

Образование и нейтрализация вредных выбросов при производстве литья с использованием моделей из пенополистирола

Приведены данные по составу полистирола. Исследованы количество и состав выбросов вредных веществ на этапах изготовления модели и при её термодеструкции на всей стадии контакта с жидким, затвердевающим металлом и при охлаждении отливки. Установлены технологические переделы, которые создают наибольшую концентрацию вредных выбросов. Приведены варианты обеспечения процесса экологической защиты.

Ключевые слова: экология, литьё, выбросы вредных веществ, пенополистирол, предельно допустимая концентрация, нейтрализация, литье по газифицируемым моделям

Защита окружающей среды сегодня является комплексным и актуальным вопросом, который необходимо рассматривать по всем переделам технологического процесса. Несмотря на то, что использование способа литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) способствует созданию экологически чистых цехов и участков высокой культуры производства с улучшенными условиями труда [1], с целью предотвращения образования выбросов вредных веществ при использовании пенополистироловых моделей необходимо дополнительно исследовать процесс.

При изготовлении моделей используется полистирол, который содержит не более 0,2 % стирола, 0,32 % влаги и около 6 % порообразователя. [2]. В качестве порообразователя применяют изопентан (или пентан), около 4 % которого испаряется в процессе изготовления моделей. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и приказу МОЗ Украины № 30 «Об утверждении списков и введении в действие гигиенических регламентов вредных веществ в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе населенных мест» от 23.02.2000 г. изопентан относится к четвертому классу опасности и его предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны составляет 300 мг/м³. Поэтому необходимо было собрать исходные данные и разработать технические требования для создания высокоэффективных методов и модульных устройств обезвреживания образующихся вредных продуктов.

Ввиду отсутствия действующих утвержденных методик по расчёту загрязняющих атмосферу веществ, выбрасываемых при производстве пенопластов, расчёт выбросов вспенивающего вещества (изопентана) в проектируемом производстве пенополистирола временно, до выхода соответствующей методики, можно принять согласно таблице 1 [3].

Для действующих предприятий изопентан определяется либо по замерам либо по его расходу на единицу массы пенопласта, так как весь вспенива-

Таблица 1

Выделение вредных веществ при производстве моделей из пенополистирола

Производство моделей из пенополистирола		
Просеивание гранул	пыль стирола	0,15 г/кг
Предвспенивание	изопентан	1,50 г/кг
Выдержка в силосах		0,15 г/кг
Формование		0,75 г/кг

ющий реагент выбрасывается в атмосферу. При этом распределение его по отдельным стадиям процесса, предложенное в таблице, сохраняется.

Производство моделей осуществляется на участке изготовления пенополистироловых моделей, где расположено оборудование, которое может образовывать вредные выбросы. Вместе с тем исследования, проведенные в Физико-технологическом институте металлов и сплавов НАН Украины (ФТИМС НАН Украины), показали, что наличие в атмосфере рабочей зоны этого оборудования значительно ниже ПДК (табл. 2).

Анализ полученных данных в сопоставлении со значениями ПДК для образующихся паров вредных веществ показывает, что нет необходимости в создании специальных систем их нейтрализации.

При этом следует учесть, что вспенивание полистирола, его хранение и изготовление моделей должно производиться в помещениях с приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей 5-6-ти кратный обмен воздуха. При хранении пенополистирола и моделей, изготовленных из него, необходимо соблюдать правила пожарной безопасности. Пенополистирол воспламеняется при температуре 550-560 °С и горит сильно коптящим пламенем.

При разработке новых технологических процессов особо важно было создать систему экологической безопасности, которая позволяет идеально защитить биологические объекты и окружающую среду от вредных выбросов, образующихся в результате термодеструкции газифицируемой модели. Для этой

Содержание вредных веществ в рабочей зоне оборудования участка производства полистироловых моделей

Процесс (оборудование)	Содержание вредных веществ, мг/м ³				
	изопентан	бензол	толуол	стирол	бензальдегид
Предварительное вспенивание (ванны вспенивания, предвспениватель)	3,2-3,6	0,3-1,8	0,2-0,5	не обнаружен	
	5,0*	5,0 -15,0*	50,0* (по ГОСТ 12.1.005)		
Изготовление моделей					
- после изготовления моделей (при раскрытии пресс-формы)	3,6-4,0	0,2-0,8	0,1-0,2	не обнаружен	
	5,0*	5,0 -15,0*	50,0*		
- в процессе изготовления (при открытии автоклава пресс-формы на полуавтомате и сбросе пара из агрегатов)	2,3-3,0	не обнаружено			

