



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

УТВЕРЖДАЮ

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева»

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086
Тел.: +7 (846) 335-18-26, факс: +7 (846) 335-
Сайт: www.ssau.ru, e-mail: ssau@ssau.ru
ОКПО 02068410, ОГРН 1026301168310,
ИНН 6316000632, КПП 631601001

Первый проректор – проректор по
научно-исследовательской работе,

д.т.н., доцент



А.Б. Прокофьев

30 НОЯ 2021

№ 104 - 6186

«30» ноября 2021 года

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**на диссертационную работу Сидорова Александра Юрьевича
на тему «Совершенствование технологии производства крупно-
габаритных плоских слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии
для снижения пористости», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.16.04 - Литейное производство**

Актуальность темы диссертации

Представленная диссертационная работа Сидорова А.Ю. направлена на повышение качества крупногабаритных плоских слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии, полученных методом полунепрерывного литья, за счет снижения пористости.

Одним из мировых лидеров в алюминиевой отрасли является ОК РУСАЛ, в которой активно развивается литейное производство, при этом одним из перспективных направлений развития ОК РУСАЛ является производство крупногабаритных плоских слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии. Однако, существующие технологии данного производства не обеспечивают стабильного качества этих слитков, особенно по пористости. Поэтому разработка научно-обоснованных технических и технологических решений для обеспечения требуемого уровня пористости крупногабаритных плоских

слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии является актуальной научно-технической задачей.

Актуальность работы подтверждается тем, что она выполнялась в соответствии с Федеральной программой «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. № ДМ-П9-53пр, в рамках проекта 14.578.21.0193 «Разработка теоретических и технологических решений снижения водорода в составе алюминия и низколегированных алюминиевых сплавов» Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, а также по договору на выполнение работ по заказу ОК РУСАЛ по теме «Разработка технических решений по снижению среднего линейного размера пор не более 60 мкм в плоских слитках из сплава 5083».

Структура и содержание работы

Содержание и структура диссертации находятся в логическом единстве и соответствуют поставленной цели исследования, критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка литературы, содержащего 112 источников, и трех приложений. Основной материал изложен на 136 страницах машинописного текста, включая 21 таблицу и 80 рисунков.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цель и научно-практические задачи, сформулированы научная новизна исследования, теоретическая и практическая значимость результатов диссертационной работы, дана справка об апробации.

В первой главе проведен анализ современного состояния исследований в области развития производства крупногабаритных плоских слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии. Результаты проведенного анализа научно-технической литературы подтверждают целесообразность проведения новых исследований технологических процессов плавки и литья плоских слит-

ков из алюминиевых сплавов 5XXX серии, обеспечивающих снижение пористости.

Во второй главе представлены методики проведения исследований для определения в алюминиевых сплавах 5XXX серии водородной и усадочной пористости, микро- и макроструктуры слитков, механических и технологических свойств. Следует подчеркнуть, что использовались не только стандартные методики, но и методики усовершенствованные диссертантом.

Эксперименты проведены, как в лабораторных, так и в промышленных условиях. Опытные плавки реализовывались в литейном отделении на литейных машинах в условиях действующего производства. Исследование пористости проводили с помощью инвертированного металлографического микроскопа марки OLYMPUS GX71/GX51 и с применением программного комплекса для металлографического анализа Thixomet.PRO. Для повышения точности пробоотбора на газосодержание диссертантом разработано специальное переносное устройство для отбора пробы из алюминиевого расплава сразу во время движения его по металлотрактору к литейной машине (патент РФ на полезную модель №183559). Для повышения оперативности и точности контроля содержания водорода в расплаве также разработан новый способ (патент РФ №2665585).

В третьей главе представлены результаты исследований морфологии пористости как совокупной характеристики пор, включающей в себя их размер, форму и пространственную ориентацию, в зависимости от конструктивных и технологических параметров полунепрерывного литья крупногабаритных плоских слитков с помощью компьютерного моделирования и во время проведения опытно-промышленных плавков.

Для проведения компьютерного моделирования применялись программные комплексы ProCAST и ANSYS. В качестве модели использовался полный объем слитка, разбитый на характерные зоны по охлаждению. Для имитации движения слитка при литье использовалось условие движения твердой фазы, равное скорости литья.

При компьютерном моделировании учитывалось применение модификаторов системы Al-Ti-B и распределение движения потоков расплава при циркуляции в лунке с учетом влияния распределительной коробки с фильтрующими элементами в виде сетки. Все это позволило максимально прибли-

зить разработанную компьютерную модель к реальному процессу литья крупногабаритных плоских слитков.

