

УДК 621.74

Санжаревский А.Г. Науч. рук. Морзак Г.И.  
**Анализ воздействий на окружающую среду технологий  
литья алюминия**

ФГДЭ, 3 курс.

Алюминий обладает высокой тепло- и электропроводностью, стойкостью к коррозии за счёт быстрого образования прочных оксидных плёнок, защищающих поверхность от дальнейшего взаимодействия. Основные достоинства алюминия как конструкционного материала – лёгкость, податливость штамповке, коррозионная стойкость, высокая теплопроводность, неядовитость его соединений, основной недостаток – малая прочность, поэтому для упрочнения его обычно сплавляют с небольшим количеством меди и магния (сплав называется дюралюминий). Хотя это и легкоплавкий металл (температура плавления алюминия составляет всего 660 °С, для железа – 1539 °С), его литьё сопровождается определёнными техническими сложностями, так как он легко вступает в окислительную реакцию с кислородом. Для предотвращения возникновения окислительных реакций алюминий разливается в бескислородной среде. В современной промышленности литье алюминия может осуществляться тремя способами: кокили (металлические формы) с охлаждением; заполнение с помощью поршневых машин (под давлением); центробежное.

Кокильное литье, или литье в постоянные формы – это литье металла, осуществляемое свободной заливкой кокилей. При заполнении кокиля расплавом воздух и газы удаляются из его рабочей полости через вентиляционные

каналы, пробки, каналы между металлическими частями, образующие вентиляционную систему кокиля. Перед заливкой расплава кокиль готовят к работе: поверхность рабочей полости и разъем тщательно очищают от следов загрязнений, ржавчины, масла, проверяют легкость перемещения подвижных частей, точность их центрирования, надежность крепления. Затем на поверхность рабочей полости и металлических стержней наносят слой огнеупорного покрытия – облицовки и краски. Слой огнеупорного покрытия предохраняет рабочую поверхность формы от резкого повышения ее температуры при заливке, оплавления и схватывания с металлом отливки. Расплав заливают в кокиль через литниковую систему, выполненную в его стенках. Процесс литья в кокиль является мало операционным процессом. Лимитирующей по продолжительности операцией является охлаждение отливки в форме до заданной температуры. Большинство операций могут быть механизированными, что относится к существенным преимуществам способа и исключает трудоемкий и материалоемкий процесс изготовления разовой формы – кокиль используется многократно. Металлическая форма по сравнению с песчаной обладает значительно большими теплопроводностью, теплоемкостью, прочностью, практически нулевыми газопроницаемостью и газотворностью.

Эффективность кокильного производства отливок, как и производства отливок другими способами литья, зависит от полноты и правильности использования преимуществ этого процесса с учетом его особенностей и недостатков в условиях конкретного производства. В сравнении с литьем в песчаные формы, литье в кокиль имеет следующие преимущества: повышение качества отливки и стабильности показателей качества;

использование в металлических формах разовых песчаных стержней; исключение трудоемких операций приготовления смеси, формовки и очистки отливок; устранение тяжелых операций выбивки форм, очистки отливок от пригара, их обрубки, меньшее загрязнение окружающей среды; возможность многократного использования кокиля. Однако, способ литья в кокиле имеет и недостатки: высокая стоимость кокиля, сложность и трудоемкость его изготовления; ограниченная стойкость кокиля (число годных отливок); высокая интенсивность охлаждения расплава в кокиле; неподатливость кокиля; использование в кокиле большого числа песчаных стержней. Преимущества и недостатки кокильного способа определяют в итоге рациональную область его использования. Вследствие высокой стоимости кокилей экономически целесообразно применять этот способ литья только в серийном или массовом производстве.

Экономический и экологический эффекты достигаются благодаря устранению формовочной смеси, повышению качества отливок, их точности, уменьшению припусков на обработку, снижению трудоемкости очистки и обрубки отливок, механизации и автоматизации основных операций и, как следствие, повышению производительности и улучшению условий труда.

Таким образом, литье в кокиль можно отнести к трудо- и материалосберегающим, малооперационным и малоотходным технологическим процессам, улучшающим условия труда в литейных цехах и уменьшающим вредное воздействие на окружающую среду [1].

