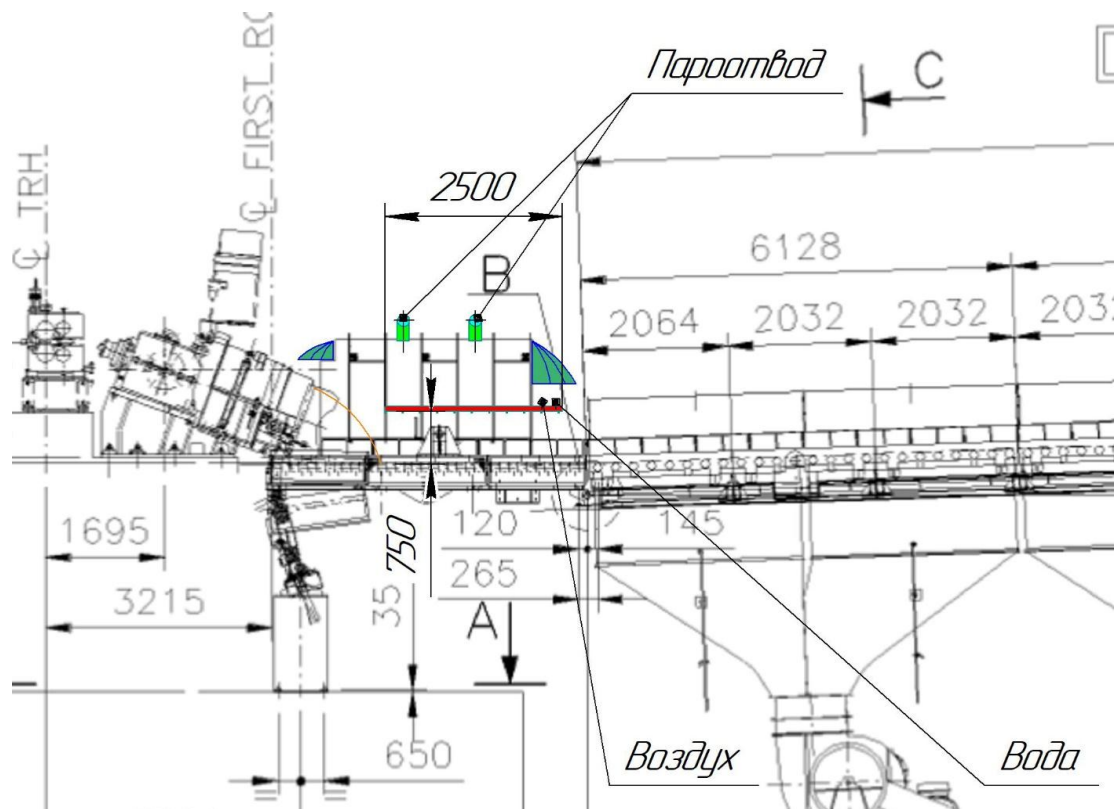


Рисунок 1 – Предлагаемая схема установки водо-воздушного охлаждения в существующей линии двухстадийного охлаждения катанки стана 400/200 ПАО «ДМК»

Для этого на первой (опытной) стадии реконструкции необходимо предусмотреть подвод воздухопровода и водопровода в район первой секции рольганга и установить над ней коллектор с распределенными по его ширине и длине форсунками. При изготовлении коллектора предлагается использовать форсунки, применяемые в кислородно-конверторном цеху комбината на 3 или 4 зонах вторичного охлаждения МНЛЗ (рис. 2 и 3).

На второй стадии предполагается переработка защитного кожуха (рис. 1) на зонд для принудительного отвода паров. Возможно в ходе отработки новой технологии охлаждения появится необходимость установки под первой секцией рольганга-холодильника сборника для конденсирующей воды.

Совместно техотделом ПАО «ДМК» и кафедрой ОМД им. Б. М. Илюковича ДГТУ была разработана методика расчета охлаждения витков катанки, уложенной на рольганге после виткоукладчика, под действием водо-воздушной смеси. С помощью указанной методики были определены значения температуры катанки разного диаметра в конце участка водо-воздушного охлаждения (рис. 4 и 5).

