



In the article there is given the group of measures, aimed at increase of quality of cast ingots and of high-performance compounds for processing of melts on the basis of aluminium.

С. П. ЗАДРУЦКИЙ, С. П. КОРОЛЕВ, Б. М. НЕМЕНЕНОК, А. Г. ШЕШКО,
В. М. МИХАЙЛОВСКИЙ, ОДО «Эвтектика», БНТУ

УДК 621.745.56:669.715

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК И ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ

Повышение требований к литым заготовкам делает невозможным получение качественного, конкурентоспособного литья без применения высокоэффективных технологических процессов на основе комплексных препаратов. В связи с этим специалисты Отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Прогрессивные технологические процессы плавки и высокопрочного чугуна» (ОНИЛлит) Белорусского национального технического университета разработали модульный принцип создания нового поколения препаратов для производства отливок из сплавов на основе алюминия.

Цель работы заключалась в создании высокоэффективных экологичных и экономически доступных таблетированных препаратов, флюсовых композиций, разделительных покрытий (красок) для формообразующих поверхностей кокилей, пресс-форм машин литья под давлением, плавильно-заливочного инструмента, жаростойких покрытий (облицовок) для чугунных и стальных тиглей печей и т.д., а также системы комплексных технологий, обеспечивающих производство стабильно качественных отливок из алюминиевых сплавов.

Основное негативное влияние на свойства отливок из алюминиевых сплавов оказывает водород. Содержание его в металле составляет не менее 80 % от общего объема газа. Поэтому наиболее вероятно поражение алюминиевых сплавов газовыми порами водородного происхождения. Взаимодействие Al-Si-расплавов с азотом, кислородом, сложными газами CO, CO₂, SO₂ увеличивает количество нитридов, оксидов, карбидов, сульфидов, что способствует замутнению расплава, но не приводит к дополнительному увеличению газовой пористости. Значительная часть водорода в алюминиевых расплавах связана в комплексы с оксидом алюминия $xH \cdot yAl_2O_3$. Поэтому удаление водорода влечет за собой удаление из расплава Al₂O₃.

Для обеспечения чистоты алюминиевых сплавов по водороду и неметаллическим включениям необходимо соблюдение комплекса технологических и организационных мер, начиная с подбора, хранения, подготовки шихтовых материалов, выбора плавильного оборудования и заканчивая дегазирующе-рафинирующей обработкой расплава. Этот комплекс мер, выстроенных в цепочку обязательных технологических операций на основе высокоэффективных препаратов, создает систему стабилизации качества литья за счет минимизации потерь от брака.

Практическая реализация системного подхода к обеспечению качества отливок осуществлялась путем создания гаммы препаратов для комплексной обработки сплавов на основе алюминия и цинка, а также средств их применения (всего 24 наименования).

Для глубокой рафинирующе-дегазирующей обработки расплавов на основе алюминия были разработаны высокоэффективные препараты: «Таблетка дегазирующая для доэвтектических и эвтектических силуминов, технического алюминия» с активными серосодержащими соединениями и «Таблетка дегазирующая для деформируемых и литейных сплавов на основе алюминия» с активными карбонатными соединениями.

Действие препаратов основано на химическом связывании водорода в устойчивые гидриды, а также на рафинировании по классическому адсорбционно-флотационному механизму. Компоненты таблеток претерпевают в расплаве термическую диссоциацию с образованием инертных (продукты диссоциации карбонатных и азотсодержащих присадок) и активных (продукты диссоциации серосодержащих соединений) газов. Балластные вещества, введенные в состав препаратов, обеспечивают требуемую скорость и интенсивность разложения таблеток, создавая по всему объему расплава поток высокодисперсных пузырьков рафинирующего газа.

На рис. 1 показаны сравнительные зависимости снижения газосодержания сплава АК12 после обработки таблетками дегазирующими для деформируемых и литейных сплавов на основе алюминия; таблетками дегазирующими для доэвтектических и эвтектических силуминов,

технического алюминия и другими традиционно используемыми препаратами (хлористым цинком, гексахлорэтаном) в условиях заводов «Мотовело», ММЗ при исходной шихте различной газонасыщенности (1–4-й балл по ГОСТ 1583).

