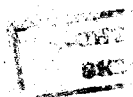


5.16.02(43)

567

Челябинский политехнический институт
имени Ленинского комсомола

На правах рукописи



ГНИНЕНКО АРКАДИЙ СТЕПАНОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ
ТЕХНОЛОГИИ УТЕПЛЕНИЯ ПРИБЫЛЬНОЙ ЧАСТИ
СЛИТКОВ КАЧЕСТВЕННОЙ СТАЛИ

Специальность 05.16.02 -
"Металлургия черных металлов"

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Челябинск
1980

№ 347

Работа выполнена в Челябинском научно-исследовательском институте металлургии и на Челябинском металлургическом заводе.

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор А. Н. Морозов.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
В. В. Хлынов;
кандидат технических наук, доцент
А. Ю. Катаргин.

Ведущее предприятие - Нижнетагильский металлургический комбинат.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1980г, в ___ часов,
в аудитории ___ на заседании специализированного
совета К-053.13.03 по присуждению ученой степени кандидата
технических наук в Челябинском политехническом институте
имени Ленинского комсомола по адресу:
454044, г. Челябинск, 44, проспект имени В.И. Ленина, 76.

Просим Вас и сотрудников Вашего учреждения принять участие в заседании специализированного совета или прислать отзыв в двух экземплярах, заверенных печатью, ученому секретарю по вышеуказанному адресу.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.
Автореферат разослан "___" _____ 1980г.

Ученый секретарь специализированного
совета - доцент, кандидат технических

наук



О. К. Токовой

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ



ЭОХ

Актуальность темы. Решениями XXV съезда КПСС предусматривается рост эффективности общественного производства путем улучшения использования материальных ресурсов. В черной металлургии поставленная задача решается, в частности, сокращением расхода слитков на производство проката. Главным путем реализации этого направления является уменьшение отходов с головной обрезью за счет утепления прибыли материалами с высокой теплоизолирующей способностью.

К началу проведения настоящего исследования в отечественной металлургии были выполнены отдельные опыты по улучшению тепловой работы прибыли, однако промышленного развития при разливке качественной стали они не получили. Кроме того, оставался недостаточно изученным вопрос о влиянии качества утепления прибыли на развитие химической неоднородности в верхней части слитков.

Цель работы. Разработка и промышленное внедрение рациональной технологии утепления прибыли уширенных кверху слитков качественной углеродистой и легированной стали массового производства для увеличения выхода годного металла.

Методика исследования. Влияние качества утепления прибыли на кинетику процесса затвердевания и развитие химической неоднородности в верхней части слитков изучали на лабораторных слитках массой 0,58 т и промышленных массой 6т. Применяли утеплители в широком диапазоне теплофизических свойств: шамотный, песчано-целлюлозный (Щ), глинозёмоволокнистый (ГВ) и экзотермический (ЭТ). Верх прибыли обогревали экзотермической смесью. Кинетические диаграммы затвердевания строили по результатам измерения температурных полей и температурам начала и конца кристаллизации. Температуру конца кристаллизации определяли методом вакуум-плавления образцов. Содержание углерода и серы определяли кулонометрическим методом, полученные данные обрабатывали с применением математической статистики.

Распределение тепловых потоков в прибыли изучали на слитках массой 6т с шамотным и песчано-целлюлозным утеплителями. В связи с высоким удельным расходом разовых песчано-целлюлозных вкладней при отливке слитков массой 6 и 10т испытывали двухслойные утеплители многократного применения. Объем прибыли слитков с опытными утеплителями устанавливали равным 14±15%, вместо 17±18% с шамотным.

Качество металла по макроструктуре и химической неоднородности изучали на 235 плавках сталей марок 15ХГНТА, 20ХНР, 18-30ХГТ, 40Х, 55-60С2, 70 и др.

Научная новизна. Изучено влияние качества утепления прибыли на изменение параметров двухфазной области в верхней части слитков.

Впервые определены условия образования зоны отрицательной ликвации примесей, обнаруженной в прибыльной части слитков массой 0,58 и 6 т.