В четвертой главе представлены новые технические и технологические решения, обеспечивающих снижение пористости в объеме крупногабаритных плоских слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии. На основе анализа результатов компьютерного моделирования и последующих опытно-промышленных испытаний была скорректирована заводская технология литья слитков – увеличены расход модифицирующей лигатуры и скорость вращения ротора, уменьшена скорость литья, поднят уровень расплава в кристаллизаторе.

Крупногабаритные плоские слитки, изготовленные по разработанной технологии в литейном отделении ОК РУСАЛ, полностью соответствуют всем показателям качества, имеют мелкозернистую структуру по сечению, обладают требуемым средним размером пор.

Для управления скорости охлаждения поверхностей слитка по его периметру и высоте в зонах первичного и вторичного охлаждения, и обеспечения равенства температур на противоположных поверхностях слитка диссертантом разработана установка для полунепрерывного литья плоских слитков (патент РФ №2697143).

В конце диссертационного исследования приведены **основные выводы**, в которых сформулированы результаты работы. Основные научные результаты, полученные автором, их последовательность и содержание отражают структуру работы, соответствуют поставленным задачам и свидетельствуют о полноте их решения.

В целом, работа изложена технически грамотным языком. Каждая глава содержит важные результаты научных исследований автора и сопровождается развернутыми выводами. Общее оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Научная новизна

В ходе выполнения научных исследований автором диссертации получены следующие результаты, обладающие научной новизной:

1. Разработана компьютерная модель образования пористости при полунепрерывном литье крупногабаритных плоских слитков из алюминиевых

сплавов 5XXX серии, учитывающая их физико-химические свойства и конструктивные и технологические параметры процесса литья.

2. Установлены закономерности образования пористости в крупногабаритных плоских слитках, заключающиеся в том, что параметры пористости линейно зависят от размеров зерна и дендритной ячейки в структуре слитков.

3. Установлено, что в сплавах 5XXX серии максимальная объемная доля пор располагается на расстоянии, равном четверти ширины слитка от его боковой грани, превышая более чем в 3 раза объемную долю пор на расстоянии 30 мм от грани и в 1,5 раза – объемную долю пор в середине слитка.

Полученные результаты соответствуют пп. 1 «Исследование литейных технологий для их обоснования и оптимизации»; 6 «Разработка методов моделирования процессов модифицирования, заливки, затвердевания и охлаждения литых заготовок»; 13 «Исследование проблем качества литья»; 15 «Исследование процессов формирования свойств литейных сплавов» паспорта специальности 05.16.04 – Литейное производство.

Практическая значимость

Практическая значимость работы состоит в том, что:

1) реализован численный расчет образования пористости при полунепрерывном литье крупногабаритных плоских слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии с использованием программных комплексов ProCAST и ANSYS;

2) разработан технологический регламент по производству крупногабаритных плоских слитков 5XXX серии с регламентированными параметрами пористости, подтвержденный актом опытно-промышленных испытаний на предприятии ОК РУСАЛ;

3) разработаны и внедрены: переносное устройство для отбора пробы жидкого металла, способ отбора пробы жидкого металла, установка для непрерывного литья плоских слитков, новые конструкции кристаллизаторов для литья алюминиевых слитков.

Практическая значимость диссертационной работы Сидорова А.Ю. подтверждается тем, что результаты исследований внедрены в производство на предприятиях ОК РУСАЛ и в учебный процесс при подготовке магистров по направлению 22.04.02 «Металлургия».

Приоритет разработанных технических решений подтвержден публикациями в рецензируемых изданиях, докладами на международных и российских конференциях, а также актами опытно-промышленной апробации в производственных условиях.

Обоснованность и степень достоверности полученных результатов

Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, подтверждается: последовательным решением логически взаимосвязанного комплекса задач, обеспечивающих достижение цели исследования; тщательным и глубоким исследованием теоретических и практических аспектов полунепрерывного литья крупногабаритных плоских слитков; результатами апробации предложенных автором устройств, установок и конструкций; большим объемом экспериментального материала, полученного в лабораторных и промышленных условиях с применением современных методик исследований в области литейных технологий и металловедения, современных методов статистической обработки результатов; сопоставлением полученных результатов с данными других исследователей; эффективностью предложенных технических и технологических решений, подтвержденных результатами промышленных испытаний и внедрением в производство.

Подтверждение основных результатов диссертации в научной печати

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 5 научных работах, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 2 статьи в журналах, входящих в базу Scopus, 10 патентах РФ, и неоднократно обсуждались на международных и российских научно-практических конференциях.

