

## Список литературы

1. Илларионов, И. Е. Формовочные материалы и смеси : монография / Е. И. Илларионов, Ю. П. Васин. — Чебоксары : Изд-во Чуваш ун-та, 1992. — Ч. 1. — 223 с.
2. Болдин, А. Н. Инженерная экология литейного производства : учебное пособие / А. Н. Болдин, А. И. Яковлев, С. Д. Тепляков ; под общ. ред. А. Н. Болдина. — М. : Машиностроение, 2010. — 352 с.
3. Al-Saraireh, F. M. Production of high quality casting binders from materials containing lignin / Falah Mustafa Al-Saraireh, Yuri Svinoroev // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD). — 2020.

УДК 621.742.22

*Свинороев Ю. А.*

*к.т.н., доц.,*

*Гутько Ю. И.*

*д.т.н., проф.*

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

### **ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ОТЛИВОК ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ СВЯЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

*Ключевым фактором, обеспечивающим показатели эффективности применения песчаной формы, являются связующие материалы, придающие ей требуемые физико-механические свойства, обеспечивающие технологичность всего процесса и обуславливающие санитарно-гигиенические условия труда в литейном цеху, а также определяющие экологическую ситуацию на производстве. По этой причине, именно связующие материалы могут выступать в качестве эффективного инструмента обеспечения ресурсоэффективности литейной технологии в целом.*

**Ключевые слова:** *литейное производство, ресурсоэффективность, связующие материалы, технические лигносульфонаты, экологические показатели, связующая способность, литейная форма.*

Литейное производство является сложным многоступенчатым технологическим комплексом. Его эффективная работа по выпуску качественных отливок определяются совокупным результатом по каждому из технологических этапов, наиболее ответственным из которых является изготовление формы [1]. Учитывая то обстоятельство, что на данном этапе развития литейного производства доминируют технологии литья в разовые песчаные формы (таким способом производится 80 % всего литья в России, примерно 70 % в странах Евросоюза [2]), то в этих условиях определяющим фактором эффективности подобных технологий будут формовочные материалы. Они предопределяют не только техническое обеспечение выпуска годного литья, но и показатели связанные: с условиями труда персонала в литейном цеху [3]; с общей экологической ситуацией на предприятии [4]; с показателями себестоимости конечной продукции [5].

Это позволяет говорить, что на качестве литейных связующих сфокусированы все ключевые параметры работы литейного производства: технологические, экологические, экономические, вопросы санитарно-гигиенических условий труда. В свою очередь, это открывает возможности использования фактора связующих материалов как инструмента регулирования эффективности работы всего литейного производства на рассматриваемом предприятии. По этой причине целесообразно рассмотреть комплекс вопросов связанных с повышением ресурсоэффективности литейного производства за счет правильного подбора литейных связующих.

Целью работы состояла в исследовании возможностей повышения ресурсоэффективности технологий литья за счет применения в качестве литейных связующих материалов на основе технических лигносульфонатов (ЛСТ). Её реализация требовала решения задач комплексной оценки применения ЛСТ учитывающей технологические, экономические и экологические аспекты.

Перспективы развития технологий литья требуют адекватных технологических решений, наращивая производство литья, необходимо позаботиться об эффективности литейных технологий, а это в современном понимании, не только валовые экономические показатели, но и экология, безопасность труда, что в совокупности определяет ресурсоэффективность всего производственного процесса.

Оценивая значимость упомянутых аспектов, целесообразно обратить особое внимание на связующие материалы, которые являются неотъемлемой частью практически любого технологического процесса изготовления отливок.

С экологической точки зрения они, прежде всего, являются носителями потенциальных экологических опасностей для окружающей среды, поскольку на этапах технологического процесса выделяют наиболее опасные токсины (вещества первого и второго класса опасности) [3–5].

Широко распространенные в настоящее время, в литейном производстве украинских предприятий, масляные и смоляные связующие в большинстве случаев не отвечают предъявляемым требованиям экологической безопасности, а жидкое стекло, как потенциальная их альтернатива, очень часто не удовлетворяет условиям технологичности.

Подобные трудности стоят перед литейными предприятиями Германии, где доминируют синтетические смолы на фенольной основе, которые являются главными источниками загрязнения окружающей среды.

Это приводит к повышению платежей за природопользование или к штрафам, требует дополнительных расходов на системы проветривания производственных помещений, улавливания и нейтрализации вредных выбросов, генерируемых связующими материалами.

Указанное, снижает ресурсоэффективность литейного производства, по этим причинам целесообразно рассмотреть альтернативные решения, обратившись к лигносульфонатным материалам, как наиболее безопасным с экологической точки зрения, технологичным и перспективным, с точки зрения сокращения расходов, связующим материалам.