* предельно допустимые концентрации в рабочей зоне оборудования (ГН 2.2.5.1313-03)

цели в ФТИМС НАН Украины были проведены соответствующие исследования условий термодеструкции пенополистироловых моделей на всей стадии их контакта с жидким, затвердевающим металлом и при охлаждении отливки.

Выделения газов возможны из-за преждевременного отключения вакуума от залитых металлом форм, особенно при металлоёмкости формы выше 100 кг, когда происходит газификация конденсированных продуктов деструкции на зёрнах песка по мере прогрева формы отливкой. На рисунке показан факел при догорании газов, выходящих из штуцера подключения вакуумной системы формы. В форме залиты две отливки весом по 55 кг из стали марки 30Л.

При этом было установлено два периода термодеструкции пенополистироловой модели в форме: первый



Форма после заливки металлом

(I) – при заполнении формы металлом и второй (II) – при затвердевании и охлаждении в ней отливки [4]. Причём второй период характеризуется конденсацией продуктов термодеструкции на зёрнах формовочного материала, что указывает на необходимость обязательного его периодического обезвреживания. Конечными продуктами термодеструкции являются: водород (H₂), оксид углерода (CO), метан (CH₄), этилен, этан (C₂H₆), ацетилен (C₂H₂), пропилен (C₃H₆) и углеводороды (C_nH_{2n+2}).

Также этими исследованиями были установлены технологические пределы, которые создают наибольшую концентрацию вредных выбросов. Так, при заливке форм металлом в температурном интервале 1250-1550 °С количество выделившихся газов составило 23 см³/г полистирола. Состав образующихся при этом газов приведён в табл. 3.

Концентрация стирола ниже ПДК (5 мг/м³) и составляет в зоне заливщика – 1,5-2,0 мг/м³ и над литейной формой – 4,0-4,5 мг/м³. Концентрация толуола в зоне заливщика не превышает ПДК – 50 мг/м³ и составляет 45-48 мг/м³, а над формой превышает ПДК и составляет 75-80 мг/м³. Концентрация бензола как в зоне заливщика (10 мг/м³), так и над формой (16-18 мг/м³) не превышает ПДК (20 мг/м³).

При исследовании количественного и качественного состава продуктов термодеструкции газифицируемых моделей (ГМ) в период охлаждения отливок из железоуглеродистых сплавов установлено, что общее количество выделяющихся газов – q_{ox} = 310-320 см³/г. Концентрация стирола над формой достигает к концу охлаждения 10-12 мг/м³ и в зоне заливщика 6-7 мг/м³, что превышает ПДК.

Концентрация толуола к концу охлаждения составляет в зоне заливщика 1-2 мг/м³ и над формой 25-28 мг/м³, то есть значительно ниже ПДК.

Таблица 3

Качественные и количественные характеристики продуктов термодеструкции полистирола

Формула	H ₂	O ₂	N ₂	CO	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₂	C ₃ H ₆	C ₃ H ₈	C ₅ H ₁₂
Масса, мг	1,64	12,92	60,2	4,72	3,36	4,48	5,77	0,17	0,63	0,1	5,77
Объём, см ³ /г	48,4	20,8	110,8	8,9	10,8	8,2	9,9	0,35	0,78	0,1	4,1

Концентрация бензола к концу охлаждения составляет в зоне заливщика 4-5 мг/м³ и над литейной формой 3-8 мг/м³, что значительно ниже ПДК.

Концентрация тяжёлых углеводородов в воздушной среде падает к концу охлаждения отливки и составляет в зоне заливщика 50-100 мг/м³, а над литейной формой 280-300 мг/м³, то есть не выходит за допустимые нормы ПДК.

Исследование характера и количества выделяющихся продуктов термодеструкции при выбивке формы показало, что удельный объём выделившихся газов составил 0,2 на грамм песка в форме, в том числе (% об.): Н₂ = 28,21; N₂ = 20,35; O₂ = 2,42; CO = 37,47; CO₂ = 5,0; СН₄ = 4,74; C_nH_{2n} и C_nH_{2n+2} = 1,75.