Впервые установлено, что улучшение утепления прибыли увеличивает размеры зоны отрицательной ликвации и количество диффундировавших из нее примесей, способствуя их накоплению в зоне положительной ликвации. Однако в результате направленного вверх затвердевания прибыли содержание примесей в осевой зоне верхней части тела слитков снижается.

Изучена структура тепловых балансов прибыли уширенных кверху слитков массой 6 т, позволивших оценить влияние песчано-целлюлозных утеплителей на распределение тепловых потоков в их верхней части.

Практическая ценность. Разработана рациональная технология утепления прибыли уширенных кверху слитков качественной углеродистой и легированной стали массового производства, применение которой позволяет снизить расход металла на прибыль на 3,0+3,4% с сохранением достигнутого уровня качества металла.

Реализация. Результаты работы внедрены на Челябинском металлургическом заводе при разливке сталей марок 15ХГНТА, 20ХНР, 18-30ХГТ, 40Х, 55-60С2 и др. на слитки массой 6 и 10 т. Снижение расхода слитков на производство проката составило 30,2+34 кг/т. Экономический эффект при отливке 1 млн. т стали в год получен в размере 289,6 тыс. руб.

Публикация и апробация. Основное содержание работы опубликовано в 10 статьях и 2 авторских свидетельствах. Материалы диссертации доложены на 5 Всесоюзных конференциях и 3 региональных семинарах.

Объем работы. Диссертация общим объемом 194 страницы содержит 90 страниц текста и состоит из введения, пяти глав, выводов, библиографии из 119 наименований, 26 рисунков, 37 таблиц и 9 приложений.

2. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ПРИБИЛИ НА РАЗВИТИЕ ХИМИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ СЛИТКОВ

Применение эффективных утеплителей способствует развитию ликвационных процессов в прибыли. Кроме того, уменьшение её размеров может приблизить зону подусадочной ликвации к годной части слитка. Влияние этих факторов на развитие химической неоднородности в верхней части тела слитков изучено недостаточно. Необходимость сохранения достигнутого уровня качества готового проката требовала проведения дополнительных исследований.

Исследовали лабораторные слитки массой 0,58т, отлитые на одной плавке стали 45, и промышленные слитки массой 6т стали 70 (табл.2.1).

Таблица 2.1

Номер слитка	Масса слитка, т	Объем прибыли, %	Утеплители боковой поверхности прибыли		Утеплители верха прибыли	
			материал	кажущаяся плотность, г/см ³	материал	расход, кг/т
1	0,58	29,0	шамот	1,75	экзотермическая смесь	9,5
2	то же	26,0	Щ	1,0	то же	то же
3	"	"	ВГ	0,4	"	"
4	"	"	ЭТ	1,2	"	"
5	6,0	17,2	шамот	2,0	зольно-графит. смесь	1,5
6	то же	14,2	Щ	1,0	лункерит Л28	1,0
					зольно-графитов. смесь	1,0
7	"	10,9	ЭТ	1,2	лункерит Л28Ф	2,5
					то же	то же

2.1. Кинетика процесса затвердевания верхней части слитков

Из анализа кинетических диаграмм следует, что процесс затвердевания верхней части слитков и изменение в ней параметров