Анализ содержания диссертации, опубликованных работ, в том числе работ, опубликованных в соавторстве, показал, что все научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации принадлежат диссертанту.

Оценка содержания диссертации

Объем и содержание диссертационной работы по степени научной новизны и практической значимости удовлетворяет требованиям ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Анализ содержания диссертационной работы убеждает в ее завершенности. Содержа-

ние диссертации изложено грамотно, в логической последовательности, а принятая терминология и стиль изложения соответствует общепринятым нормам.

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

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные в работе научные и практические результаты следует рекомендовать к использованию на предприятиях металлургической отрасли при разработке технологий литья крупногабаритных плоских слитков из алюминиевых сплавов.

Разработанный в работе комплекс теоретических, технических и технологических решений необходимо использовать при подготовке аспирантов по специальности 05.16.04 - Литейное производство.

Замечания по диссертационной работе

В диссертации успешно решена сложная в научном и практическом плане задача, однако при этом нельзя не отметить ряд замечаний:

1. Чем объясняется тот факт, что пористость увеличивается по направлению к центру крупногабаритных плоских слитков?

2. Как автор диссертации может аргументировать то, что в доннике горячего и холодного слитка размер очагов пор всегда меньше, чем в литнике?

3. В диссертации указывается, что максимальная объемная доля пор располагается на расстоянии, равном четверти ширины слитка от его боковой грани, превышая более чем в 3 раза объемную долю пор на расстоянии 30 мм от грани и в 1,5 раза объемную долю пор в середине крупногабаритных плоских слитков. К сожалению, объяснения данному явлению в диссертации не дается.

4. В диссертации не указано, почему для проведения компьютерного моделирования выбраны следующие диапазоны варьируемых параметров: изменение скорости литья от 40 до 60 мм/мин, уровень расплава в кристаллизаторе от 45 до 57 мм.

Указанные замечания не снижают ценность и общую положительную оценку диссертационной работы, не влияют на основные научные и практи-

ческие результаты и не затрагивают основных положений, вынесенных соискателем на защиту.

Заключение

Диссертационная работа Сидорова Александра Юрьевича представляет собой законченную, самостоятельно выполненную, научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований решена актуальная научно-техническая задача в области литейного производства, связанная с совершенствованием технологии литья крупногабаритных плоских слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии, обеспечивающая повышения качества продукции за счет снижения пористости и имеющая важное значение для развития металлургической отрасли.

Научная ценность работы определяется новизной полученных результатов, полученных во время проведения теоретических и экспериментальных исследований закономерностей образования пористости при кристаллизации крупногабаритных слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии.

Практическая значимость работы определяется разработкой и внедрением в производство научно обоснованного технологического регламента по производству крупногабаритных плоских слитков 5XXX серии для предприятий ОК РУСАЛ, гарантирующего получения качественных слитков с регламентированными параметрами пористости.

Достоверность изложенных в диссертации результатов подтверждается использованием современных методик исследования, применением статистической обработки и опробованием в условиях действующего производства.

Количество и качество публикаций Сидорова А.Ю. отвечает п. 11, 13 Положения о присуждении ученых степеней. Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее содержание и соответствует требованиям п. 25 Положения о присуждении ученых степеней.

Поставленная цель, задачи исследования, и, соответственно, содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 05.16.04 - Литейное производство.


Все перечисленное дает основания считать, что представленная диссертационная работа Сидорова А.Ю., несмотря на отдельные замечания принципиального характера, соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением


Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 02.08.2016 г.). Автор диссертации, Сидоров Александр Юрьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 - Литейное производство.

Отзыв на кандидатскую диссертацию Сидорова Александра Юрьевича на тему «Совершенствование технологии производства крупногабаритных плоских слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии для снижения пористости» подготовил д.т.н., доцент Ерисов Ярослав Александрович.

Настоящий отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры обработки металлов давлением федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет) (протокол №3 от 30.11.2021 г.), на котором присутствовало 16 научно-педагогических работников, проголосовавших единогласно за утверждение данного отзыва.

Лица, подписавшие отзыв, выражают согласие на включение своих персональных данных в аттестационное дело соискателя Сидорова А.Ю. и их дальнейшую обработку.

Заведующий кафедрой обработки металлов давлением Самарского университета, академик РАН, д.т.н., профессор  Гречников Федор Васильевич

Профессор кафедры обработки металлов давлением Самарского университета, д.т.н., доцент  Ерисов Ярослав Александрович

30 ноября 2021 г.

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет)

Адрес: 443086, г. Самара, ул. Московское шоссе, д. 34

Тел.: +7(846) 334-09-04

E-mail: gretch@ssau.ru