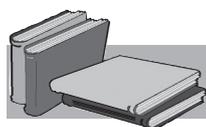
При выбивке формы количество паров стирола, толуола, бензола в зоне выбивки превышает ПДК в 1,5-2,0 раза.

Таким образом, на основании проведённых исследований установлено, что наибольшее количество

вредных выбросов образуется при заливке формы и охлаждении в ней отливки, а также при их удалении из формы.

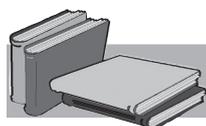
Исследования условий накопления конденсированных продуктов термодеструкции ГМ на зёрнах формовочного материала показали, что при многократном его использовании содержание вредных веществ составляет 0,3-0,5 % от массы формовочного материала.

Поэтому потенциально опасные участки необходимо оснащать вытяжными зонтами и вакуумными всасывающими системами удаления и локализации вредных выбросов и обеспечения их транспортировки в системы окончательной нейтрализации. При этом производительность установок термокаталитического дожига вредных газов и регенерации песка напрямую зависит от объёма производства цеха.



ЛИТЕРАТУРА

1. Шалевская И. А. Снижение вредного воздействия литейного производства на окружающую среду применением прогрессивных технологий / И. А. Шалевская. – М.: Литейщик России. – 2015. – № 1. – 38-41с.
2. Шуляк В. С. Литьё по газифицируемым моделям. – СПб., НПО «Профессионал», 2007. – С. 200.
3. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, (Дополненное и переработанное), – СПб., – 2005. – С.166.
4. Шинский О. И. Газогидродинамика и технологии литья железоуглеродистых и цветных сплавов по газифицируемым моделям: дис. д-ра техн. наук: 05.16.04 / Шинский Олег Иосифович. – К., 1997. – 490 с.



REFERENCES

1. Shalewska I. Reducing the harmful effects of foundry industry on the environment using advanced technologies / I. Shalewska. – M.: Russian Foundryman. – 2015. – № 1. – P. 38-41.
2. Shulyak V. Casting on gasified models/ V. Shulyak. – St. Petersburg: NPO «Professional», 2007. – P. 200.
3. A methodological guide on the calculation, regulation and control of emissions of polluting substances in atmospheric air (Revised and redrafted), – St. Petersburg.: – 2005. – P. 166.
4. Shinsky O. Gasohydrodynamics and technology of iron-casting and non-ferrous alloys by gasified models: Thesis of doctor of technical Sciences: 05.16.04 / Shinsky Oleg. – K., 1997. – 490 s.

Анотація

Шинський О. Й., Шалевська І. А.

Утворення і нейтралізація шкідливих викидів при виробництві лиття з використанням моделей з пінополістиролу

Наведено відомості про склад полістиролу. Досліджено кількість і склад викидів шкідливих речовин на етапах виготовлення моделі і при її термодеструкції на всій стадії контакту з рідким, тверднучим металом та при охолодженні виливка. Встановлено технологічні переділи, які створюють найбільшу концентрацію шкідливих викидів. Наведено варіанти забезпечення процесу екологічного захисту.

Ключові слова

екологія, литво, викиди шкідливих речовин, пінополістирол, гранично допустима концентрація, нейтралізація, лиття за моделями, що газифікуються

Summary

Shinskiy O., Shalevskaya I.

Formation and neutralization of polluting emissions in casting production using styrofoam models

The data on polystyrene composition are shown. The quantity and content of polluting emissions at the stages of model manufacturing and its thermal destruction during all time of contact with liquid solidifying metal and casting cooling are investigated. The technological process stages that make the highest pollution concentration are established. The variants of environmental protection are shown.

Keywords

environment protection, casting, polluting air emission, polystyrene foam, maximum allowable concentration, neutralization, casting on gasified models

Поступила 07.12.15

*Ежемесячный научно-технологический журнал
«Металл и литьё Украины»
предлагает разместить на своих страницах рекламу:
**новых технологий, оборудования и изделий, методик и материалов,
предлагаемых товаров и услуг,
информацию об обучении, выставках, конференциях
и другую полезную информацию.***