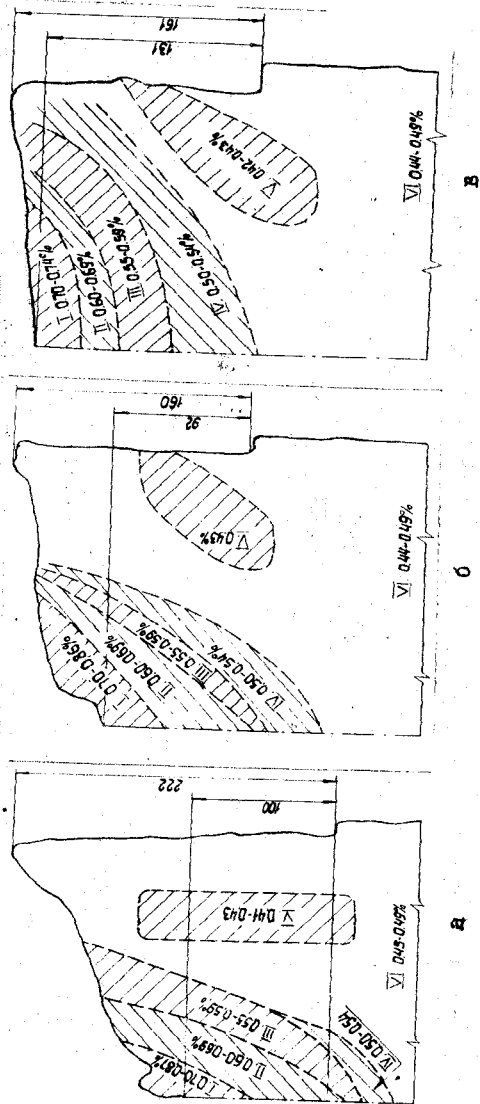


Рис. 2.3. Расположение участков (I, II, III, IV, V, VI) с близким содержанием углерода в верхней части слитков массой 0,58т:
 а, б, в - слитки № I, 2 и 4 по табл. 2.1.
 Степень ликвиции углерода в участках, %: I - 47+83; II - 26+45;
 III - 16+24; IV - 5+13; V - минус 9,5+ минус 14,5; VI - минус 5,0+
 плюс 3,0

подтверждена математической статистикой. Зона отрицательной ликвации была выявлена также в прибыльной части слитков массой 6т. Степень ликвации углерода в ней составляет минус 5÷8%.

Установлено, что зона отрицательной ликвации образуется на периферийных участках прибыли при скоростях перемещения границы начала затвердевания $(1,2+7,0) \cdot 10^{-3}$ см/с. При таких низких скоростях усиливается процесс перераспределения примесей между твердой и жидкой фазами двухфазной области. В результате повышается градиент концентрации примесей в жидкости двухфазной области и увеличивается их диффузия в жидкую часть слитка. Процесс диффузии усиливается конвективными потоками металла. Развитие в прибыли зоны отрицательной ликвации увеличивает количество примесей в подсадочной части слитков. Как показали материальные балансы, до 55% избытка углерода в зоне положительной ликвации образуется за счет соответственного уменьшения его содержания в зоне отрицательной ликвации. Увеличение продолжительности пребывания стали в двухфазном состоянии и ширины двухфазной области при снижении потерь тепла прибылью улучшает условия перемещения примесей и расширяет границы зоны отрицательной ликвации. В результате происходит дополнительное повышение содержания примесей в зоне положительной ликвации. Поэтому при использовании песчано-целлюлозного, глиноземоволоконистого и экзотермического утеплителей для слитков массой 0,58т общее количество углерода в зоне положительной ликвации возросло соответственно в 1,3; 1,6 и 2,6 раза по сравнению с шамотным.

Улучшение теплоизолирующей способности утеплителей задерживает затвердевание периферийных участков прибыли, что приводит к изменению направления роста дендритов и увеличению угла наклона границ двухфазной области к оси слитков на $8+14^{\circ}$. В результате направленного затвердевания образуется усадочная раковина практически плоской формы и слой плотного металла под ней увеличивается. Металл, наиболее обогащенный примесями, рассредоточивается по ширине прибыли вблизи усадочной раковины (рис. 2.3, участки I-II), снижая химическую неоднородность осевой зоны верхней части слитков. Этому также способствуют меньшая ширина двухфазной области и продолжительность пребывания стали в двухфазном состоянии в подприбыльной части. Так, применение для слитков массой 0,58т ТВ и ЭТ утеплителей снизило в 1,7+2,2 раза степень ликвации углерода в прибыли на равноудаленных от дна усадочной

раковины горизонтах. На границе с прибылью слитков массой 6т с шамотным, Ш и ЭТ утеплителями степень ликвации углерода составляла соответственно 28; 27 и 18%, а серы 56; 33 и 21%. При этом объем прибыли с ЭТ утеплителем был на 6,9%, а с Ш утеплителем на 3,4% меньше по сравнению с шамотным. Следовательно, применение эффективных утеплителей в сочетании с усиленным обогревом верха прибыли, наряду с уменьшением её объема, обеспечивает высокое качество металла из верхней части тела слитков по химической однородности.

