



*Mechanisms of influence of inert gas on the melt for determination of ways of efficiency increase of different variants of the melt blowing are considered.*

М. А. САДОХА, ОАО «БЕЛНИИЛИТ», А. Т. ВОЛОЧКО, ГНУ «ФТИ НАН Беларуси»

УДК 621.74

## РАФИНИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ИНЕРТНЫМИ ГАЗАМИ

Наиболее серьезной проблемой при производстве отливок из алюминиевых сплавов является наличие в расплаве растворенных газов (прежде всего водорода). При переходе металла из жидкого в твердое состояние во время кристаллизации отливки растворимость газов в металле резко уменьшается и образующийся избыток газов выделяется в виде пор и раковин. Это приводит к образованию таких дефектов, как негерметичность литья, пористость литья и появление крупных раковин газосадочного характера [1, 2].

Эффективным механизмом снижения водорода в расплаве может быть снижение его содержания в атмосфере печи. Это возможно обеспечить несколькими методами – создание инертной атмосферы в печи или создание вакуума в печи. Однако наряду с кажущейся простотой данные методы имеют ряд недостатков. Во-первых, это влечет за собой серьезную конструктивную переделку плавно-раздаточного оборудования. Во-вторых, уменьшение газонасыщенности расплава происходит по диффузионному механизму, а это в свою очередь требует значительного времени выдержки расплава для достижения заметного эффекта.

С целью ускорения диффузионных процессов за счет сокращения расстояний переноса газа и увеличения поверхности раздела «атмосфера-расплав» часто используют различные варианты продувки расплава инертными газами.

Для определения путей повышения эффективности различных вариантов продувки расплава рассмотрим механизм воздействия инертного газа на расплав.

Как видно из рис. 1, контакт пузырька рабочего газа (инертного или иного) с расплавом происходит через границу раздела пузырек-расплав. В некоторых случаях она может быть представлена оксидной пленкой или другим материалом.

Пузырьки рабочего газа можно рассматривать как внутреннюю замкнутую атмосферу, куда стремятся диффундировать растворенные в расплаве газы. Причем нужно учитывать, что пузырек радиусом  $R$  находится в расплаве только определенное время ( $t$ ), равное времени его всплытия на поверхность, которое зависит как от параметров расплава, так и геометрии пузырька. Чем меньше радиус пузырька  $R$ , тем медленнее он всплывает, т. е. увеличивается время обработки расплава.

За время всплытия пузырька ( $t$ ) в него успевают диффундировать газы из расплава с определенного расстояния от границы раздела пузырек-расплав. Примем условно, что на глубине  $\Delta$  (дега-

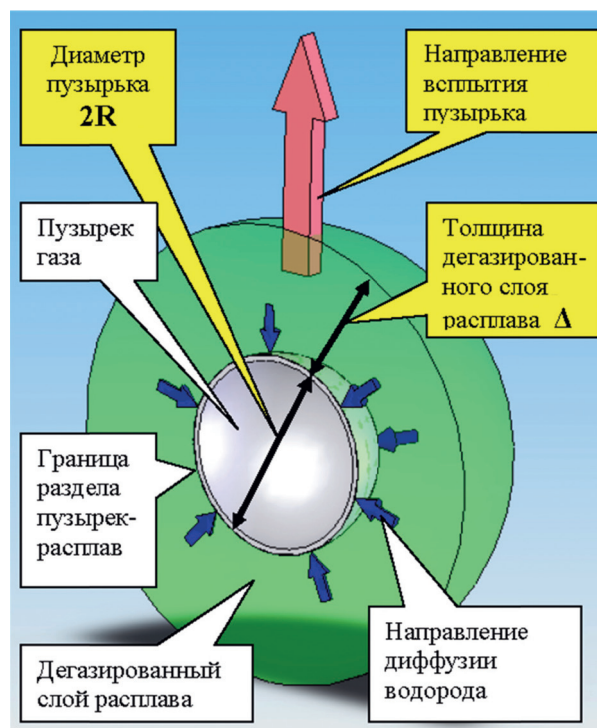


Рис. 1. Схема взаимодействия пузырька рабочего газа с расплавом при продувке

зированный слой) расплав в итоге будет иметь газонасыщенность ниже порога образования газовых дефектов в отливке.

