



The technology of the uninterruptedly-casted slug of section 140x140 mm teeming is worked through as a result of carrying out of investigation work at MNLZ-1.

А. В. ДЕМИН, В. В. ПИВЦАЕВ, РУП «БМЗ»

УДК 669

РАЗРАБОТКА И ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК СЕЧЕНИЕМ 140X140 ММ В ЭСПЦ-1 НА МНЛЗ-1 РУП «БМЗ»

В условиях рыночных отношений технология непрерывной разливки стали с получением сортовых заготовок приобретает все большее значение, поскольку в этом случае получение готовой металлопродукции достигается с наименьшими затратами при условии обеспечения минимального числа производственных операций без ухудшения качества конечной продукции.

Между тем, для обеспечения требуемого качества металлопродукции при сохранении оптимального уровня энергетических и материальных затрат представляется целесообразным использовать различные технологические схемы доводки и непрерывной разливки стали, что гарантирует рациональный уровень удельных затрат. В любом случае организация эффективной работы предполагает оптимизацию уровня энергетических и материальных потерь за счет разливки стали длинными сериями при обеспечении стабильных показателей качества. Наиболее существенным подходом к организации разливки стали на МНЛЗ является защита металла от вторичного окисления и его регулирование истечения из промковша. Открытой струей обычно разливают стали, которые прокатывают затем без строгого контроля макроструктуры на металлопродукцию.

Особое значение при получении сортовых заготовок высокого качества имеет применение стопора в промковше для регулирования скорости истечения металла через погружной стакан, подводящего сталь под уровень металла в кристаллизаторе.

Разливка заготовок сечением 125x125 мм с использованием погружного стакана приводит к затруднениям, связанным с «подмерзанием» мениска металла в кристаллизаторе на ранней стадии охлаждения. Образуется твердая корочка в виде различного рода перемычек, из-за малого расстояния, менее 30 мм от внешней поверхности погружного стакана и стенкой гильзы кристалли-

затора. Это явилось одной из причин для освоения технологии разливки литой заготовки сечением 140x140 мм на МНЛЗ-1 с последующим переходом на разливку под уровень. Также освоение производства литой заготовки сечением 140x140 мм дает увеличение производительности при разливке на МНЛЗ и при прокатке на стане 320, увеличивается степень обжатия прутка, улучшается структура проката. Маркетинговые проработки указывают на спрос литой заготовки данного сечения на мировых рынках металла.

Для проведения испытаний по разливке с получением заготовки нового сечения возникла необходимость в разработке проекта и чертежей на изготовление новой гильзы и модернизации кристаллизатора. Проведена доработка столов качения, разработана головка жесткой затравки, доработаны коллекторы охлаждения под большее сечение. Выполнены расчеты технологических режимов по скорости разливки и расходам охлаждающей воды в зоне вторичного охлаждения. В процессе проведения капитального ремонта на МНЛЗ-1 произведена замена насосов и оборудования на первичное и вторичное охлаждение с увеличением объемов охлаждающей воды. Вся научно-исследовательская работа выполнялась в четыре этапа.

Этап 1. Разливка опытных плавков на одном ручье

На начальном этапе в июне 2006 г. освоение разливки сечением 140x140 мм производили на одном ручье. При дальнейших испытаниях разливки с получением заготовки сечением 140x140 мм устанавливали постоянный расход воды вторичного охлаждения в ручном режиме. Для скоростей разливки:

- 2,1 м/мин зона А – 90 л/мин, зона В – 230 л/мин, зона С – 140 л/мин;
- 2,2 м/мин зона А – 100 л/мин, зона В – 240 л/мин, зона С – 150 л/мин;

2,3 м/мин зона А — 100 л/мин, зона В — 250 л/мин, зона С — 160 л/мин.

Оборудование не позволяло регулировать расход воды на охлаждение в кристаллизаторе при увеличении скорости свыше 2,3 м/мин из-за недостаточной производительности насосов в первичном контуре, вследствие чего высокая разница температур входящей и выходящей воды подтверждала о наличии недостаточного отбора тепла с медной гильзы. На плавке № 14606 при скорости 2,3 м/мин начало происходить подвисание заготовки в кристаллизаторе, что вызвало сильную ее вибрацию в ЗВО и образование поперечных трещин.

Для определения соответствия режимов охлаждения (ЗВО) и теплоотвода на рольгангах производили замеры температур пирометром «Raynger 3i» на выходе из бункера ЗВО, в ПТМ, середине промежуточного рольганга и в ножницах. Также для сравнения контролировали температуру на сравнительных заготовках сечением 125x125 мм с более высокой скоростью разливки.