На основании выполненных исследований уточнен механизм образования химической неоднородности под усадочной раковиной в прибыли. По существующим представлениям, накопление примесей под усадочной раковиной происходит в результате стекания обогащенного примесями раствора из двухфазной области стенок усадочной раковины, обнажающихся при усадочных перемещениях металла в прибыли. Это положение справедливо для слитков с ярко выраженной конической формой усадочной раковины, однако оно не объясняет причины развития химической неоднородности при её малой глубине. Другим источником обогащения примесями полусадочной зоны является их перераспределение по высоте слитка. Полученные в настоящем исследовании данные позволили сделать заключение, что химическая неоднородность под усадочной раковиной в прибыли образуется не только за счет развития известных ранее процессов, но и в результате перемещения примесей из зоны отрицательной ликвации. Изложенный механизм объясняет причину образования химической неоднородности под усадочной раковиной во всех случаях, включая применение высокоэффективных утеплителей прибыли.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРИБЫЛИ УШИРЕННЫХ КВЕРХУ СЛИТКОВ И В УТЕПЛИТЕЛЯХ

Анализ литературных источников показал, что до настоящего времени отсутствовали данные о структуре тепловых балансов прибыли уширенных кверху слитков с песчано-целлюлозными вкладышами, что не позволяло оценить их эффективность и степень влияния на тепловую работу прибыли. Кроме того, относительно высокий удельный расход вкладышей вызывал необходимость изучения возможности создания эффективных утеплителей многократного применения.

Исследования структуры тепловых балансов прибыли проводили на слитках массой 6т (табл.2.1, слитки № 5 и 6). Из полученных

данных (табл.3.I) следует, что тепло в прибыльную часть слитков с шамотным и песчано-целлюлозным утеплителями вносится, главным образом, жидким металлом (соответственно 86,4 и 71,2%) и экзотермическими реакциями в лнкеритах (8,7 и 25,4%). Различная доля этих статей приходной части балансов определяется меньшим на 3,4% объемом прибыли и увеличенным расходом активизированного флюоритом лнкерита у слитка с песчано-целлюлозным утеплителем. Тепло прибыльной части слитков терется в основном на нагрев утеплителей и с их поверхности в окружающую среду. При использовании песчано-целлюлозных вкладышей общие потери тепла через боковую поверхность прибыли уменьшились на 104,7 тыс.кДж или на 29,6%, а их доля в расходной части баланса снизилась на 18,4% (с 78,07 до 59,7%). Это вызвано уменьшением в 5,2 раза количества аккумулированного вкладышами тепла по сравнению с шамотным кирпичом вследствие их малой теплоемкости. Усиленный обогрев верха прибыли, несмотря на увеличение потерь тепла с поверхности засыпки, способствует улучшению её тепловой работы. Это выражается в увеличении расхода тепла экзотермических реакций в лнкерите на компенсацию других потерь тепла прибылью. Поэтому у слитка с песчано-целлюлозным утеплителем разность между экзотермическим теплом и потерями тепла поверхностью засыпки в окружающую среду составила 36,1 тыс. кДж, а у слитка с шамотным утеплителем — только 10,8 тыс.кДж, или соответственно 8,66 и 2,38% общего расхода тепла. Снижение потерь тепла прибылью при её утеплении песчано-целлюлозными вкладышами и активизированным лнкеритом увеличивает тепловой поток в тело слитка. Поэтому, несмотря на уменьшение объема прибыли на 3,4%, величина отношения количества тепла, переданного в тело слитка, к общим потерям тепла увеличилась с 0,09 до 0,149, обеспечив достаточный запас плотного металла под усадочной раковинной.