Как видно из графиков рис. 4 и 5 охлаждающей способности форсунок 4 зоны вторичного охлаждения МНЛЗ при производстве катанки диаметром 16 мм может быть недостаточно. В то же время охлаждение катанки диаметром 6 мм форсунками 3 зоны охлаждения с минимальным расходом воды и форсунками 4 зоны охлаждения с максимальным расходом воды имеют близкие значения. Поэтому предложено при проектировании коллектора участка водо-воздушного охлаждения использовать форсунки 3 зоны вторичного охлаждения МНЛЗ (рис. 2).

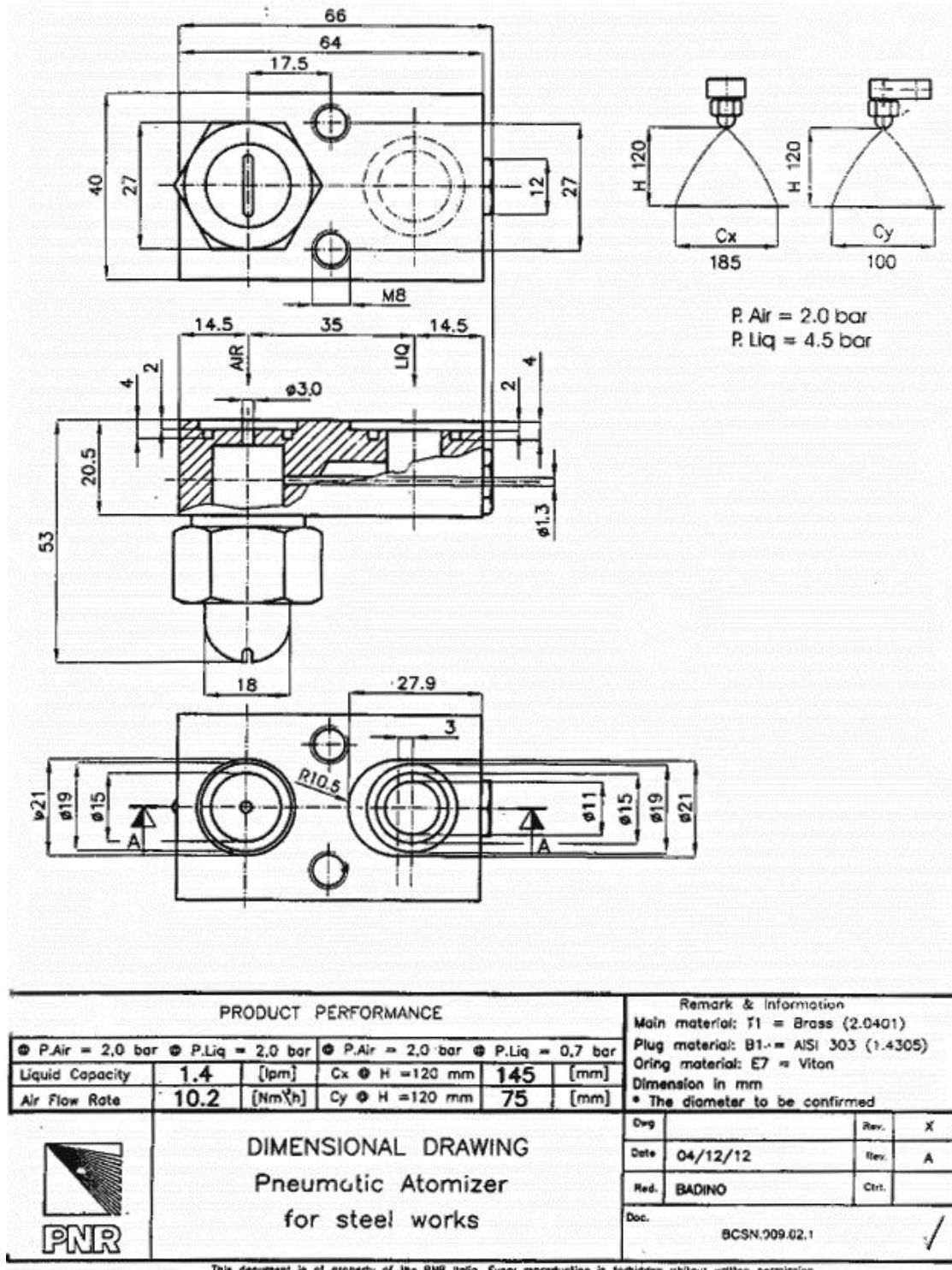
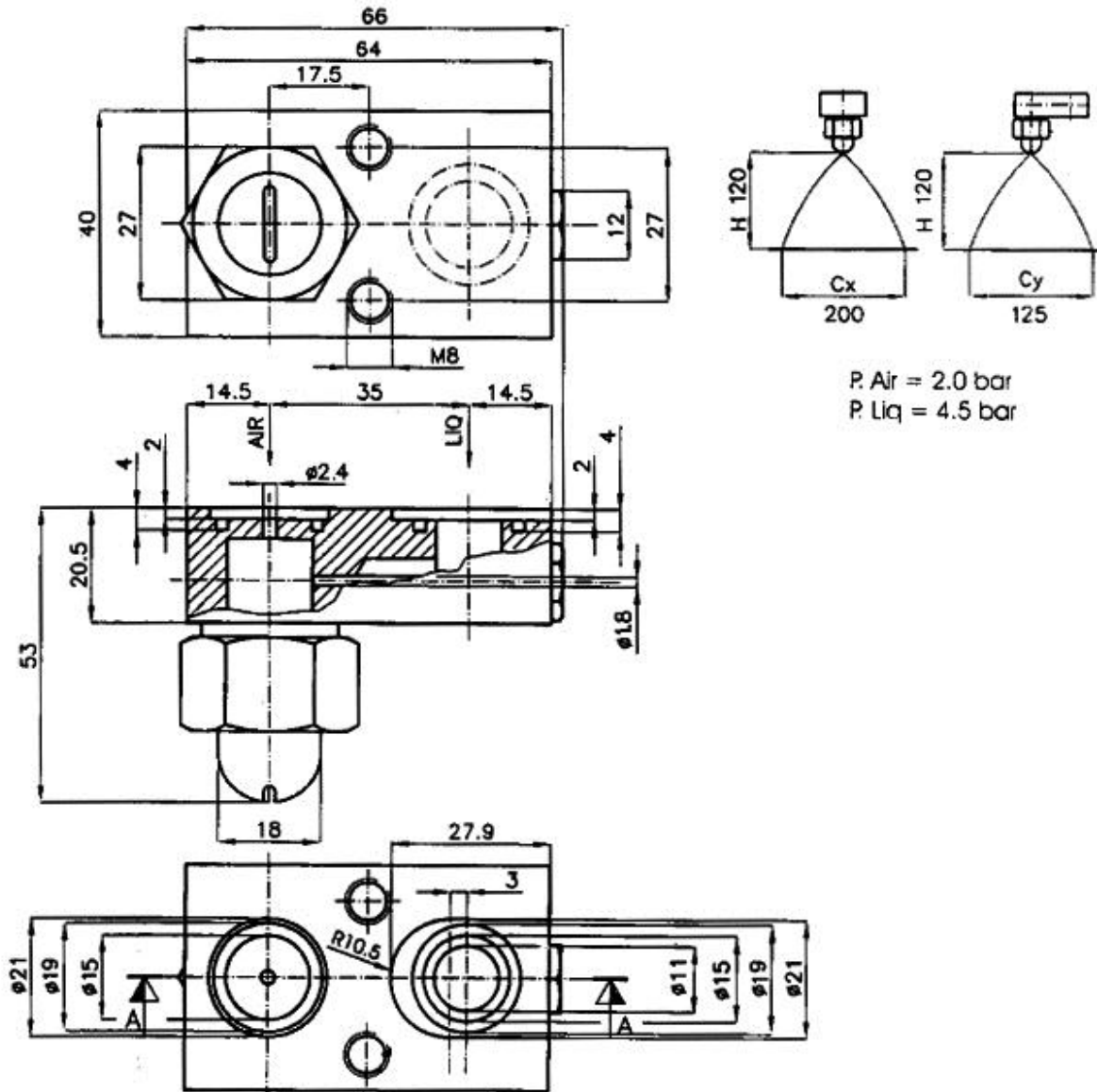