Литьё металлов под давлением – способ изготовления отливок, при котором сплав приобретает форму отливки, быстро заполняя пресс-форму. Этот способ применяется для сплавов цветных металлов (на основе цинка, алюминия, меди, магния, сплава олово-

свинец) из-за их низкой температуры плавления, а также для некоторых сталей. Практически любую деталь из алюминия можно отлить на машинах литья под давлением, поскольку при литье под давлением можно получить детали с высокими допусками по пористости и плотности изделия. Процесс литья под давлением включает следующие этапы: раскрытие пресс-формы и смазка; смыкание пресс-формы; заливка металла в поршень; запрессовка металла; снятие готового изделия. Литейные формы (пресс-формы) обычно изготавливаются из стали. Оформи́ющая полость формы выбирается подобной наружной поверхности отливки, с учетом искажения размеров. Пресс-форма содержит выталкиватели, с помощью которых готовое изделие извлекается из пресс-формы и подвижные металлические стержни, называемые знаками, образующие внутренние полости изделий.

Машины для литья алюминия могут быть с горячей камерой прессования и с холодной камерой прессования. Машины литья под давлением с горячей камерой прессования чаще всего используются для литья сплавов на основе цинка или латуни. Литейные машины с холодной камерой прессования используются для литья под давлением алюминиевых, магниевых, медных сплавов. Литьё в пресс-формы происходит под давлением от 35 до 700 МПа. К преимуществам процесса литья под давлением относятся: высокая производительность; высокое качество поверхности (5–8 классы чистоты для алюминиевых сплавов); точные размеры литого изделия (3–7 классы точности); минимальная потребность в механической обработке изделия; низкая пористость изделия; высокая плотность изделия. Основными недостатками данного процесса являются: ограниченная сложность конфигурации отливки (связанная с тем, что при отделении отливки от литейной формы могут

происходить повреждения); ограниченная толщина отливки; сложная, дорогая оснастка [2].

Принцип центробежного литья заключается в том, что заполнение формы расплавом и формирование отливки происходят при вращении формы вокруг горизонтальной, вертикальной или наклонной оси, либо при ее вращении по сложной траектории. Этим достигается дополнительное воздействие на расплав и затвердевающую отливку поля центробежных сил. Процесс реализуется на специальных центробежных машинах и столах. Наиболее распространенным является способ литья пустотелых цилиндрических отливок в металлические формы с горизонтальной осью вращения. Особенности формирования отливки при центробежном литье сопряжены как с большими преимуществами, так и с недостатками. К преимуществам этого способа можно отнести: улучшенную заполняемость форм расплавом; повышение плотности отливок вследствие уменьшения количества пор, раковин, газовых, шлаковых и неметаллических включений; уменьшение расхода металла, благодаря отсутствию литниковой системы при изготовлении отливок типа труб, колец, втулок или уменьшению массы литников при изготовлении фасонных отливок; исключение затрат на стержни при изготовлении отливок типа втулок и труб. Недостатками способа являются: трудности получения отливок из сплавов, склонных к ликвации; загрязнение свободной поверхности отливок неметаллическими включениями; неточность размеров и необходимость повышенных припусков на обработку свободных поверхностей отливок, вызванная скоплением неметаллических включений в материале отливки и отклонениями точности дозы расплава, заливаемого в форму. Наивысшие технико-экономические показатели центробежного способа литья достигаются при

получении пустотелых цилиндрических отливок с различными размерами и [3].

Алюминий относится к металлам, который легко утилизируется и поддается стопроцентной переработке, не утрачивая при этом своих свойств. На сегодняшний день около 75% алюминия, выпущенного за все время существования отрасли, используется до сих пор. Переработка алюминия требует всего 5% от объема энергии, необходимого для его производства из глинозема, а объем выбросов парниковых газов при производстве вторичного алюминия составляет 5% от количества выбросов при выпуске первичного алюминия. Сегодня производство вторичного алюминия занимает около 30% от общего объема выпуска и его доля продолжает расти. Промышленное применение алюминия также позволяет улучшить глобальную экологическую ситуацию.

Легкость, пластичность, высокая тепло- и электропроводность и нетоксичность алюминия позволяет использовать его в эко-архитектуре – строительстве объектов инфраструктуры, создание и дальнейшее функционирование которых наносят минимальный вред окружающей среде [4].