Вследствие низкой аккумулирующей способности, песчано-целлюлозные вкладыши могут эффективно применяться для отливки слитков массой 2,7т и более. Для слитков меньшей массы, на которые, как правило, разливают высоколегированные стали и сплавы, следует применять экзотермические вкладыши. При разливке качественной стали массового производства их использование экономически не оправдано, ввиду высокой стоимости.

Для оценки эффективности утеплителей многократного применения измеряли температуру по их сечению и рассчитывали удельные

Таблица 3.1

Статьи прихода и расхода тепла	Вид утеплителя			
	ламотный		песчано-целлю- лозный	
	тис. кДж	%	тис. кДж	%
Приход				
Тепло перегрева металла	17,69	3,9	21,27	5,1
Тепло кристаллизации	222,44	49,12	167,23	40,13
Тепло твердого металла	151,07	33,36	108,25	25,98
Тепло, перешедшее от излож- ницы к каркасу утеплителя	22,11	4,88	14,12	3,39
Тепло экзотермических реак- ций в лжнкеритах	39,48	8,74	105,8	25,40
Итого:	452,79	100	416,67	100
Расход				
Тепло, аккумулированное материалом утеплителя	155,83	34,41	29,77	7,14
Тепло, аккумулированное каркасом утеплителя	99,1	21,88	126,85	30,44
Тепло, теряемое поверхностью каркаса утеплителя	98,64	21,78	92,21	22,13
Тепло, аккумулированное засыпкой верха прибыли	18,21	4,02	16,81	4,03
Тепло, теряемое поверхностью засыпки верха прибыли	28,72	6,34	69,71	16,73
Тепло, аккумулированное бло- ками термонар	4,23	0,93	3,86	0,92
Тепло, перешедшее в тело слитка	40,72	9,01	62,46	14,96
Невязка	7,34	1,63	15,01	3,65
Итого:	452,79	100	416,67	100

потери тепла боковой поверхностью прибыли за время затвердевания через каждые 20 мин. На слитках массой 6 и 10 т в сравнении с однослойными шамотным и песчано-целлюлозным испытывали двухслойные утеплители с рабочим слоем из шамотного кирпича различной толщины и теплоизоляционным — из керамико-вермикулита. Установлено, что при использовании двухслойных утеплителей так же, как и однослойных шамотных, основная часть тепла, отдаваемого боковой поверхностью прибыли, расходуется на нагрев рабочего слоя. При этом среднemasсовая температура однослойного шамотного и рабочего слоя большой толщины двухслойного утеплителей повышается в течение всего периода затвердевания. Соответственно увеличивается количество тепла, аккумулированного шамотным материалом, и удельные потери тепла через боковую поверхность прибыли за полное время затвердевания. У рабочего слоя малой толщины среднemasсовая температура достигает наибольшей величины в первой половине затвердевания, и аккумуляция им тепла прекращается. Некоторое увеличение тепловых потерь за последующее время происходит за счет теплоотдачи в окружающую среду. В соответствии с этим применение для слитков массой 10 т двухслойного утеплителя с рабочим слоем толщиной 30 мм уменьшило удельные потери тепла через боковую поверхность прибыли на 37,4%, а толщиной 65 мм — только на 13,2%. При использовании двухслойного утеплителя с толщиной рабочего слоя 30 мм на слитках массой 6 т потери тепла снижаются также незначительно — на 10,9%. Это объясняется тем, что при одинаковой аккумулирующей способности рабочего слоя теплосодержание прибыли слитка массой 6 т значительно меньше, чем у слитка массой 10 т. Очевидно, что с увеличением массы слитков эффективность таких утеплителей будет возрастать.

Применение для слитка массой 6 т песчано-целлюлозных вкладышей уменьшило потери тепла на 34,5%.

На основании выполненных исследований показано, что для снижения расхода металла на прибыль при отливке слитков массой 10 т и более целесообразно применять двухслойные утеплители с рабочим слоем толщиной 30 мм.