Объем одного пузырька равен:

$$v_{puz.} = 4 / 3\pi R^3. \quad (1)$$

Объем дегазированного слоя вокруг одного пузырька будет равен:

$$v_{deg.met.} = 4 / 3\pi((R + \Delta)^3 - R^3). \quad (2)$$

Предположим, что весь рабочий газ, введенный в расплав, распадается на пузырьки одинакового размера и равномерно распределяется по всему объему расплава без пересечения дегазированных слоев расплава друг друга. Тогда при введении рабочего газа объемом  $V$  в расплав в нем сформируется  $N$  пузырьков радиусом  $R$  (давлением столба расплава пренебрегаем):

$$N = V / v_{puz.} = V \frac{3}{4\pi R^3}. \quad (3)$$

Объем дегазированного металла рабочим газом (объем рабочего газа  $V$ ) в данном случае будет равен при принятых выше допущениях:

$$V_{deg.met.} = v_{deg.met.} \cdot N = \frac{4\pi((R + \Delta)^3 - R^3)}{3} V \frac{3}{4\pi R^3}. \quad (4)$$

После математических преобразований формула (4), определяющая зависимость объема дегазированного расплава от объема введенного в него газа, принимает вид:

$$V_{deg.met.} = V \Delta \left( \frac{3}{R} + \frac{3\Delta}{R^2} + \frac{\Delta^2}{R^3} \right). \quad (5)$$

Таким образом, можно сделать ряд выводов, объясняющих закономерности продувки расплава рабочими газами для снижения содержания растворенных в металле газов:

- объем дегазированного металла прямо пропорционально зависит от объема рабочего газа, введенного в расплав;
- объем дегазированного металла обратно пропорционален радиусу пузырьков рабочего газа, возведенного в степень  $n > 1$ ;
- объем дегазированного металла прямо пропорционален глубине дегазированного слоя расплава у пузырька ( $V$ ).

При практической реализации процесса продувки расплава рабочими газами для повышения эффективности процесса необходимо раздробить рабочий газ на пузырьки минимального размера; равномерно распределить пузырьки по объему расплава; вводить газ необходимо у самого дна тигля для удлинения пути всплытия пузырьков и уве-

личения, тем самым, глубины дегазированного слоя расплава у пузырька ( $V$ ).

Наиболее простым способом введения рабочего газа является продувка через погруженную фурму, установленную в расплав стационарно. Для получения заметного эффекта на качестве расплава в этом случае требуется значительное время обработки (15–20 мин), что связано с образованием больших по объему и быстро всплывающих пузырей рабочего газа, используемого неэффективно. При этом значительные объемы расплава остаются вне зоны обработки.

Использование вращающегося импеллера для введения рабочего газа в расплав позволяет по сравнению со стационарной продувкой раздробить струю газа на пузырьки меньшего размера и распределить их более равномерно по объему расплава.

Специалистами ОАО «БЕЛНИИЛИТ» создан ряд установок для металлургической обработки расплава рабочими газами при помощи вращающегося импеллера. На рис. 2 показан общий вид установки мод. 46161, а в табл. 1 приведены ее технические характеристики.

Таблица 1. Технические характеристики установки мод.46161

Параметр	Величина
Время обработки не более, мин	15
Режим работы	Полуавтоматический
Применяемые рабочие газы	Азот, аргон (газообразные)
Давление газа, МПа (кгс/см), не более	0,63 (6,3)
Система управления	Электрическая
Частота вращения импеллера, мин <sup>-1</sup>	473/533/600.
Скорость перемещения каретки, м/с	0,079
Ход каретки не более, мм	780
Установленная мощность, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	1022
ширина	997
высота	1849
11. Масса, кг, не более	680

Опыт эксплуатации установки мод. 46161 в условиях ОАО «Сухоложский завод «Вторцветмет» (Россия) свидетельствует о высокой эффективности обработки вторичных алюминиевых сплавов аргоном. Обработка в течение 5 мин расплава, имеющего изначально 4-й балл пористости по шкале ВИАМ, позволяет гарантированно снизить пористость до 1-го балла без применения флюсов.