Рисунок 2 – Чертеж форсунки третьей зоны вторичного охлаждения МНЛЗ



PRODUCT PERFORMANCE					Remark & Information				
● P.Air = 2,0 bar		● P.Liq = 2,0 bar		● P.Air = 2,0 bar		● P.Liq = 0,7 bar		Main material: T1 = Brass (2.0401)	
Liquid Capacity	1.8	[lpm]	Cx ● H = 120 mm	125	[mm]	Plug material: B1. = AISI 303 (1.4305)			
Air Flow Rate	6.5	[Nm ³ /h]	Cy ● H = 120 mm	65	[mm]	O-ring material: E7 = Viton			
						Dimension in mm			
						● The diameter to be confirmed			
	DIMENSIONAL DRAWING Pneumatic Atomizer for steel works					Desg.		Rev.	X
						Date	04/12/12	Rev.	A
						Red.	BADINO	Ctrl.	
						Doc.	BCSN.909.02		

This document is of property of the PNR Italia. Every reproduction is forbidden without written permission

Рисунок 3 – Чертеж форсунки четвертой зоны вторичного охлаждения МНЛЗ

Для эффективного распределения охлаждающей среды по длине витков катанки предлагается расположение форсунок, указанное на рис. 6.

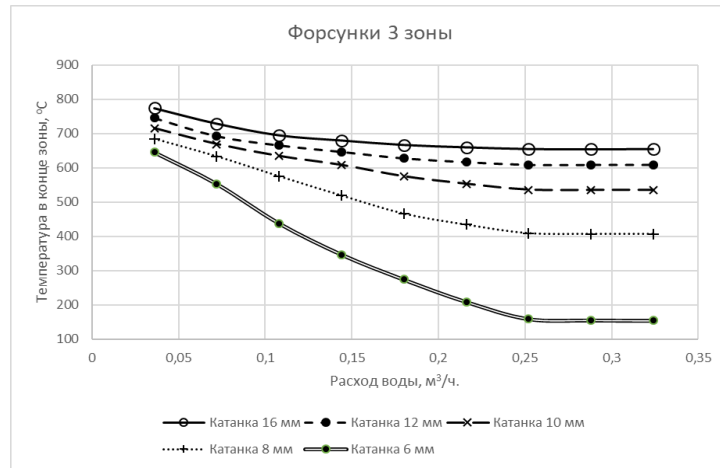


Рисунок 4 – Температура катанки в кінці участка водо-воздушного охладження при використанні форсунок 3 зони вторичного охладження МНЛЗ

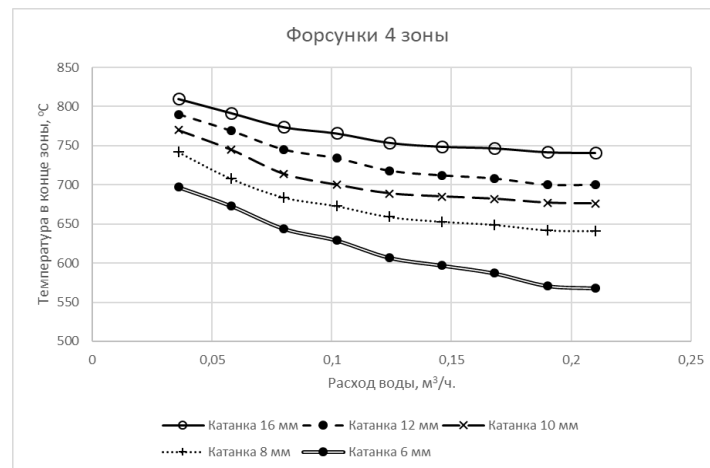


Рисунок 5 – Температура катанки в кінці участка водо-воздушного охладження при використанні форсунок 4 зони вторичного охладження МНЛЗ

