

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кириллова Ю.А., Герасимова А.Г, Мелтонян Е.С., Дряхлова В.А., Грек С.И.
Научный руководитель - доцент Дубова И.В., доцент Саначева Г.С.
Сибирский федеральный университет

На всех исторических этапах развития промышленности проблема защиты экологии от химических выбросов остается наиболее актуальной. В настоящее время такая проблема решается на уровне мира, страны и края. Концепция устойчивого развития подразумевает экологически чистое производство продукции во всех сферах жизни общества. В России разработана государственная программа по охране окружающей среды 2012-2020, которая включает и экологические проблемы металлургического производства, совершенствуются стандарты ИСО для металлургии.

Современный взгляд на качество, предполагает обязательным условием экологичность продукции. Поэтому одной из задач нашей работы – повышение экологических требований к формовочным и стержневым смесям и изучение теоретических основ совершенствования изготовления форм и стержней в технологии литейного производства.

При изготовлении формовочных материалов используются как органические, так и неорганические компоненты. Органическими веществами в литейном производстве являются катализаторы, отвердители и смолы. Эти составляющие непосредственно воздействуют на организм человека и проникают в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые. Один и тот же вредный производственный фактор по природе своего действия может одновременно относиться к различным группам опасности.

Таблица 1- Смолы, используемые в формовочных материалах

Тип смолы	ПДК мг/м ³	Мономеры для синтеза
Феноло-формальдегидная	0,3 0,5	Фенол (C ₆ H ₄ OH) Формальдегид (CH ₂ O)
Фенолоформальдегидофурановая	0,3 0,5 10	Фенол, Формальдегид, Фуриловый спирт
Мочевиноформальдегидная	0,5	Мочевина (NH ₂ -CO-NH ₂) Формальдегид
Мочевиноформаль-дегиднофурановая (синтезируют в щелочной среде, вводя NaOH)	0,5 10	Мочевина, Формальдегид, Фуриловый спирт
Фенолофурфурольная	0,3	Фенол Фурфурол
Фуриловая	10	Фуриловый спирт

Смолы являются основными составляющими органических связующих в литейном производстве. При химических реакциях отверждения выделяется целый ряд токсических веществ, приведенных в таблице 2.

По классу опасности различают четыре группы веществ: чрезвычайно опасные вещества (I), высокоопасные вещества (II), умеренно опасные вещества (III), малоопасные вещества (IV).

Таблица 2-Токсикологическая характеристика органических веществ

Вещество	Класс опасности	Действие	ПДК мг/м ³
Ацетон	IV	Наркотическое, увеличивает опасность хронического отравления	200,0
Фурол	III	Вызывает паралич	10,0
Метанол	III	Раздражение кожи и слизистой	5,0
Формальдегид	II		0,5
Бензол	II	Поражение центральной нервной системы	5,0
Фуриловый спирт	II		0,5
Фенол	II	Общее токсическое действие	0,3
Бензопирен C ₂₀ H ₁₂	I	Канцерогенное вещество	0,00015
Акролеин	I	Раздражение на слизистые оболочки, оказывает токсическое и слабое наркотическое действие	0,2

Из таблицы 2 видно, что большинство веществ, используемых в технологии формовочных материалов, относятся к 1 и 2 классу опасности. Американскими учеными были проведены исследования по выявлению заболевания раком легких среди различных групп населения, было установлено, что более высокой опасности заболевания раком подвержены рабочие чугунолитейных цехов. Наиболее вредным канцерогенным веществом является бензопирен.

Таблица 3 -Удельное газовыделение при изготовлении стержней и форм из ХТС

Связующие	При заполнении ящиков мг/(кг*ч)					При отверждении мг/(дм ² *ч)				
	Формальдеги	Метанол	Фенол	Фурфурол	Приведенное	Формальдеги	Метанол	Фенол	Фурфурол	Приведенное
Карбамидные	0,6 6	124, 2	-	-	13	0,9	20,7	-	-	2,2
Карбамидофурановые	2,9 0	280, 8	-	0,7	31	0,3	43,6	-	0,0 9	4,7

Феноло-формальдегидные	4,9 0	11,7	1,3 0	-	9,2	0,8	2,0	0,2 0	-	1,5
Карбамидофеноло-формальдегидные	12, 0	148, 8	0,9 6	-	28	2,2	25,2	0,1 1	-	5,0

Снижение запыленности, газо- и парообразования до установленных санитарных норм осуществляется применением вентиляции, а также проведением комплекса профилактических мероприятий санитарно-технического характера. Одновременно с этими мероприятиями в местах пересыпки формовочных материалов устанавливаются специальные пылеотсасывающие установки и в кожухах укрытий встраивают пеногенераторы. Плоский пеногенератор создает поток пены объемом 3 кубических метра в минуту на всю ширину ленты транспортера, что позволяет равномерно укрыть пеной поверхность источника пылеобразования и, следовательно, снизить концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны. Наиболее эффективной является всасывающая система пневмотранспорта с центробежным вентилятором в качестве побудителя тяги. Эта система исключает выделение пыли в воздушную среду цеха, так как ее трубопроводы находятся под разрежением. Другим преимуществом пневмотранспорта является возможность его использования в качестве местной вытяжной вентиляции, а также для сепарации и охлаждения материалов. Процессы сушки и подсушки форм исключают внедрением в производство химически твердеющих форм и жидких самотвердеющих смесей, что позволяет не применять в формовочных отделениях сушила, являющиеся источником выделения вредных газов и теплоты. В формовочных отделениях используют увлажненные смеси, что значительно снижает запыленность воздуха рабочих зон.