На рис. 3 показана схема установки, предназначенной для обработки расплава непосредственно в раздаточной печи (тигле), а в табл. 2 приведе-

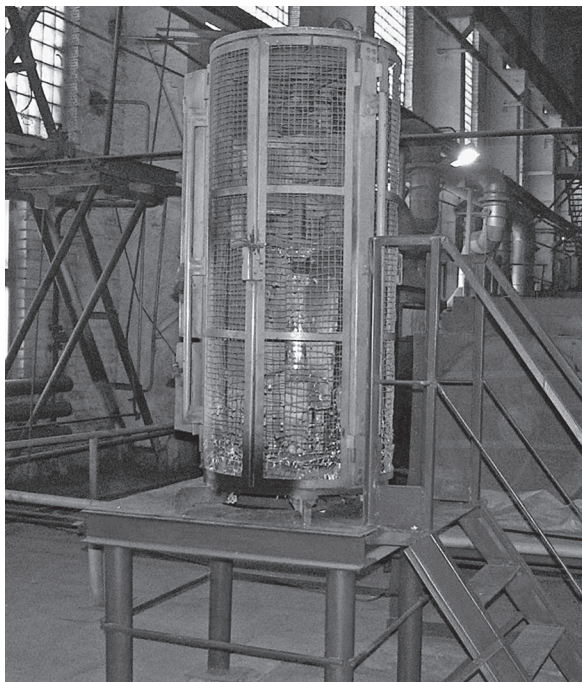


Рис. 2. Установка мод. 46161 для металлургической обработки алюминиевого расплава

Таблица 2. Основные технические параметры установки, предназначенной для обработки расплава

Параметр	Величина
Система управления	Электрическая
Режим работы	Пооперационный/полуавтоматический
Время обработки, мин, не более	22,5
Применяемый для обработки газ	Аргон, азот газообразный технический
Давление сжатого воздуха, МПа (кгс/см), не более	0,63 (6,3)
Частота вращения импеллера, об/мин	466
Скорость перемещения каретки, м/с	0,05
Ход каретки, мм, не более	700
Масса установки, кг	295
Габариты установки, мм:	
длина	1613
ширина	860
высота	1746–2304
Установленная мощность, кВт, не более	1,5

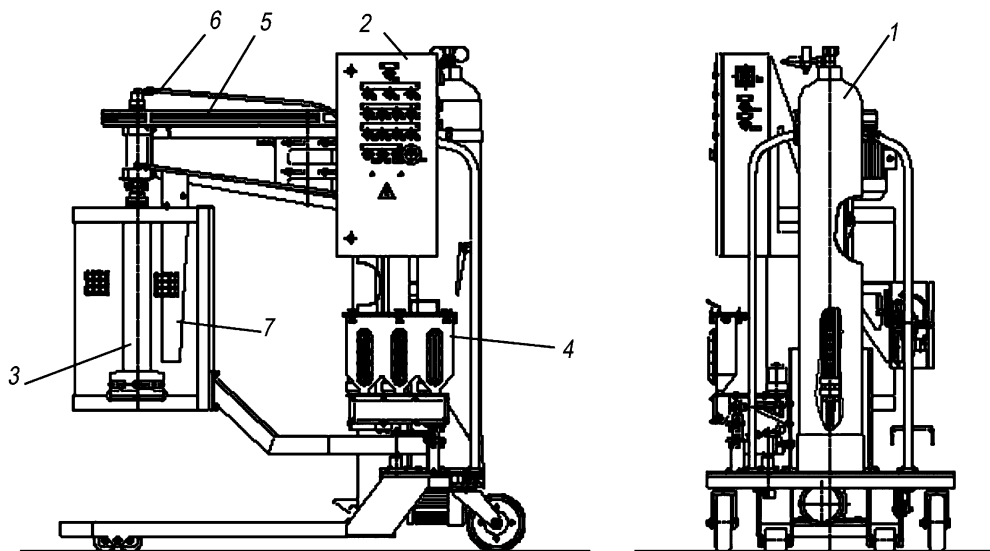


Рис. 3. Схема установки продувки расплава П1873.00.000: 1 – баллон инертного газа; 2 – пульт управления; 3 – импеллер; 4 – бункер для загрузки флюса; 5 – привод вращения; 6 – трубопровод подачи газа; 7 – рассекатель

ны ее технические характеристики. Установка мобильна в передвижении от одного рабочего места к другому и может быть использована также для

комплексной обработки расплава инертными газами с одновременным введением в расплав порошковых флюсов.

### Литература

1. Волочко А. Т., Садоха М. А. Алюминий: технологии и оборудование для получения литых изделий. Минск: Беларуская навука, 2011.
2. Садоха М. А., Бачек А. И., Гутко В. И. Использование инертных газов при металлургической обработке алюминиевых сплавов // Литье и металлургия. 2006. № 2. Ч. 1. С. 148–150.