

УДК 621.742.22

Свиноров Ю. А.

к.т.н., доц.,

Гутько Ю. И.

д.т.н., проф.,

Родионов А. В.

д.э.н., проф.

ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. Даля», г. Луганск, ЛНР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭМПИРАТИВЫ В МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ

Связующие материалы в литейном производстве, являясь сложными по химическому составу комплексами, состоящими из потенциально опасных веществ, определяют не только санитарно-гигиенические условия труда в литейных цехах, но и ответственны за качественные характеристики экологического состояния всего производства. Особую опасность представляют связующие материалы на фенольной основе, на которых работает подавляющее большинство современных технологических процессов производства литья. Это определяет актуальность проблемы поиска альтернативных решений — связующих материалов, которые бы, обеспечивая технически необходимый уровень качества литья, являлись бы экологически чистыми материалами, при относительно низкой их стоимости.

Ключевые слова: литейное производство, связующие материалы, смоляные связующие на фенольной основе, технические лигносульфонаты, токсикологические свойства, процессы литья, модифицирование, холоднотвердеющие смеси.

Современные тенденции развития литейного производства, не только в России, но и в странах Европейского Союза характеризуются постоянным ужесточением экологических требований. Анализ экологических опасностей технологических процессов литья показывает, что наибольшая угроза исходит от технологических этапов смесеприготовления, формовки, заливки и выбивки отливок. Во всех перечисленных случаях главным компонентом несущим потенциальные угрозы являются органические связующие материалы, как правило, это синтетические смолы на фенольной основе. Они ответственны за выбросы бензапирена, фенола, формальдегида, акролеина и других высокотоксичных веществ [1]. Примерно 80 %, современных технологических процессов литья в разовые песчаные формы построены на применении именно этих материалов, поскольку они обеспечивают возможность получения литейных форм и стержней на основе холодно-твердеющих смесей (ХТС) [2]. В то же время, последние решения комиссии Евросоюза по вопросам экологии, свидетельствуют об ужесточении экологических требований к производственным процессам, особенно к тем где применяются смолы на фенольной основе [3]. Такие обстоятельства требуют поиска эффективных альтернативных решений по их возможной замене другими экологически чистыми связующими материалами.

Исследования проводились с целью определения возможностей применения лигносульфонатных материалов в качестве альтернативы фенольным связующим материалам, как наиболее экологически безопасных материалов.

В структуре задач обеспечения требуемого качества литейной формы ключевую роль играют связующие материалы, это определяется следующими факторами:

– на долю формовочных и стержневых работ приходится до двух третей всех трудовых затрат при изготовлении отливок, особенно в единичном и мелкосерийном производствах, которые трудно поддаются механизации и автоматизации;

– структуре себестоимости песчаной литейной формы связующие материалы традиционно занимают первые места, так как они являются наиболее дорогостоящие её составляющие, а поскольку, в подавляющем большинстве случаев, первичным сырьём для их производства является нефть, запасы которой ограничены, то этот класс материалов имеет уверенную тенденцию к удорожанию;

– являясь сложными по химическому составу веществами, литейные связующие являются потенциальными источниками генерирования на различных этапах производства отливок наиболее опасных выбросов в окружающую среду (бензапирен, акролеин, формальдегид и т. д.). Это, одновременно, ужесточает требования к санитарно-гигиеническим условиям работы персонала в литейном цеху и обуславливает необходимость принятия определенных мер обеспечения охраны труда, вызывая дополнительные непроизводственные расходы, а в случае их не соблюдения, приводит к разнообразным заболеваниям работников, что вызывает нездоровый социально-психологический климат в трудовом коллективе;

– связующие материалы во многом лимитируют регламент проведения технологических процессов литья, поскольку имеют жесткие требования по срокам и условиям хранения, а также по нормативам их практического применения.

Все перечисленное, диктует необходимость поиска новых связующих материалов для литейного производства.

Потенциально этим требованиям могли бы удовлетворять, прежде всего:

- 1) жидкое стекло;
- 2) лигниносодержащие материалы, представленные на рынке современных литейных связующих техническими лигносульфонатами (ЛСТ), при условии повышения их связующей способности;
- 3) металлофосфатные связующие;
- 4) комбинирование их как между собой, так и со смоляными связующими отечественного производства, с минимальным содержанием смоляного компонента (как правило, комбинирование со смолами необходимо для адаптации предлагаемых технических решений к условиям работы импортного оборудования).