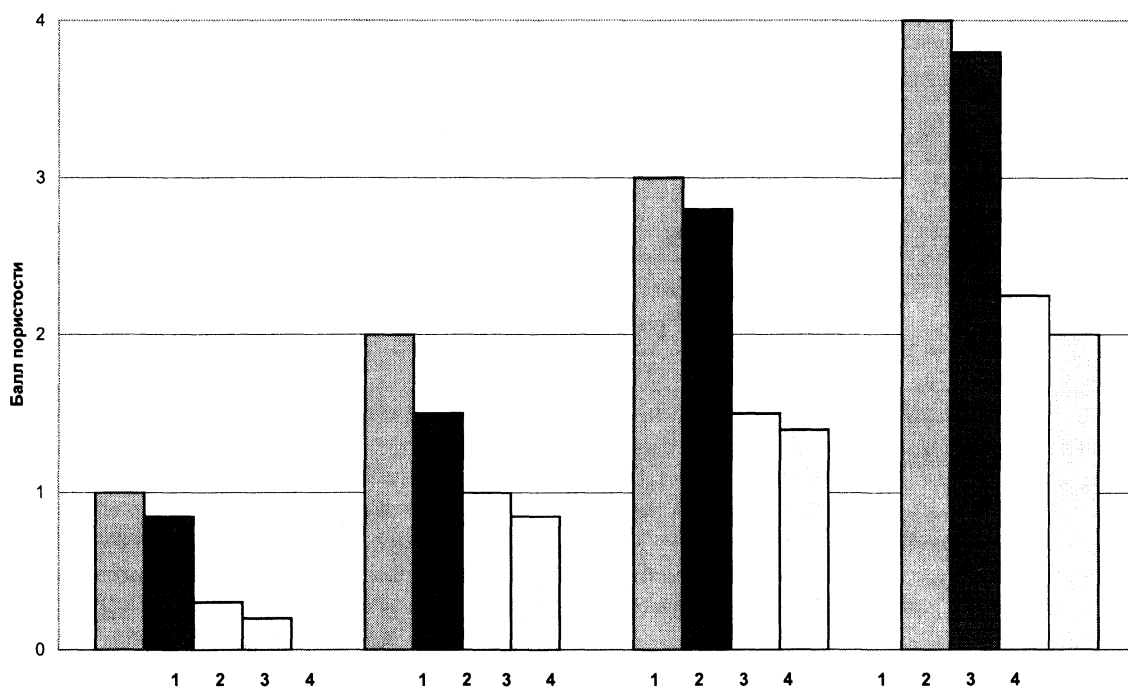


Рис. 1. Зависимость балла пористости сплава АК12 различной газонасыщенности от дегазирующей обработки: 1 – исходный сплав; 2 – сплав, обработанный хлористым цинком из расчета 0,2 % от массы расплава; 3 – сплав, обработанный таблетками дегазирующими для деформируемых и литейных сплавов на основе алюминия, ТУ РБ 14744129.004-98 производства ОДО «Эвтектика» из расчета 0,05 % от массы расплава; 4 – сплав, обработанный таблетками дегазирующими для доэвтектических и эвтектических силуминов, технического алюминия, ТУ РБ 14744129.004-98 производства ОДО «Эвтектика» из расчета 0,05 % от массы расплава

Из рисунка видно, что наиболее эффективно снижает газовую пористость препарат «Таблетка дегазирующая для доэвтектических и эвтектических силуминов, технического алюминия», имеющий в своем составе активные серосодержащие компоненты. Применение указанных препаратов повышает жидкотекучесть расплава на 5–10%, формозаполняемость, обеспечивает создание восстановительной печной атмосферы и покровного защитного слоя на поверхности расплава. Кроме того, для удаления из жидкого металла неметаллических включений и примесей в состав таблеток дополнительно введены активные адсорбенты, выводящие примеси в шлаковую фазу.

Наиболее благоприятной структурой металла является мелкозернистая при равномерном распределении всех структурных составляющих в объеме отливки. Сплавы с мелкозернистой структурой характеризуются повышенной прочностью, пластичностью и сопротивляемостью воздействию ударных нагрузок, меньшей анизотропией свойств. Радиальным средством измельчения зерна слитков является модифицирование сплавов – измельчение кристаллической структуры путем введения в расплав малых количеств элементов-модификаторов.

Наибольший интерес для практики производства отливок из силуминов представляют модификаторы, оказывающие влияние на размеры первичного зерна и форму включений эвтектического кремния.

Для получения модифицированной эвтектики в доэвтектических и эвтектических силуминах в состав таблетированных препаратов были введены натрийсодержащие соединения (преимущественно карбонаты). Препарат получил название «Таблетка дегазирующая с модифицирующим эффектом для доэвтектических и эвтектических силуминов». В табл. 1 приведена зависимость степени измельчения эвтектического кремния и пористости в сплаве АК12 от используемого модификатора и времени выдержки перед заливкой (на основании результатов в условиях предприятия «Фенокс» и ММЗ).

Модифицирующее действие таблеток дегазирующих с модифицирующим эффектом для доэвтектических и эвтектических силуминов превосходит действие 4-компонентного универсального флюса (рис. 2). Модифицирующий эффект при обработке таблетками сохраняется дольше до 75 мин. Дегазирующее действие таблеток превосходит дегазирующее действие 4-компонентного универсального флюса.