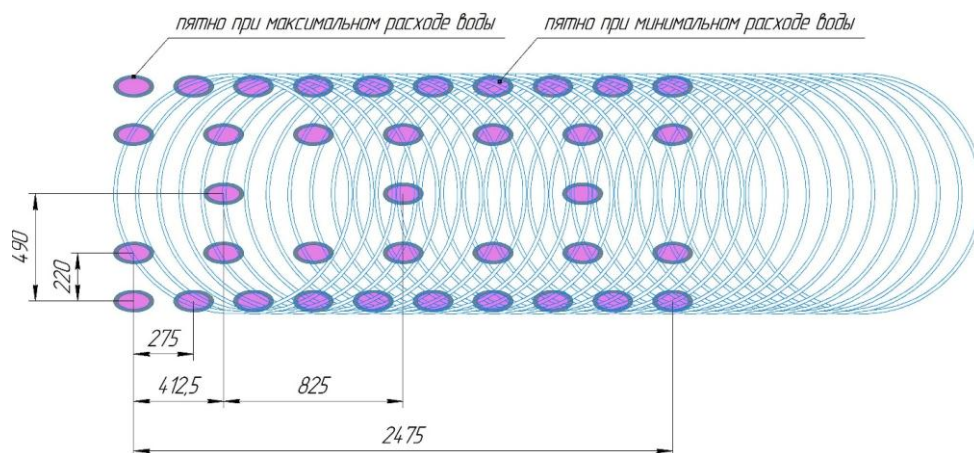


Рисунок 6 – Розташування форсунок 3 зони вторичного охладження МНЛЗ на колекторі та следи водо-воздушних струй на витках катанки при максимальному та мінімальному тиску (відстань від верхнього шару катанки 120 мм)

Выводы. Предложен вариант реконструкции линии двухстадийного охлаждения катанки стана 400/200 ПАО «ДМК», заключающийся в монтаже на первой секции рольганга-холодильника участка водо-воздушного охлаждения.

Для подтверждения эффективности работы дополнительного технологического участка в линии охлаждения проволочной линии стана разработана методика расчета температурного режима водо-воздушного охлаждения витков катанки.

Как видно из анализа расчетной температуры витков катанки диаметром 6–16 мм в конце участка водо-воздушного охлаждения охлаждающей способности форсунок 4 зоны вторичного охлаждения МНЛЗ при производстве катанки диаметром 16 мм может быть недостаточно. В то же время охлаждение катанки диаметром 6 мм форсунками 3 зоны охлаждения с минимальным расходом воды и форсунками 4 зоны охлаждения с максимальным расходом воды имеют близкие значения. Поэтому предложено при проектировании коллектора участка водо-воздушного охлаждения использовать форсунки 3 зоны вторичного охлаждения МНЛЗ (рис. 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Жучков С. М. Концепция модернизации проволочных станов / С. М. Жучков // Наук. пр. Донец. нац. техн. ун-ту. Сер. Металургія. – Донецк : ДонНТУ, 2008. – Вип. 10. – С. 279–286.
2. Горбанев А. А. Теоретические и технологические основы высокоскоростной прокатки катанки // А. А. Горбанев, С. М. Жучков, В. В. Филиппов и др. – Минск : Высшая школа, 2003. – 287 с.
3. Парусов Э. В. Эволюция условий охлаждения при деформационно-термической обработке бунтового проката в потоке технологических линий / Э. В. Парусов, А. Б. Сычков, С. И. Губенко и др. // XIII Международная конференция «Стратегия качества в промышленности и образовании», 05 июня – 08 июня 2017 г., Болгария, г. Варна : Материалы конференции. – 2017. – С. 122–129.
4. Парусов Э. В. Обоснование параметров регулируемого охлаждения бунтового проката из высокоуглеродистой стали в потоке проволочного стана 320/150 ОАО «ММЗ» / Э. В. Парусов, А. Б. Сычков, С. И. Губенко и др. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія машинобудування. – 2016. – № 2(77). – С. 62–70.
5. Парусов Э. В. Анализ технологических особенностей охлаждения бунтового проката на линии Стелмор ОАО «ММЗ» [Электронный ресурс] / Э. В. Парусов, А. Б. Сычков, С. И. Губенко и др. // Научные труды ВНТУ. – 2016. – № 3. – Режим доступа к журн.: <https://trudy.vntu.edu.ua/index.php/trudy/article/view/503/504>.
6. Парусов Э. В. Об эффективных путях совершенствования режимов регулируемого воздушного охлаждения бунтового проката в промышленных условиях / Э. В. Парусов, А. Б. Сычков, С. И. Губенко и др. // Научные труды ВНТУ. – 2017. – № 3 – Режим доступа к журн.: <https://trudy.vntu.edu.ua/index.php/trudy/article/view/536/536>
7. Парусов Э. В. Об особенностях структурообразования в высокоуглеродистом бунтовом прокате / Э. В. Парусов, А. Б. Сычков, И. Н. Чуйко и др. // Вісник УМТ ім. І. М. Францевича. – 2016. – № 9. – С. 88–97.
8. Павленко А. А. Инновационного решения по внедрению современного сортопрокатного производства в действующих прокатных цехах (на примере реконструкции сортопрокатного цеха ПАО «ДМКД») / А. А. Павленко, В. Ю. Кулак, И. А. Родянин и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2014. – № 4. – С. 31–34.