При охлаждении заготовки сечением 140x140 мм на выходе из ЗВО в ПТМ при скорости 2,1–2,3 м/мин выдерживаются более стабильные параметры температуры поверхности. Количественные расходы воды в ЗВО по зонам опытного ручья для данной скорости разливки обеспечили необходимые условия охлаждения непрерывнолитой заготовки. При увеличении скорости разливки выше 2,5 м/мин из-за недостаточного количества воды и протяженности ЗВО происходят значительные перепады температур заготовки на выходе из зоны С и в зоне правки заготовки.

Подбор расхода воды на охлаждение в ЗВО позволил выдерживать более стабильные параметры температуры заготовки сечением 140x140 мм на выходе из бункера ЗВО в ПТМ. Подобранные расходы воды по зонам опытного ручья для скорости разливки до 2,3 м/мин обеспечили необходимые условия охлаждения непрерывнолитой заготовки с получением требуемой структуры металла.

На первом этапе исследований для определения длины жидкой лунки и теплоотдачи заготовки проводили замеры температур на участках шлеппер–холодильник. При увеличении скорости разливки растет температура сердцевины заготовки в ножницах, что характеризует удлинение жидкой фазы и уменьшение толщины корочки в зоне правки. Охлаждение заготовки на холодильнике сечением 140x140 мм, разлитой со скоростью 2,3 м/мин, равно охлаждению заготовки 125x125 мм, разлитой со скоростью 2,7 м/мин. При увеличении скорости разливки на опытном ручье повышается температура поверхности заготовки и уменьшается теплоотвод на холодильнике.

Этап 2. Разливка опытных плавков на одном ручье под уровень

В сентябре 2006 г. разлили шесть плавков в серию стали марки Ст.Зсп сечением 140x140 мм на шестом ручье под уровень с защитой струи и применением стопорного механизма. Разливку производили с использованием шлакообразующей смеси (ШОС) Скориалит 475С и рапсового масла.

Для определения соответствия режимов вторичного охлаждения и теплоотвода на рольгангах производили также замеры температур пирометром «Raynger 3i» в ЗВО на контурах В и С, в ПТМ, середине промежуточного рольганга и в ножницах. Для сравнения контролировали замеры на сравнительной заготовке сечением 125x125 мм с более высокой скоростью разливки 2,7 м/мин.

Подбор расхода воды на охлаждение в ЗВО на плавке №15151 позволил выдерживать более стабильные параметры температуры поверхности заготовки сечения 140x140 мм на выходе из бункера ЗВО и ПТМ. При дальнейшем снижении расхода по зонам В, С опытного ручья на скорости вытягивания заготовки до 2,3 м/мин не обеспечивались необходимые условия охлаждения.

Этап 3. Разливка опытных плавков на шести ручьях

На третьем этапе проведена разливка пяти плавков в серию стали марки Ст.Зсп сечением 140x140 мм на шести ручьях, где устанавливали расходы воды вторичного охлаждения, отработанные на опытном ручье. Для скоростей разливки:

2,1 м/мин зона А — 90 л/мин, зона В — 230 л/мин, зона С — 140 л/мин;

2,2 м/мин зона А — 100 л/мин, зона В — 240 л/мин, зона С — 150 л/мин;

2,3 м/мин зона А — 100 л/мин, зона В — 250 л/мин, зона С — 160 л/мин.

На шестой ручей установлен кристаллизатор с нерасверленными форсунками в коллекторе зоны А. На первом ручье в зоне С расположение форсунок соответствовало, как при разливке заготовки сечением 125x125 мм, и установлены расходы воды для скорости:

2,1 м/мин зона С — 160 л/мин;

2,2 м/мин зона С — 170 л/мин;

2,3 м/мин зона С — 180 л/мин.

На первом ручье укороченная зона С и подбор расхода воды на охлаждение в ЗВО позволили выдерживать более стабильные параметры температуры поверхности. Подобранные расходы воды в ЗВО по зонам для скорости разливки до 2,3 м/мин обеспечили необходимые условия охлаждения непрерывнолитой заготовки.

Этап 4. Промышленные испытания

С 15.12.06 г. в ЭСПЦ-1 на МНЛЗ-1 начаты промышленные испытания и отработка технологии разливки с получением заготовок сечением

140x140 мм согласно действующей ТИ-840-С-02-2002 и дополнению плана работ № СП-61-2006. На данном сечении за период промышленных испытаний с декабря 2006 г. по май 2007 г. получено годного металла 370 901 т.