Таблица 1. Зависимость степени измельчения эвтектического кремния и пористости в сплаве АК12 от используемого модификатора и времени выдержки перед заливкой

Время выдержки, мин	Количество включений Si эвт. на мм ² площади шифа	
	Модификатор универсальный 4-компонентный флюс, расход – 2% от массы расплава	Модификатор «Таблетка дегазирующая с модифицирующим эффектом для доэвтектических и эвтектических силуминов», ТУ РБ 14744129.004-98 производства ОДО «Эвтектика». Расход – 0,5 % от массы расплава
15	125 • 10 ³	125 • 10 ³
30	125 • 10 ³	125 • 10 ³
45	100 • 10 ³	125 • 10 ³
60	50 • 10 ³	122 • 10 ³
75	25 • 10 ³	90 • 10 ³
90	23 • 10 ³	30 • 10 ³

Пористость

Образец	Балл пористости по ГОСТ 1583	
	Универсальный 4-компонентный флюс, расход – 2% от массы расплава	«Таблетка дегазирующая с модифицирующим эффектом для доэвтектических и эвтектических силуминов», ТУ РБ 14744129.004-98 производства ОДО «Эвтектика». Расход – 0,5 % от массы расплава
Исходный сплав	3	3
После обработки	2	1

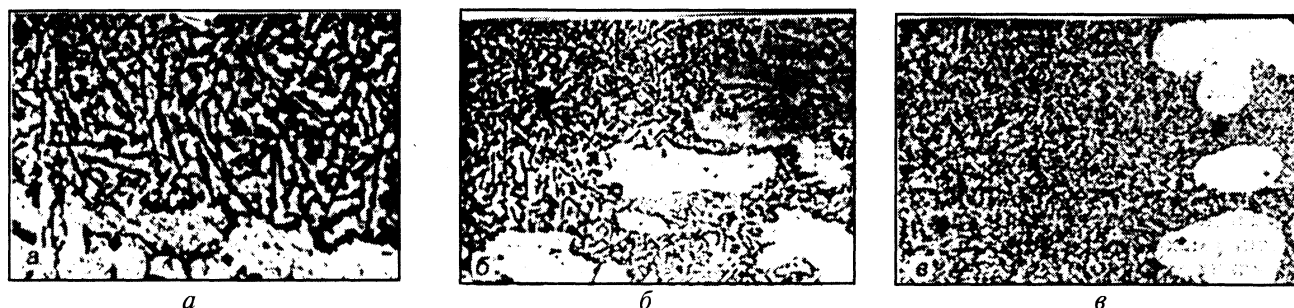


Рис. 2. Исходный сплав АК12 (а); сплав АК12 после обработки универсальным 4-компонентным флюсом NaCl–KCl–NaF–Na₃AlF₆ в количестве 1,5 % от массы расплава (б); сплав АК12 после обработки таблеткой дегазирующей с модифицирующим эффектом для доэвтектических и эвтектических силуминов в количестве 0,1 % от массы расплава (в)

Для модифицирования зерен α -твердого раствора кремния в алюминии и зерна алюминия прежде всего следует использовать элементы переходных групп. Чем больше они имеют неустойчивых оболочек d и f , тем сильнее эффект модифицирования. Элементы, стоящие в начале периодов таблицы Д.И. Менделеева и имеющие высокую дефектность уровня, относятся к числу наиболее активных модификаторов. Их целесообразно вводить в жидкий металл в виде солей, которые взаимодействуют с расплавом, в результате чего атомарный модификатор соединяется с алюминием, образуя большое количество ультрадисперсных частиц, обладающих однотипностью кристаллических решеток и размерным соответствием их параметров с кристаллической решеткой α -твердого раствора и алюминия. В расплаве появляется большое количество центров кристаллизации, что обуславливает измельчение зерна в отливках. Учитывая сказанное выше, был создан препарат «Таблетка дегазирующая с модифицирующим эффектом комплексная для доэвтектических и эвтектических силуминов», в состав которого, кроме рафинирующих реагентов, балластных веществ и натрийсодержащих соединений,

были дополнительно введены солевые композиции, содержащие Zr и В. Образцы, полученные с использованием указанного препарата (сплав АК5М2), имеют низкое газосодержание, низкое содержание неметаллических включений, модифицированную структуру эвтектики и модифицированную структуру α -твердого раствора во всех сечениях исследованных образцов (опыт завода «Красная звезда», г. Череповец и ОАО «Волготанкер», г. Астрахань).

Для обработки подшипниковых сплавов системы алюминий–олово разработан препарат «Таблетка дегазирующая с модифицирующим эффектом для сплавов алюминий–олово».

При изготовлении отливок из поршневых сплавов типа заэвтектических силуминов необходима операция модифицирования β -Si-фазы (первичного кремния). Классическая схема модифицирования первичного кремния – введение фосфора с шихтой из расчета 0,1 – 0,2 % от массы расплава с последующей обработкой металла серой в количестве 0,06 – 0,6 % от массы расплава при помощи колокольчика зачастую не обеспечивает требуемой степени дисперсности β -Si-фазы (до 3600 мкм²). Для изучения возможностей по-

вышения эффективности модифицирования сплав АК21МЗ с 0,1% Р обрабатывали таблетками, содержащими серу, серу с серебристым графитом, серу с техническим углеродом, серу с гексахлорэтаном, серу с тетрахлорбензохиноном, серу с тефлонами. Указанная обработка обеспечила измельчение размеров первичного кремния с 12000–15000 мкм² (без обработки) серой до 3200 мкм² – таблетки с серой и серебристым графитом, до 3100 мкм² – таблетки с серой и техническим углеродом; до 3500 мкм² – таблетки с серой и гексахлорэтаном, до 3000 мкм² – таблетки с серой и тетрахлорбензохиноном; до 3000 мкм² – таблетки с серой и тефлонами.