4. РАЗРАБОТКА И ОСВОЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УТЕПЛЕНИЯ ПРИБЫЛИ УШИРЕННЫХ КВЕРХУ СЛИТКОВ

Установленные теоретические положения позволили определить эффективное направление работ по увеличению выхода годного металла из уширенных кверху слитков качественной углеродистой и легированной стали массового производства, реализованное с помощью следующих технических решений.

Разработан песчано-целлюлозный утеплитель разового использования для слитков массой 2,7 т и более. Определены оптимальные размеры вкладышей и разработаны конструкция каркаса утеплителя и надежный метод крепления в нем вкладышей – при помощи металлических скоб. Установлено, что для слитков массой 6т толщина вкладышей должна составлять 35–40 мм.

Разработан двухслойный утеплитель многократного применения для слитков массой 10т и более с рабочим слоем из фасонного шамотного кирпича толщиной 30 мм и теплоизоляционным – из керамики-вермикулита толщиной 50 мм. С целью обеспечения высокой стойкости утеплителей изучено влияние огнеупорных добавок на теплофизические свойства керамики-вермикулита. Установлено, что при содержании шамотного порошка 40%, а вермикулита и огнеупорной глины по 30%, дополнительная усадка при температуре 1150°C снижается с 25 до 8%, что устраняет деформацию двухслойной футеровки. В результате применения керамики-вермикулита разработанного состава стойкость утеплителей составила 50+ 55 наливов, что в два раза выше по сравнению с обычными шамотными.

Разработаны составы активизированных ланкеритов марок Л14Ф и Л28Ф с флюоритом, применение которых снижает потери тепла через верх прибыли. Наличие флюорита в количестве 3+4% увеличивает интенсивность и полноту окисления алюминия кислородом воздуха и повышает температуру горения ланкерита на 150+200°C (до 1650°C).

Однослойные песчано-целлюлозные утеплители применяли при отливке слитков массой 6т, а двухслойные керамики-вермикулитовые – слитков массой 10т Челябинского металлургического завода. Объем прибыли опытных слитков составлял соответственно 14,2 и 15% вместо 17 и 18% у обычных. Нормы головной обрезки устанавливали, исходя из глубины залегания дефектов усадочного происхождения и степени развития химической неоднородности металла в

раскатах верхней части слитков. Было установлено, что у опытных слитков массой 6т сталей И8-30ХГТ и И5-25ХГНТА усадочные дефекты проникают на глубину 11,0%, а у слитков всех остальных марок сталей - на 7;9%. У опытных слитков массой 10т глубина проникновения дефектов усадочного происхождения составляла 8%. Ликвация углерода, серы и фосфора на границе прибыли и тела опытных слитков массой 6 и 10т широкого марочного сортамента практически одинакова в сравнении с обычными слитками. Механические свойства металла из слитков массой 6т стали 40Х на уровне головной обрезки существенно не отличаются от обычных и значительно выше требований ГОСТ 4543-71. На основании полученных данных обрезь головной части слитков массой 6 и 10т была установлена в размере 12,0% (для сталей марок И8-30ХГТ и И5-25ХГНТА - 14,0%).

Разработанная технология утепления прибыли уширенных кверху слитков, включающая использование песчано-целлюлозных утеплителей для слитков массой 6т и керамико-вермикулитовых для слитков массой 10т в сочетании с обогревом верха прибыли активизированными ланкеритами, внедрена на Челябинском металлургическом заводе. Её применение позволило снизить расходные коэффициенты на блямингах при прокатке слитков массой 6т на 34 кг/т и слитков массой 10т на 30,2 кг/т в среднем по всем группам марок сталей. Экономический эффект от внедрения при разливке 1 млн.т стали в год составил 289,6 тыс.руб.

Результаты выполненных исследований использованы при разработке технологии утепления прибыли на металлургических заводах Златоустовском, им.А.К.Серова и "Красный Октябрь".

