

Ученому секретарю диссертационного совета Д 212.099.10
при ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
Гильманшиной Т.Р.

660025, г. Красноярск,
пр. Красноярский рабочий,
д.95, ауд. 212,
диссертационный совет Д 212.099.10

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Фролова Виктора Федоровича «Исследование и разработка новой технологии производства плоских слитков из алюминиевых сплавов 1XXX серии для фольгопрокатного производства», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 «Литейное производство»

Кандидатская диссертация изложена на 206 страницах машинописного текста, включая 69 рисунков, 31 таблицу, список литературы из 101 наименования и 4 приложений.

На современном этапе в производстве полуфабрикатов из алюминиевых деформируемых сплавов уделяется большое внимание качеству непрерывнолитых слитков. Комплексное решение вопросов качества слитков из алюминиевых деформируемых сплавов заключается не только в обеспечении стабильного химического состава, но и за счет оптимизации параметров подготовки расплавов к литью на пути «плавильная печь-миксер-криSTALLизатор».

Актуальность диссертации Фролова В.Ф. заключается в повышении качества плоских слитков из алюминиевых сплавов 1XXX серии для фольгопрокатного производства за счет разработки технико-технологических решений, направленных на устранение таких специфических дефектов литой структуры слитков, как «келочная» и «веерная» структура, а также «плавающие кристаллы».

Исследования выполнялись в рамках проекта компании ОК РУСАЛ,

которая является одним из мировых лидеров в алюминиевой отрасли. Актуальность работы подтверждается еще и тем, что она выполнялась в рамках Федеральной программы «Стратегия развития цветной металлургии России на 2014-2020 годы и на перспективу до 2030 года», разработанной в соответствии с поручением Правительства Российской Федерации от 16 июля 2013 г. N ДМ-П9-53пр.

Научная новизна исследований включает в себя: экспериментально установленные закономерности формирования дефектов в литой структуре плоских слитков; выявленные метастабильные алюминиды железа интерметаллидной природы, влияющие на появление дефектов структуры; рациональные технологические параметры литья, гарантирующие отсутствие дефектов структуры.

Практическая значимость работы заключается в разработанной методике обнаружения дефектов литой структуры плоских слитков и компьютерной модели плавления лигатурного прутка AlTi5B1 в системе литьевых желобов на пути транспортировки расплава от миксера к кристаллизаторам; в комплексе технико-технологических решений, позволивший исключить образование дефектов; во внедрении результатов исследований в производство и учебный процесс.

Основное содержание работы отражено в 10 научных публикациях (в том числе в 2-х рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ и 2-х патентах на изобретение).

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, основные положения, выносимые на защиту, а также их научная новизна.

В первой главе проведен анализ современных тенденций развития производства и проблем, возникающих в обеспечении качества плоских слитков из алюминиевых сплавов 1XXX серии, предназначенных для фольгопрокатного производства. Для формулировки целей и задач диссертационного исследования был привлечен существенный объем информации по тематике исследования, включая современные публикации в ведущих зарубежных и отечественных журналах.

Во второй главе приведены данные по применяемым и разработанным методикам, используемых при выполнении исследований. Дано характеристика объектов исследований, в качестве которых были выбраны промышленные

алюминиевые сплавы 1050, 1100 и 1200. Достоинством выбранного методического подхода является проведение экспериментов, как в лабораторных, так и в промышленных условиях. Неоспоримым достоинством является разработанная методика выявления дефектов вида «fir tree» или «елочная» структура (FTS), «веерная» структура (BC) и плавающих кристаллов структуры (ПКС) у плоских слитков.

В третьей главе представлены результаты исследований по влиянию технологических параметров литья на качество плоских слитков. Анализ экспериментальных результатов, полученных в промышленных условиях, позволил определить области возникновения дефектов вида FTS, BC и ПКС в структуре плоских слитков в зависимости от соотношения концентраций железа и кремния, а также в зависимости от технологических параметров (скорости охлаждения во время кристаллизации слитков, уровня расплава в кристаллизаторе, температуры литья в литейном лотке и др.). Установлены механизм и основные причины возникновения дефектов вида FTS, BC и ПК. По результатам проведенных теоретических и экспериментальных исследований были научно обоснованы рациональные температурно-скоростные режимы литья и кристаллизации плоских слитков, гарантирующие отсутствие дефектов в виде FTS, BC и ПКС, а также обеспечение требуемого уровня технологических свойств.

В четвертой главе исследовано влияние модифицирования алюминиевых сплавов 1XXX серии на качество слитков. В качестве основного модификатора выбраны тройные лигатуры в виде прутков на основе системы Al-Ti-B. Отмечено, что данные лигатуры в России до настоящего времени не производятся. Основными производителями являются голландская фирма KBM Affilips, немецкие, китайские, индийские и южнокорейские компании. Исследовалось модифицирующее влияние лигатур различного состава (AlTi5B1, AlTi3B1, AlTi5B0,2) и различных производителей (KBM Affilips и HOESCH). Особое внимание было уделено месту введения лигатурного прутка при модифицировании сплавов 1050 и 1200. Эксперименты проводили в литейном отделении алюминиевого завода на серийном оборудовании. Эффективность модифицирования анализировали по методике Alcan-Test. Оценивали также влияние модификаторов на механические свойства и деформируемость опытных образцов. Установлено, что наиболее сильное модифицирующее влияние оказывает лигатура AlTi5B1 производства KBM Affilips. При этом происходит не только измельчение макроструктуры, но и тормозится образование веерной структуры.