Таким образом, введение в расплав углерода при обработке металла серосодержащими препаратами значительно повышает эффективность модифицирования первичного кремния. Совершенствуя состав таблеток, удалось создать препарат «Таблетка дегазирующая с модифицирующим эффектом для заэвтектических силуминов», ТУ РБ 14744129.004-98, обеспечивающий стабильный эффект модифицирования β-Si-фазы до размеров не более 3000 мкм² без измельчения Si-эвтектического, что требуется для обеспечения необходимой жаростойкости. Такой препарат внедрен для производства поршневой ДВС на ОАО «КАМАЗ-Металлургия» (г. Набережные Челны).

Для глубокой рафинирующей обработки сплавов на основе цинка разработан препарат «Таблетка дегазирующая рафинирующая для сплавов ЦАМ», ТУ РБ 14744129.004-98. Потребители данного препарата – предприятие «Фенокс», фурнитурный завод (г. Минск) и др.

Таким образом, указанные таблетированные препараты являются высокоэффективными присадками, оказывающими наравне с рафинирующе-дегазирующим модифицирующее действие на структурные составляющие сплавов.

Наряду со способами объемной обработки расплава необходимо обеспечить защиту расплава от контакта с печной атмосферой, минимизировать потери металла со шлаком, а также усилить эффективность таблетированных препаратов. Кроме того, использование таблетированных препаратов на отдельных единицах плавильного оборудования затруднительно либо нецелесообразно (например, газопламенные печи с глубиной ванны металла до 300 мм, закрытые магнитодинамические дозаторы и т.д.). Поэтому была разработана широкая гамма флюсовых композиций различного назначения.

Наиболее широко применяемым (более 300 предприятий) является «Флюс покровно-рафинирующий», ТУ РБ 100196035.005 – 2000 порошкообразный, обеспечивающий: создание сухого защитно-покровного слоя на поверхности расплава, препятствующего контакту печной атмосферы с расплавом и, как следствие, исключение насы-

щения расплава водородом из ядра газового потока и в результате сгорания углеводородов топлива, а также протеканию окислительных процессов на границе раздела расплав–печная атмосфера; адсорбционное рафинирование алюминия от комплексов $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{H}$ и других неметаллических включений; связывание адсорбированных комплексов $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{H}$ и присутствующих их в сплаве неметаллических включений в легко отшлаковывающиеся устойчивые в интервале температур 570–1000°C комплексные химические соединения; минимизацию содержания алюминия в шлаке за счет протекания пиротермических реакций восстановления алюминия из оксидов и, как следствие, образования сухого, хорошо скачиваемого с поверхности расплава шлака; снижение поверхностного натяжения на границе раздела флюс–расплав, что минимизирует захват алюминия в виде корольков и позволяет переплавлять стружечные отходы и высокодисперсные шихтовые материалы; создание защитно-восстановительной атмосферы в результате термической диссоциации карбонатной составляющей флюсовой композиции, что блокирует протекание окислительных процессов; снижение зарастания стенок плавильных агрегатов и плавильно-заливочного инструмента за счет подавления адгезионных процессов на границах раздела футеровка плавильной печи–расплав, поверхность плавильно-заливочного инструмента–расплав. Флюс инертен по отношению к любому типу футеровки.

Разработан и промышленно выпускается для переработки сильно загрязненных ломов, дисперсных материалов и стружки «Флюс покровно-рафинирующий самоплавящийся», ТУ РБ 100196035.005-2000, который представляет собой легкоплавкий порошкообразный препарат, обеспечивающий: создание жидкой ионной композиции на поверхности металлического расплава, выполняющий покровно-защитные функции; рафинирование алюминия от комплексов $x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{H}$ и других неметаллических включений за счет их адсорбции и растворения в ионном расплаве; минимизацию содержания алюминия в шлаковой фазе за счет низкого поверхностного натяжения на границе раздела металлический расплав–ионный расплав; рекомендуется к использованию при электрошлаковом переплаве, также при переплаве сильно окисленных и загрязненных значительными по площади пленочными оксидами отходов литейного производства (шлаки, съемы с раздаточных печей и т.п.).

Для получения максимального рафинирующе-дегазирующего эффекта рекомендуется комплексная обработка расплава таблетированными препаратами и флюсовыми композициями. На рис. 3 показаны зависимости плотности и балла пористости сплава АК7ч после комплексной обработки.