В В В О Д Н

1. Исследованием кинетики процесса затвердевания впервые установлено, что снижение потерь тепла через боковую поверхность прибыли на её периферийных участках увеличивает ширину двухфазной области и продолжительность пребывания стали в двухфазном состоянии. В верхней части тела слитков названные параметры двухфазной области уменьшаются. Это создает условия для усиления химической неоднородности в прибыли и уменьшения - в теле слитков.

2. Впервые установлено, что при скоростях перемещения границы начала затвердевания порядка 10^{-3} см/сек в прибыли образуется зона отрицательной ликвации примесей, снижение содержания угле-

года в которой достигает 0,06%, а серы - 0,016%. Доля углерода, диффундировавшего из зоны отрицательной ликвации, составляет до 55% его избытка в зоне положительной ликвации.

3. Установлено, что улучшение **утепления** прибыли повышает содержание примесей в зоне положительной ликвации в 1,3+2,6 раза, вследствие увеличения размеров зоны отрицательной ликвации и количества диффундирующих из неё примесей.

4. Уточнен механизм образования и развития химической неоднородности в верхней части слитков. Показано, что накопление примесей под усадочной раковинной в прибыли, помимо ранее известных причин, происходит также в результате их перемещения из зоны отрицательной ликвации. Применение эффективных утеплителей увеличивает количество примесей под усадочной раковинной. Однако, вследствие направленного вверх затвердевания прибыли, а также из-за уменьшения в подприбыльной части ширины двухфазной области и продолжительности пребывания стали в двухфазном состоянии, снижается содержание примесей в осевой зоне верхней части слитков. Это обеспечивает высокое качество металла при уменьшении объема прибыли.

5. Исследованиями тепловых балансов прибыльной части уширенных кверху слитков и тепловых потоков через её боковую поверхность установлено, что применение однослойных песчано-целлюлозных утеплителей для слитков массой 6т и двухслойных керамико-вермикулитовых с рабочим слоем толщиной 30 мм для слитков массой 10т снижает на 30% потери тепла через боковую поверхность по сравнению с шамотными.

6. Для увеличения выхода годного металла из слитков за счет уменьшения потерь тепла прибылью разработаны:

- однослойный песчано-целлюлозный утеплитель разового применения для слитков массой более 2,7т;
- двухслойный утеплитель многократного применения для слитков массой 10т и более с рабочим слоем из шамотного кирпича толщиной 30 и теплоизоляционным из керамико-вермикулита толщиной 50 мм;
- составы активизированных ланкеритов марок Л14Ф и Л28Ф.

7. Новая технология утепления прибыльной части слитков качественной углеродистой и легированной стали массового производства, включающая применение песчано-целлюлозных утеплителей для слитков массой 6т и керамико-вермикулитовых утеплителей

для слитков массой 10 т в сочетании с обогревом верха прибыли активизированными лонкеритами, внедрена на Челябинском металлургическом заводе. Её применение позволило снизить расходные коэффициенты на производство проката на блингах на $30,2 \div 34$ кг/т с сохранением достигнутого уровня качества металла по макроструктуре и химической однородности. Экономический эффект при разливке 1 млн. т стали в год составил 289,6 тыс. руб.

Основные положения диссертации опубликованы в статьях:

1. Повышение выхода годного металла из слитков спокойной стали при улучшении теплоизоляции прибыли / Ю.Д.Смирнов, Б.П.Охримович, А.С.Гниненко и др. - Бюл. ин-та "Черметинформация", 1971, № 20, с.37-39.
2. Установки для изготовления вкладышей из шликерных масс / А.С.Фрейденберг, А.Н.Коновалов, ..., А.С.Гниненко и др. - Труды ВОСТИУ, 1971, вып.12, с.57-64.
3. Гниненко А.С. Применение керамовермикулита в качестве теплоизоляционного слоя при двухслойной футеровке прибыли. - Сталь, 1970, № 10, с.331.
4. Увеличение выхода годного металла из слитков качественной спокойной стали / Ю.Д.Смирнов, Б.П.Охримович, А.С.Гниненко и др. - Бюл.ин-та "Черметинформация", 1973, № 24, с.12-21.
5. Эффективность тепловой работы двухслойных футеровок прибыли 10-т слитков / Б.П.Охримович, Ю.Д.Смирнов, ..., А.С.Гниненко и др. - В кн.Проблемы стального слитка: Труды 5-ой конференции по слитку. М., 1974, с.506-509.
6. Увеличение выхода годного металла при утеплении прибыли песчано-целлюлозными вкладышами / Н.А.Тулин, Л.А.Алым, ..., А.С.Гниненко и др. - В кн.Проблемы стального слитка: Труды 5-ой конференции по слитку. М., 1974, с.504-505.
7. Усовершенствование состава клея для крепления теплоизоляционных вкладышей / Ю.Ф.Вабаош, К.Р.Кийслер, ..., А.С.Гниненко и др. - В кн.Разливка стали в слитки и их качество. М., 1976, вып.5, с.17-21.
8. Увеличение выхода годного путем применения керамовермикуловых плит для теплоизоляции прибыльной части слитков / А.С.Гниненко, Б.П.Охримович, Ю.Д.Смирнов и др. - Тезисы докладов Всесоюзного семинара: "Передовой опыт по повышению выхода годного при разливке стали с применением теплоизоляционных и экзотермических вкладышей". М., 1976, с.26-27.

9. Утепление прибыли слитков с целью повышения качества металла и выхода годного / М.И.Колосов, Ю.Д.Смирнов, А.С.Гниненко и др. - М., 1978, с.19 (Экспресс-информация / Ин-т "Черметинформация". Сер.6; вып.№ 14.)
10. Увеличение выхода годного из слитков высококачественной стали / Ю.Д.Смирнов, Б.П.Охримович, А.С.Гниненко и др. - Сталь, 1978, № 7, с.593-596.
11. А.С.458389 (СССР) Экзотермическая смесь / А.С.Гниненко, Б.П.Охримович, Ю.Д.Смирнов и др. - Заявл.27.12.72; Опубл.в Б.И.1975, № 4, с.21.
12. А.С.395343 (СССР) Шихта для изготовления теплоизоляционных изделий / А.С.Гниненко, Б.П.Охримович, Я.А.Ахтямов и др. - Заявл. 09.11.71; Опубл. в Б.И.1973, № 35, с.65.

Материалы диссертации доложены:

1. На У Всесоюзной научно-технической конференции "Физико-химические и теплофизические процессы кристаллизации стальных слитков", Киев, 1975
2. На Всесоюзном семинаре "Теория кристаллизации слитка и улучшение качества слитков легированных сталей", ВДНХ СССР, М., 1969
3. На всесоюзной научно-технической конференции "Экономическая эффективность основных направлений технического прогресса в черной металлургии". Институт экономики ЦНИИЧМ, М., 1969
4. На Всесоюзном научно-техническом семинаре "Пути снижения расхода металла в сталеплавильном и прокатном производстве", М., 1973
5. На Всесоюзном научно-техническом семинаре "Передовой опыт по повышению выхода годного при разливке стали с применением теплоизоляционных и экзотермических вкладышей", М., 1976
6. На региональных семинарах "Экономия черных металлов и пути повышения эффективности их использования в народном хозяйстве", Челябинск, 1975, 1977
7. На научно-техническом семинаре "Механизация и автоматизация сталеплавильного производства", Магнитогорск, 1974
8. На координационных совещаниях МЧМ СССР по вопросам разливки легированной стали в слитки и их качеству, Челябинск, 1969+77
9. Материалы работы демонстрировались на ВДНХ СССР в 1969 и 1977 г.г. и отмечены медалями выставки.

Гниненко Аркадий Степанович
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
УТЕПЛЕНИЯ ПРИБЛИЖЕННОЙ ЧАСТИ
СЛИКОВ КАЧЕСТВЕННОЙ СТАЛИ

Специальность 05.16.02 -
"Металлургия черных металлов"