В процессе разливки стали на МНЛЗ-1 проводили исследования по отработке температурно-скоростных режимов, подбору режимов первичного и вторичного охлаждения и отбирали темплеты на определение качества макроструктуры литой заготовки.

Для расширения сортамента разливаемых марок стали на сечение 140x140 мм разливали кампании из серий плавков сталей марок СтЗсп, У500, BSt500S, B500B, B500S, RB500W, FeB500HWL, 25Г2С.

За период испытаний проведены исследования влияния скорости разливки на качество макроструктуры литой заготовки, при этом достигалась максимальная скорость разливки до 2,7 м/мин, когда затвердевание жидкой фазы заканчивалось на окончании металлургической длины перед ножницами. Качество макроструктуры литой заготовки, разлитой на данной скорости, не удовлетворяет требованиям и имеет значительное увеличение ромбичности, центральной пористости, ликвационных полосок и трещин, а также повышенного загрязнения слитка неметаллическими включениями. На основании результатов металлографических исследований и возникших дефектах на следующем переделе при разделении заготовки с выходом арматуры на стане 320 были определены режимы допустимых скоростей разливки, которые составили от 1,9 до 2,3 м/мин.

Исследования показали, что качество макроструктуры темплетов с заготовок существенно зависит от содержания в нем серы и фосфора, низкие значения серы менее 0,020% позволяют увеличивать скоростной режим до 2,4–2,6 м/мин, где они имели макроструктуру, аналогичную заготовкам, отлитым с меньшей скоростью 2,2–2,3 м/мин.

Металлографический контроль макроструктуры литой заготовки сечением 140x140 мм

В процессе отработки технологических режимов разливки и охлаждения заготовок в период перехода МНЛЗ-1 на квадрат 140x140 мм исследовано 225 темплетов, подготовлено 46 протоколов оценки макроструктуры.

Для сравнения плавков № 32915, 14487 отобраны темплеты с заготовки сечением 125x125 мм. Проведена оценка макроструктуры темплетов по ОСТ 14-1-235 в сравнении со шкалами, используя метод снятия серных отпечатков по Бауману.

После снятия отпечатков темплеты были протравлены в 50%-ном растворе соляной кислоты. Раздутие граней темплетов плавки № 12810 составляет 1–2 мм, плавки № 12813 – 1–3 мм. На темплетях плавки № 12813 видны ужимины глубиной до 2 мм. На темплете №3 плавки № 12813 выявлен дефект «усадочная раковина». Макроструктура плавки № 32914, разлитой с меньшей скоростью, отличается от макроструктуры плавков № 12890, 12891, 32915 – отсутствуют угловые трещины и раздутие граней, центральная зона более плотная, ниже загрязненность неметаллическими включениями.

Макроструктура представленных проб состоит из коркового слоя и зоны столбчатых кристаллов, что характерно для данного сечения и марки стали. На темплетях плавков, разлитых с большей скоростью, присутствует зона равноосных кристаллов размером 37x50 мм (12912-1), 40x45 мм (12890-1), 35x50 мм (12890-2), 50x40 мм (12914-1), 50x55 мм (12914-3). На плавках №12890 и 12914-1 зона равноосных кристаллов смещена к нижней грани.

Для исследования макроструктуры поперечного сечения непрерывнолитой заготовки сечением 140x140 мм отбирали темплеты с применением масла в кристаллизаторе и ШОС.

В процессе исследовательской работы при проведении промышленных испытаний произошло улучшение макроструктуры подката и арматуры, полученной из литой заготовки сечением 140x140мм.

Выводы

В результате проведенной исследовательской работы отработана технология разливки непрерывнолитой заготовки сечением 140x140 мм на МНЛЗ-1 и получены следующие результаты.

1. Среднее значение оценки макроструктуры литой заготовки сечением 140x140 мм, разливаемой со скоростью 2,2–2,3 м/мин, находится на одном уровне с оценкой макроструктуры заготовки сечением 125x125 мм, разливаемой со скоростью 2,7–2,9 м/мин.

2. Полученные результаты оценки макроструктуры и размеры геометрии литой заготовки соответствуют требованиям НД, где скорость вытягивания заготовок выдерживается от 1,9 до 2,3 м/мин, при увеличении скорости разливки происходит увеличение центральной пористости, ликвационных полосок и трещин, а также повышается краевое точечное загрязнение.

3. Увеличение скорости разливки более 2,3 м/мин возможно при модернизации основных узлов МНЛЗ-1.