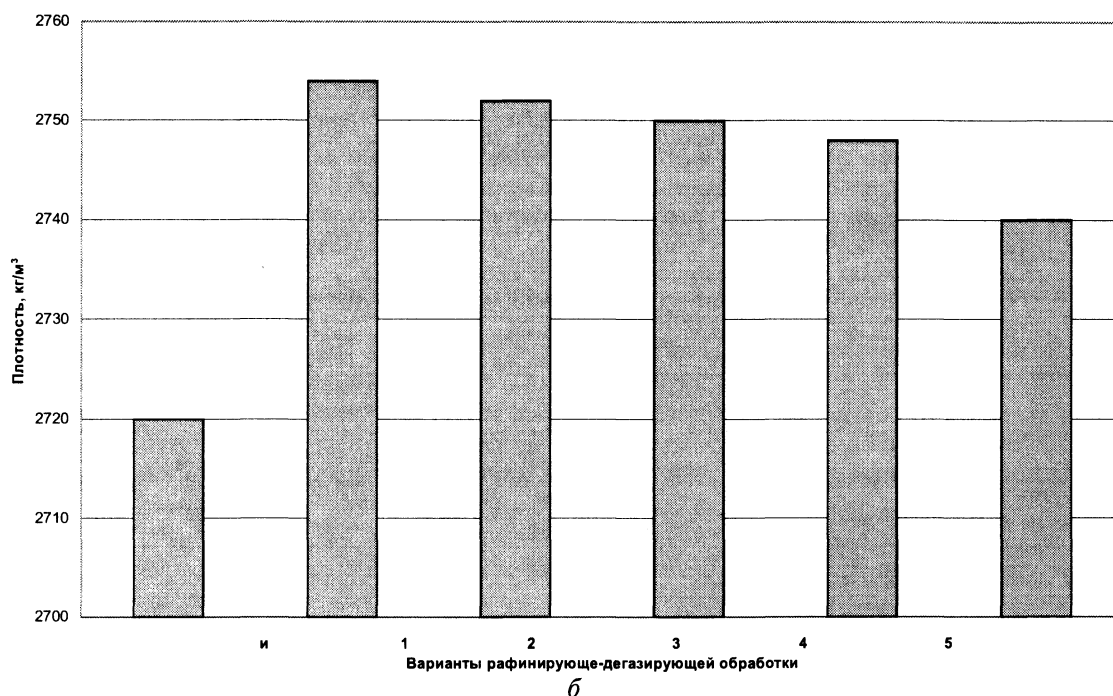
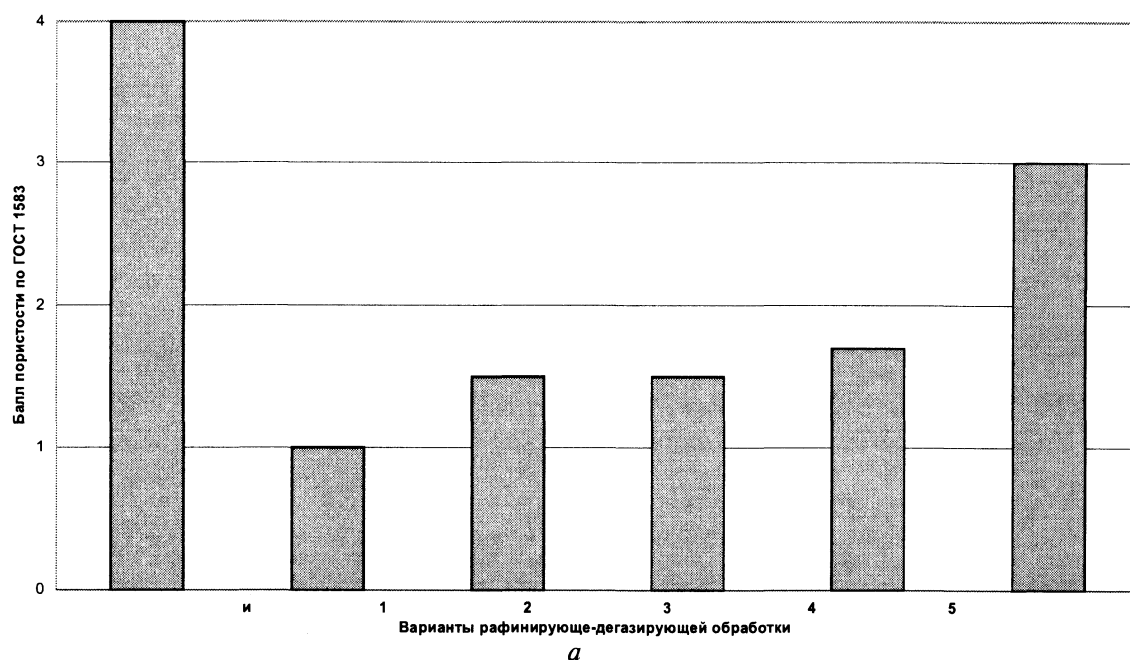


Рис. 3. Зависимость балла пористости (а) и плотности (б) сплава АК7ч от варианта рафинирующей обработки: И – исходный сплав; 1 – 0,05 % «Таблетка дегазирующая для доэвтектических и эвтектических силуминов, технического алюминия», ТУ РБ 14744129.004-98 +0,3% «Флюс покровно-рафинирующий», ТУ РБ 100196035.005 – 2000; 2 – 0,05 % «Таблетка дегазирующая для доэвтектических силуминов, технического алюминия», ТУ РБ 14744129.004-98 +0,3% «Флюс покровно-рафинирующий самоплавящийся», ТУ РБ 100196035.005 – 2000; 3 – 0,05 % «Таблетка дегазирующая для деформируемых и литейных сплавов на основе алюминия», ТУ РБ 14744129.004-98 +0,3% «Флюс покровно-рафинирующий», ТУ РБ 100196035.005 – 2000; 4 – 0,05 % «Таблетка дегазирующая для деформируемых и литейных сплавов на основе алюминия», ТУ РБ 14744129.004-98 +0,3% «Флюс покровно-рафинирующий самоплавящийся», ТУ РБ 100196035.005 – 2000; 5 – 2,0 % трехкомпонентный флюс ($\text{NaCl} + \text{KCl} + \text{Na}_3\text{AlF}_6$)

Зависимость содержания алюминия в шлаке при переплаве лома от вида рафинирующей обработки сплава и плавильного агрегата представлена на рис. 4.