Выполнено компьютерное моделирование распределения интерметаллидов в системах подачи расплава на пути «миксер-кристаллизатор», при модифицировании лигатурами различного состава с использованием современных программных технологий.

В пятой главе представлены результаты апробации разработанных технических и технологических решений по улучшению качества плоских

литков из алюминиевых сплавов.

Приведен технологический регламент по производству плоских слитков серии 1XXX для ОАО «РУСАЛ Саяногорск», позволяющий исключить образование плавающих кристаллов, веерной и елочной (fir-tree) структуры.

Представлены описания установок для исследования модифицирующей способности лигатур и устройства для непрерывного литья и прессования методом «конформ».

В заключении представлены основные выводы и результаты работы.

Работа изложена технически грамотным языком. Каждая глава содержит важные результаты научных исследований и сопровождается развернутыми выводами. Оформление работы, в целом, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Особо следует отметить, что внедрение результатов работы способствовало получению экономического эффекта за счет повышения качества слитков.

По работе имеется ряд замечаний и вопросов.

1. По тексту диссертации имеется ряд досадных стилистических неточностей в подаче технического текста. На стр. 13 (первый абзац «Цены на алюминий на Лондонской бирже металлов, кажется, достигли дна. Флуктуации цены вниз еще продолжаются, размер премий сокращается...»), стр. 14 («К большому неудовольствию крупнейших мировых производителей первичного алюминия, Китай и не думает снижать свою долю производства....») и т.д.
2. На стр. 24 приведен рис. 1-10, сочетающий в себе англоязычные и русскоязычные пояснения.
3. На стр. 30 указано, что «...В настоящее время получает все большее распространение непрерывное литье с применением, так называемого электромагнитного кристаллизатора...». Однако, на металлургических заводах РФ, производящих алюминиевые слитки полунепрерывным способом процесс литья в ЭМК давно ликвидирован.
4. На стр. 31 дано определение слитка «Слитком называется отливка простейшей формы...». А на стр. 47 и далее по тексту встречаются выражения «...отливка слитков» в контексте процесса литья.
5. На стр. 56 указано, что «...Модифицирование сплава прутковой лигатурой системы Al-Ti-B измельчает зерно до 50±100 мкм...». Возникает вопрос: это интервал изменения размеров зерна или опечатка?
6. На стр. 58, 59 указано, что «...В пробе 44 после модифицирования происходит укрупнение размера дендритной ячейки до 45 ± 2 мкм, а микроструктура становится более однородной....». Чем объясняется укрупнение зерна после модифицирования? Что понимается под размером дендритной ячейки?

7. На стр. 80 табл. 3.2 имеет следующий заголовок «Интерметаллидные фазы в алюминиевых сплавах системы 1XXX». Вопрос – указанные в табл. 3.2 железосодержащие фазы характерны только для сплавов серии 1XXX или являются типичными для большинства низколегированных алюминиевых деформируемых сплавов?
8. На стр. 84 указано, что «...температура литья: повысить до $710\text{--}715^{\circ}\text{C}$ в литейном лотке...». Вопрос: как можно повысить температуру в литейном лотке?
9. На стр. 99 указано, что исследовалось влияние состава шихты и загрязненности расплава. При этом, далее по тексту состав шихты не приводится, что не позволяет оценить влияние этого важного параметра на качество слитков.
10. На стр. 102 дан противоречивый вывод «...чем больше размер кристаллов в пробах Alcan-Test, тем больше модифицирующее действие оказывает лигатура AlTi5B1 производства КВМ...». Чем объясняется такая взаимосвязь?
11. В тексте главы 4 не представлены микроструктуры исследованных Al-Ti-B лигатур различных составов. Известно, что структура модифицирующих лигатур является одним из важнейших факторов, определяющих их эффективность.
12. На стр. 119 представлен график (рис. 4.6) «Изменение степени деформации по проходам» для различных образцов. При этом линии графиков практически во всем интервале совпадают. То есть, структура и свойства испытанных образцов не влияют на склонность к деформации?
13. На большинстве графиков отсутствуют планки погрешностей.
14. В методике указано, что компьютерное моделирование производилось в программе «ProCast». Однако, в подразделе 4.3, посвященном моделированию, указано, что использовалась программа STAR CD. В какой, все-таки, программе выполнялось моделирование?

Следует отметить, что выявленные в работе недостатки не снижают научную и практическую значимость выполненных исследований и не касаются основных положений, вынесенных соискателем на защиту.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы и ее основные положения.

Таким образом, диссертационная работа Фролова В. Ф. содержит решение актуальной научно-технической задачи в области литейного производства с целью повышения качества плоских слитков из алюминиевых сплавов 1XXX серии для фольгопрокатного производства.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 05.16.04 «Литейное производство».

67

Таким образом, диссертация Фролова В.Ф. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся решения важных научных и практических задач. Соответственно, представленная диссертационная работа Фролова В.Ф., соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Автор диссертации, Фролов Виктор Федорович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 - Литейное производство.

Официальный оппонент, д.т.н.,
доцент, декан факультета машиностроения, металлургии и транспорта,
гл. н. с. НИС кафедры «Литейные и высокоэффективные технологии»
Самарского государственного технического Университета

К.В. Никитин
04.10.2016г.

Тел. 8(846)333-61-01; e-mail: kvn-6411@mail.ru

Служебный адрес: Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244,
главный корпус ФГБОУ ВПО СамГТУ. Тел. 8(846)278-43-13. E-mail:
nich@samgtu.ru

Подпись Никитина Константина Владимировича
Заверяю
Ученый секретарь СамГТУ,
д.т.н.

Ю.А. Малиновская