Рассмотрим технические лигносульфонаты (ЛСТ), как альтернативный вариант применению связующих материалов на фенольной основе.

Противоречие между комплексом положительных характеристик и свойств ЛСТ, с одной стороны, и неудовлетворительностью технологических показателей прочности, с другой — определяет главную причину сдерживающую их применение в литейном производстве в качестве связующего материала.

Типичным представителем лигносульфонатных связующих материалов на современном рынке связующих является марка — «Лигносульфонаты технические», которые выпускаются в соответствии ТУ 13-0281036-029-94, ТУ 2455-064-05711131-03 и ТУ 2455-028-00279580-2004, соответственно порошкообразные, модифицированные (с улучшенными связующими свойствами) и жидкие. Производителем ЛСТ являются Целлюлозно-бумажные комбинаты (ЦБК) Российской Федерации.

Лигносульфонаты технические жидкие и порошкообразные — это побочный продукт переработки древесины. ЛСТ представляют собой смесь солей лигносульфоновых кислот (с примесью редуцирующих и минеральных веществ), получаемых из щелоков бисульфитной варки целлюлозы.

С точки зрения требований безопасности лигносульфонаты технические порошкообразные — горючие вещества, пожаро- и взрывобезопасны, по степени воздействия на организм относятся к веществам 4-го класса опасности (инертные не опасные для человека). В литейном производстве они применяются в жидком состоянии: ЛСТ марки «А» и марки «С».

Первые «для литейного производства», вторые — «общетехнического назначения». По физической природе ЛСТ — это водный раствор лигносульфоновых кислот с натриевым, кальциевым или аммониевым основанием, имеющий темно-коричневый цвет, со слабым специфическим запахом.

Первичным сырьём для производства ЛСТ является древесина — возобновляемый естественным путем ресурс, в отличие от фенольных смол, производящихся из углеводородного, постоянно дорожающего продукта.

Решение задачи повышения связующей способности ЛСТ, потребовало проверки экологических характеристик полученных результатов. Результаты исследования по проверке токсикологических характеристик модифицированных ЛСТ, с повышенной связующей способностью подтвердили их безопасность.

Результаты показывают, что использование составов смесей со сниженным содержанием связующих материалов, привело к существенному снижению объемов валовых выбросов.

Выбросы по всем показателям сократились до уровней ПДК.

Зафиксировано снижение вредных выбросов по всем контролируемым ингредиентам: формальдегиду, акролеину, окиси углерода, сернистому ангидриду, но главное снижение бензапирена, выброс которого превышал ПДК рабочей зоны в 4,5 раза, сократился до уровня ПДК.

Экологическая эффективность, оцениваемая по сокращению валового выброса каждого из ингредиентов, приведена в таблице 1.

Таблица 1 — Экологическая эффективность, достигаемая за счет уменьшения использования связующих являющихся источниками токсичных газыделений при сушке стержней

Токсины	Базовый вариант состава смеси (ЛСТ — 4,5 %, КО — 4,0 %)	Предлагаемый вариант состава смеси (ЛСТ — 4,0 %, КО — 0,8 %)	Эффективность, снижение выбросов, разы
Формальдегид (класс опасности — 2, ПДК _{рз} — 0,5 мг/м ³), СН ₂ =О, мг/м ³	0,83 превышение ПДК в 1,66 раза	0,31	2,7
Акролеин (класс опасности — 2, ПДК _{рз} — 0,2 мг/м ³), СН ₂ =СНСНО, мг/м ³	0,77 превышение ПДК в 3,85 раза	0,14	5,5
Окись углерода (класс опасности — 3, ПДК _{рз} — 20 мг/м ³), СО, мг/м ³	30,21 превышение ПДК в 1,51 раза	10,49	2,9
Бенз(а)пирен (класс опасности — 1, канцероген, ПДК _{рз} — 0,00015 мг/м ³), С ₂₀ Н ₁₂ , мг/м ³	0,00098 превышение ПДК в 6,53 раза	0,00007	14

Выводы. Полученные результаты показывают, что на основе созданных литейных связующих на основе ЛСТ разработаны составы стержневых смесей позволяющих снизить объем токсичных газовых выбросов по сравнению со смесями на основе известных и применяемых связующих типа КО и УСК в 2,7–14 раз, ввести содержание вредных веществ в газовых выбросах до уровня ПДК.

Список литературы

1. Буданов, Е. Н. Семь основных мифов и заблуждений относительно литейного производства / Е. Н. Буданов // Литейное производство. — 2009. — № 8. — С. 3–8.