Комплексная обработка сплавов таблетированными препаратами совместно с флюсовыми композициями является эффективным элементом технологических процессов рафинирующе-дегази-

рующей обработки расплавов на основе алюминия. Необходимо отметить экологическую безопасность указанных комплексных процессов обработки расплава. Так, в табл. 2 приведен сравнительный анализ состава газов, выделяющихся при обработке расплава универсальной четырехкомпонентной флюсовой композицией совместно с гексохлорэтаном, флюсом покровно-рафиниру-

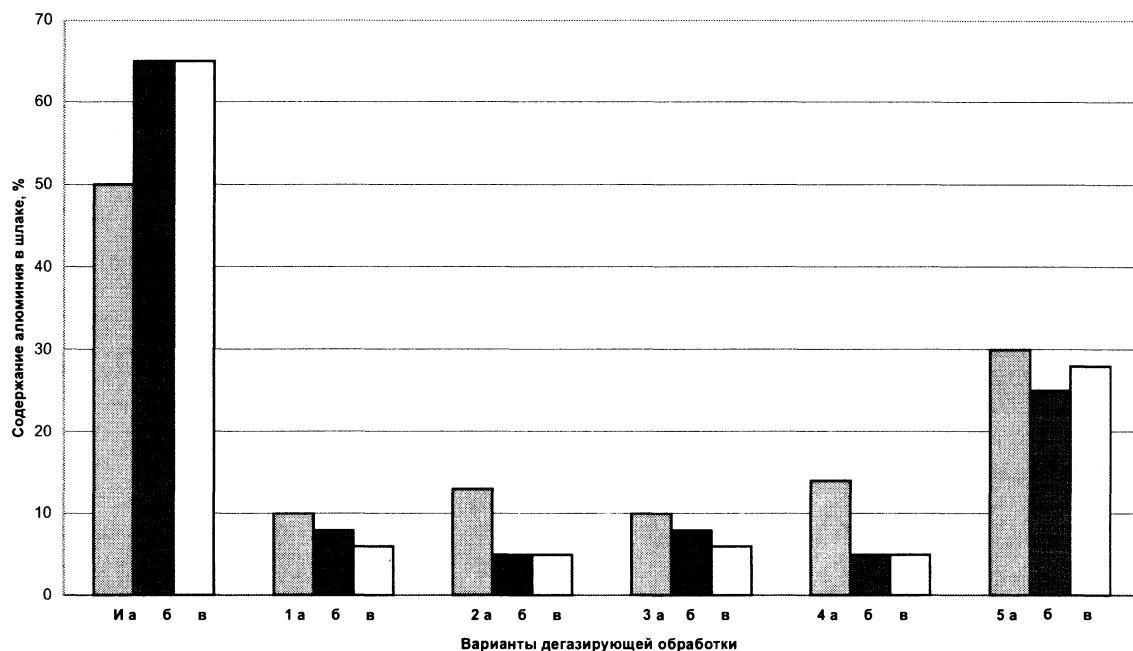


Рис. 4. Зависимость содержания алюминия в шлаке при переплаве лома от вида рафинирующей обработки сплава и плавильного агрегата: для пламенной отражательной печи (а); для индукционной печи (б); для печи типа САТ (в). И — исходный сплав; 1 — 0,05 % «Таблетка дегазирующая для доэвтектических и эвтектических силуминов, технического алюминия», ТУ РБ 14744129.004-98 + 0,3% «Флюс покровно-рафинирующий», ТУ РБ 100196035.005 — 2000; 2 — 0,05 % «Таблетка дегазирующая для доэвтектических и эвтектических силуминов, технического алюминия», ТУ РБ 14744129.004-98 + 0,3% «Флюс покровно-рафинирующий самоплавящийся», ТУ РБ 100196035.005 — 2000; 3 — 0,05 % «Таблетка дегазирующая для деформируемых и литейных сплавов на основе алюминия», ТУ РБ 14744129.004-98 + 0,3% «Флюс покровно-рафинирующий», ТУ РБ 100196035.005 — 2000; 4 — 0,05 % «Таблетка дегазирующая для деформируемых и литейных сплавов на основе алюминия», ТУ РБ 14744129.004-98 + 0,3% «Флюс покровно-рафинирующий самоплавящийся», ТУ РБ 100196035.005 — 2000; 5 — 2,0 % трехкомпонентный флюс (NaCl + KCl + Na₃AlF₆)