Электролиз алюминия наносит окружающей среде гораздо меньший урон, чем производство большинства металлов. Например, объем выбросов вредных веществ при производстве никеля превышает аналогичные показатели алюминиевой отрасли в 31 раз (рисунок).

Наибольшее воздействие на окружающую среду предприятий, где применяются технологии алюминиевого литья, проявляется через выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, наиболее опасными из них являются соединения фтора. Фторид водорода поступает в атмосферу в основном при производстве первичного алюминия. Электролитический способ производства

алюминия из глинозема, в котором в качестве электролита используют расплав криолита и фторида алюминия, связан с выделением в атмосферу ряда фторидных соединений, в основном HF, SiF<sub>4</sub>, NaF, Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub> и др.

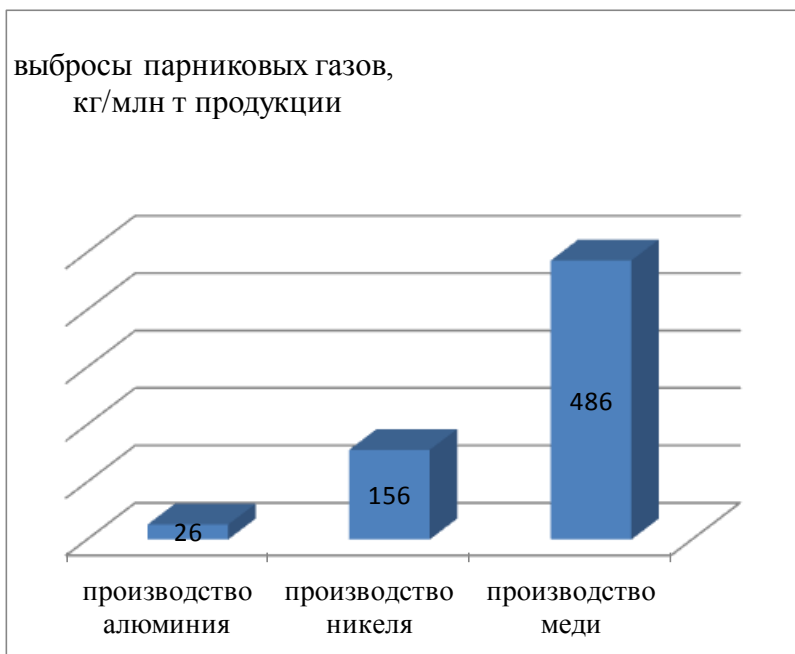


Рисунок – Диаграмма выбросов парниковых газов при выплавке цветных металлов

В воздухе производственного корпуса, где осуществляются процессы литья алюминия, основными потоками выделения фторидов в атмосферный воздух могут быть фанарные выбросы, поступающие через аэрационные фанари производственных корпусов, факельные выбросы, поступающие в атмосферу через дымовые трубы, вентиляционные и аспирационные системы. Поэтому реальная степень очистки составляет 30

– 75 %. В основном проводится очистка именно факельных выбросов, а проблема обезвреживания фонарных выбросов остается актуальной. В настоящее время вследствие модернизации производств, применения современных технологий и разработки электролизеров нового поколения, доля фонарных выбросов при производстве первичного алюминия неуклонно снижается.

Для снижения экологической опасности алюминиевых производств, должны быть внедрены эффективные технологии по извлечению из отводимых газов фторида водорода в максимально возможной степени и на более ранней стадии производства алюминия [5].

#### Библиографический список

1. Украинская Ассоциация Сталеплавателей [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://uas.su/books/spesialmethodsforcasting/31/razdel31.php> – Дата доступа: 20.04.2019
2. Литьё металлов под давлением/ Свободная Энциклопедия [Электронный ресурс].-Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> – Дата доступа: 20.04.2019
3. Украинская Ассоциация Сталеплавателей [Электронный ресурс]-Режим доступа: <http://uas.su/books/spesialmethodsforcasting/61/razdel61.php> – Дата доступа: 20.04.2019
4. Аншиц А.Г., Поляков П.В., Кучеренко А.В. Экологические аспекты производства алюминия электролизом. Аналитический обзор / Новосибирск: Изд. ГПНТБ СО АН СССР, 1991.
5. Громов О.Б., Прокудин В.К. К вопросу обезвреживания газовых выбросов заводов по производству алюминия // Химическая технология. 2008. Т. 9. № 7.