Внедрение холоднотвердеющих смесей позволило исключить операцию сушки стержней, при которой применял сушила, являющиеся источником выделения газов и теплоты. На слайде представлена сводная таблица преимуществ ХТС над ГТС.

Таблица слайд 4-Экологические преимущества ХТС

Наименование статей расходов	«Горячие» ящики	«Холодные» ящики
Наличие токсичных газовыделений на операциях смесеприготовления и изготовления стержней	Формальдегид, фенол	нет
Объем токсичных газовыделений на операциях заливки и выбивки отливок	100%	50...60%
Затраты на захоронение отходов стержней (4кл. опасности)	100%	12%

Основываясь на сравнительной таблицы преимущества ХТС над ГТС видно, что выделение вредных веществ значительно ниже у ХТС. В связи с организацией производства жидких отвердителей ацетатов этиленгликоля (АЦЭГ) для жидкостекольных ХТС и освоением технологии применения этих смесей в цехах возник вопрос о токсикологической оценки самих отвердителей, а также о влиянии жидкостекольных смесей с АЦЭГ на санитарно-гигиенические условия и экологию. Учитывая неорганическую природу связующего жидкого стекла (ЖС) и новое содержание отвердителя в смесях позволит значительно снизить количество вредных веществ, выделяющихся в атмосферу цеха. Кроме того, использование этих смесей предпочтительнее и по сравнению с другими ЖС-смесями, отверждаемыми

порошкообразными отвердителями, из-за отсутствия образования пыли. Рядом исследователей показано, что замена смесей на синтетических смолах ЖС-смесями с АЦЭГ позволяет значительно улучшить санитарно-гигиенические условия труда в литейных цехах, так как сами ацетаты этиленглиголя и смеси на их основе являются малотоксичными.

Таким образом изучив теоретический материал об экологии литейного производства мы приходим к выводу, что помимо технологических методов оздоровления окружающей среды необходимо создавать новые химические составы смесей связующих материалов, которые будут отвечать требованиям экологической безопасности. Технологические процессы изготовления стержней и форм с синтетическими связующими позволили исключить тяжелый ручной труд по приготовлению, уплотнению и выбивке смесей и использование виброинструмента. Однако, наряду с этим возросли газовыделения при изготовлении стержней и форм, заливке их металлом, выбивке отливок и опасность загрязнения окружающей среды. Для решения этих проблем существует несколько путей, не исключая друг друга, а дополняющих друг друга. Один из них – разработка новых стержневых композиций на основе жидкого стекла, фосфатов, связующих кислотного-основного типа и других неорганических связующих, которые обладали бы достоинствами песчано-смоляных смесей и не выделяли токсичных компонентов.

Другой путь связан с совершенствованием технологии изготовления стержней и форм с синтетическими связующими. Еще один путь заключается в разработке методов и средств удаления и обезвреживания вредных веществ. Одним из важнейших требований при изготовлении песчано-смоляных смесей является соблюдение технологического регламента: необходим контроль содержания смолы и катализатора в смеси и температуры наполнителя. Одним из важнейших путей снижения токсичности смесей является уменьшение содержания связующего путем повышения прочности смеси. Эта проблема решается с помощью силанизации смолы. Эффективным средством снижения газовыделения из песчано-смоляных смесей, позволяющим зачастую и улучшить их технологические свойства, является введение в смеси связующих окисляющих и адсорбирующих добавок. Некоторые добавки снижают выделение формальдегида и фенола при изготовлении стержневых форм. С целью сравнительной оценки различных добавок проведены исследования ХТС с фенолоформальдегидной смолой и добавками хлористого аммония, мочевины, солянокислого анилина. Добавки вводили в процессе изготовления смеси. При отверждении наиболее эффективна добавка мочевины, которая снижает скорость выделения формальдегида в пять раз. При использовании в качестве связующего фенолосодержащих смол одним из основных токсичных компонентов является фенол. С целью снижения его выделений, добавляют химические соединения различных классов. Например, щелочи, блокируя гидроксильную группу фенола, образуют соли – феноляты. Оксиды металлов в различных сочетаниях выполняют роль окислителя и адсорбента. Хлориды металлов образуют с фенолом комплексные соединения; при этом прочность смесей возрастает на 40-45 %, что позволяет снизить содержание связующего в смеси примерно в 1,5 раза и сократить выделения токсичных веществ в воздух в 2 раза. Для смесей холодного отверждения изучено влияние $FeCl_3$, CuO , Fe_2O_3 , Ni_2O_3 , $KMnO_4$, железной руды. Введение этих добавок, как правило, позволяет снизить выделение фенола в 1,5-2 раза. В процессе отверждения смеси выделение фенола снижается в 2 раза, формальдегида – 4 раза. Введение сильных окислителей приводит к резкому (в 4-5 раз) снижению выделению фенола при деструкции сухих смесей; однако при отверждении это снижение незначительно.

Наилучший эффект достигается при одновременном использовании различных способов снижения токсичных газовыделений. Например, одновременное применение фенолоформальдегидной смолы, модифицированной в процессе изготовления мочевиной и гидроксидом натрия, и введение в смесь силана позволили резко снизить выделение в атмосферу фенола и формальдегида