Таблица 2. Состав газов, выделяющихся при обработке расплава

Обработка расплава	Хлор элементарный, мг/л	Хлориды металлов в пересчете на Cl-ионы, мг/л	Фториды металлов в пересчете на F-ионы, мг/л	CO ₂ , мг/л	SO ₂ , мг/л	SO ₃ , мг/л
Четырехкомпонентный флюс + гексохлорэтан	0,01	0,052	0,0175	—	—	—
«Таблетка дегазирующая для деформируемых и литейных сплавов на основе алюминия», ТУ РБ 14744129.004-98 + «Флюс покровно-рафинирующий самоплавящийся», ТУ РБ 100196035.005-2000	—	—	—	0,003	—	—
«Таблетка дегазирующая для доэвтектических и эвтектических силуминов, технического алюминия», ТУ РБ 14744129.004-98 + «Флюс покровно-рафинирующий», ТУ РБ 100196035.005-2000	—	—	—	0,003	0,001	—

ющим самоплавящимся, ТУ РБ 100196035.005-2000 совместно с таблеткой дегазирующей для деформируемых и литейных сплавов на основе алюминия, ТУ РБ 14744129.004-98, флюсом покровно-рафинирующим, ТУ РБ 100196035.005-2000 совместно с таблеткой дегазирующей для доэвтектических и эвтектических силуминов, технического алюминия, ТУ РБ 14744129.004-98.

Для усиления процесса модифицирования β-Si-фазы в заэвтектических силуминах и минимиза-

ции потерь алюминия со шлаком был разработан «Флюс покровно-рафинирующий для обработки заэвтектических силуминов», ТУ РБ 100196035.005-2000, который предназначен для совместного применения с «Таблетка дегазирующая с модифицирующим эффектом для заэвтектических силуминов», ТУ РБ 14744129.004-98. Основное назначение указанной флюсовой композиции — минимизация потерь металла со шлаком и обеспечение защитного покровного слоя на поверхности расплава.

Для сплавов системы ЦАМ с целью повышения эффективности рафинирования и минимизации потерь металла со шлаком рекомендуется комплексная обработка расплава «Таблетка дегазирующая рафинирующая для сплавов ЦАМ», ТУ РБ 14744129.004-98 из расчета 0,05 % от массы расплава совместно с «Флюс покровно-рафинирующий для сплавов ЦАМ», ТУ РБ 100196035.005-2000 производства ОДО «Эвтектика» в количестве 0,3 % от массы расплава.

Указанная технология позволяет также проводить металлургический переplав шлаковых и высокодисперсных отходов алюминиевых и цинковых сплавов в печах любого типа.

Для обеспечения модифицированной структуры эвтектической составляющей силуминов промышленно выпускаются «Флюс покровно-рафинирующий с модифицирующим эффектом», ТУ РБ 100196035.005-2000. Данный препарат, обладая всеми рафинирующе-дегазирующими, покровно-защитными, ресурсосберегающими показателями «Флюс покровно-рафинирующий», ТУ РБ 100196035.005-2000, обеспечивает измельчение эвтектического кремния за счет натрийсодержащих соединений. Флюс может использоваться как самостоятельный препарат, так и в комплексе с соответствующими таблетками (опыт работы Мценского литейного завода).

Практически в любом литейном цехе существует проблема застывания плавильных и раздаточных агрегатов. Снижение застывания и очистку стенок плавильных и раздаточных агрегатов обеспечивает применение флюса покровно-рафинирующего очищающего для удаления настывлей, ТУ РБ 100196035.005-2000, который представляет собой порошкообразную композицию на основе комплекса карбонатных соединений. Препарат обеспечивает разъедание настывлей и наростов на футеровке плавильных печей за счет протекания реакций замещения со значительным увеличением мольного объема и, как следствие, образование в настывлях и наростах высоких внутренних напряжений, превышающих предел прочности настывлей и наростов, что приводит к растрескиванию и механическому разрушению последних; блокирование протекания адгезионных процессов на границе футеровка-расплав, что предотвращает образование настывлей и наростов; создание восстановительной печной атмосферы за счет протекания реакций термической диссоциации карбонатов, что позволяет получать расплав чистый по неметаллическим включениям и газам.

Препарат может быть использован для футеровки любого типа. Кроме того, в состав данной флюсовой композиции дополнительно введены рафинирующие и осушающие шлак присадки.

Промысловые плавки с использованием флюса покровно-рафинирующего очищающего для удаления настывлей, ТУ РБ 100196035.005-2000

рекомендуется проводить один раз в месяц в количестве двух-трех плавов подряд.

Разработаны препараты и промышленная технология, позволяющие снижать содержание магния и ЦЗМ до требуемого уровня при переработке отходов с повышенным содержанием Mg и ЦЗМ. Технологический процесс предусматривает комплексную обработку расплава таблетками дегазирующими специальными для удаления магния и ЦЗМ, ТУ РБ 14744129.004-98 совместно с флюсом покровно-рафинирующим специальным для удаления магния и ЦЗМ из алюминиевых сплавов, ТУ РБ 100196035.005-2000. Многократная обработка расплава позволяет снижать содержание магния и ЦЗМ до 0,001–0,002% (по Mg).

Применение вторичных алюминиевых сплавов для изготовления качественных отливок ограничено загрязненностью газами, неметаллическими включениями, примесями, наиболее опасной из которых является железо, образующее в расплавах крупнокристаллические соединения различного состава (FeAl_3 , Al_2SiFe , Al_5SiFe и др.).

Модифицирование железосодержащих фаз путем введения в расплав примесей, уменьшающих ориентирующее действие кристалла за счет ослабления ковалентной составляющей связи, как правило, экономически нецелесообразно. Поэтому применяются профилактические мероприятия, исключающие контакт железосодержащих тиглей, плавно-заливочного инструмента с алюминиевым расплавом.

Для исключения контакта чугунных и стальных тиглей разработаны составы, способы изготовления и нанесения «Покрытие жаростойкое для чугунных и стальных тиглей», ТУ РБ 100196035.006-2001, действие которых основано на несмачиваемости и химической нейтральности покрытий к жидкому алюминию. Механическую прочность и стойкость футеровки в условиях высоких температур придают форстерид и ряд других оксидных соединений. Коэффициент термического расширения покрытия жаростойкого максимально приближен к коэффициенту термического расширения серого чугуна СЧ20 — основного материала тиглей. Насыщение железом расплава при нахождении в тигле, обработанном жаростойким покрытием, не более 0,05 % в сутки (24 ч непрерывного нахождения металла в тигле). Стойкость покрытия — не менее 40 сут при трехсменном и не менее 30 сут при односменном режимах работы (печь в режиме раздатки).

Для исключения растворения железосодержащего плавно-заливочного инструмента в расплаве на основе алюминия разработано «Покрытие разделительное краска для литейного инструмента», ТУ РБ 100196035.007-2001, действие которого основано на высокой адгезионной способности суспензии к железосодержащему материалу. Способ нанесения — окунание. Рекоменду-

емая частота нанесения — один раз в смену (опыт работы Минского моторного завода).

Высокую значимость для получения качественных отливок имеют точность геометрических форм, чистота поверхности, хорошая извлекаемость отливок и ряд других факторов, необходимый уровень которых обеспечивают технологические смазки, покрытия и приспособления:

- «Покрытие разделительное краска для кокилей», ТУ РБ 100196035.007-2001, связующее — алюмосфатная композиция.

- «Покрытие разделительное краска для прибылей», ТУ РБ 100196035.007-2001, связующее — натриевое жидкое стекло.

- «Покрытие разделительное смазка для пресс-форм машин ЛПД водоэмульсионная», ТУ РБ 100196035.007-2001, способ нанесения — краскопульт.

- «Покрытие разделительное смазка для пресс-форм машин ЛПД на жировой основе», ТУ РБ 100196035.007-2001, способ нанесения — квачем, кистью.

- «Покрытие разделительное смазка для плунжерной пары машин ЛПД» ТУ РБ 100196035.007-2001, способ нанесения — квачем, кистью.

- «Система распыления смазки для пресс-форм машин ЛПД», комплектность — распылитель, герметизированная емкость, манометр, муфта, соединительные шланги; работает от цеховой системы сжатого воздуха.

- «Система распыления кокильной краски», комплектность — распылитель, емкость, регулировочные краны, соединительные шланги; работает от цеховой системы сжатого воздуха.

Для получения качественного, конкурентоспособного литья необходимо осуществлять основ-

ные технологические операции: рафинирующе-модифицирующую объемную и поверхностную обработку расплава; защиту алюминиевого расплава от железосодержащих материалов тигля и плавлению-заливочного инструмента; оптимизацию термовременных условий кристаллизации отливок за счет правильного подбора составов, толщины слоя, технологии нанесения покрытий.

Несоблюдение любой из этих операций влечет за собой снижение качества литья, провоцируя различные виды брака (пористость, неметаллические включения, механические свойства, чистота поверхности и др.).

Таблетированные препараты, флюсовые композиции, технологические покрытия и системы для их нанесения экологически безопасны, что подтверждено санитарно-гигиеническими и нормативно-техническими документами.

Системный подход к качеству литья позволил стабилизировать технологические процессы на многих предприятиях России, Беларуси и Украины, используя имеющееся оборудование и применяя препараты, производимые научно-производственным предприятием ОДО «Эвтектика», среди них: ОАО «КАМАЗ-Металлургия» (г. Набережные Челны), ОАО «Мценский литейный завод» (г. Мценск), ОАО «Ростовский завод цветного литья» (г. Ростов-на-Дону), ОАО «ДААЗ» (г. Димитровград), ОАО «Фольгопрокатный завод» (г. Санкт-Петербург), ОАО «Красный Октябрь» (г. Санкт-Петербург), ОАО «Волжские моторы» (г. Ульяновск), РУП «Минский моторный завод», предприятие «Фенокс» (г. Минск), ОАО «БАТЭ» (г. Борисов), ОАО «Атлант» (г. Барановичи), ОАО «Автоцветмет» (г. Мелитополь), ОАО «АВТРОМАТ» (г. Харьков) и др.