В многочисленных научных информационных источниках [1–5] ЛСТ характеризуются как: технологичные, экологически безопасные, не дорогие по стоимости, и что существенно, не склонные к удорожанию, не дефицитные связующие материалы. На рынке связующих в настоящее время этот класс материалов представлен техническими лигносульфонатами, однако их применение в качестве связующих материалов в литейном производстве сдерживается не удовлетворительностью, показателей качества (низкая связующая способность, не стабильность свойств, высокая гигроскопичность стержней и форм, изготовленных на основе ЛСТ) [3, 5, 6].

Противоречие между комплексом перечисленных положительных характеристик и свойств ЛСТ, с одной стороны, и неудовлетворительностью технологических показателей прочности, с другой — определяет главную проблему их применения в технологических процессах литья [7, 8].

В работах показаны пути решения указанной проблемы. Использование комплексных модификаторов, включающих в свой состав компоненты, действие которых, имеет строго определённую функциональную направленность позволяет существенным образом повысить связующую способность ЛСТ.

Наиболее эффективными оказались модификаторы, включающие сочетания неионогенных поверхностно активных веществ (НПАВ) с некоторыми минеральными кислотами. В этих случаях наблюдалось возрастание связующей способности с 0,3–0,4 МПа до 3,0 МПа и выше, при этом отверждение композиции при комбинированном использовании термической активации (380–400 °С) сокращалось с 12–15 мин, до 1–3 мин.

На этой основе разработан и предложен к использованию новый связующий материал, который позволяет снизить в составе стержневой смеси содержание связующих (КО, УСК), являющихся источником вредных выбросов на этапах техпроцесса с 3,5–4,5 до уровня 0,5–0,8 %, т. е. в 5–7 раз.

Результативность перехода на применение ЛСТ вместо использования масляных материалов (замена связующего КО или УСК), будет содержанием повышения ресурсоэффективности технологических процессов литья. Все это будет включать: технологическую эффективность, непосредственно расчетный экономический эффект и экологическую эффективность.

Технологическая эффективность будет определяться по результатам увеличения связующей способности, и обеспечения технологичности производства отливок (увеличение сроков и упрощение режимов хранения, снижение цикла отверждения, улучшение технологических показателей смесей в процессе их приготовления).

Экономическая эффективность определится за счет ценовой разницы между ЛСТ и масляными связующими КО или УСК.

Выводы. Таким образом, в результате перехода на использование связующих на основе ЛСТ в технологических процессах литья на примере производства мелкого чугунного фасонного литья можно добиться повышения ресурсоэффективности технологии за счет улучшения технологических, экономических и экологических показателей. На основе созданных и предложенных к применению литейных связующих, разработаны составы стержневых смесей позволяющих снизить объем токсичных газовых выбросов по сравнению со смесями на основе известных и применяемых связующих типа КО или УСК в 2,7–14 раз, ввести содержание вредных веществ в газовых выбросах до уровня ПДК. Это стало возможным за счет использования в составе смеси экологически чистых связующих материалов на основе ЛСТ, с повышенной связующей способностью.

#### Список литературы

1. Формовочные материалы и смеси / С. П. Дорошенко, В. П. Авдокушин, К. Русин, И. Мацишек. — К. : Вища школа ; Прага : СНТЛ, 1990. — 415 с.
2. Шинский, О. И. Экология, техника и экономика литейного производства Украины / О. И. Шинский // 3-ий международный промышленный инвестиционный форум : инвестиционный бюллетень. — Запорожье : Торгово-промышленная палата. — 2012. — 34–36 с.
3. Литейные связующие в массовом производстве : каталог / Б. Л. Суворов, Р. И. Оглоблина, Е. С. Коравоев [и др.]. — Свердловск : ВНИИОТ ВЦСПС, — 1987. — 36 с.
4. Инженерная экология литейного производства : учеб. пособ. / А. Н. Болдин, А. И. Яковлев, С. Д. Тепляков ; под общ. ред. А. Н. Болдина. — М. : Машиностроение, 2010. — 352 с.
5. Евстифеев, Е. Н. Разработка малотоксичных связующих материалов и ресурсосберегающих смесей на их основе для усовершенствования технологий изготовления литейных стержней и форм при производстве отливок : автореф. ... д-ра техн. наук : 05.16.04 / Е. Н. Евстифеев. — Ростов н/Д, 2007. — 20 с.
6. Svinoroev, Yu. Problems and perspectives of development and application of binding agents based on products of vegetable raw materials processing / Yu. Svinoroev, V. Kostrub // Teka commission of motorization and power industry in agriculture Lublin university of technology Volodymyr Dal East-Ukrainian national university of Lugansk. — Lubin, 2010. — Vol. XV. — P. 270–278.
7. Gutko, Yr. Theoretical aspects and practical recommendations for use of methods of binding materials modification and mechanical treatment to solve technological and ecological production problems / Yr. Gutko, Yu. Svinoroev, V. Kostrub // Teka commission of motorization and energetic industry in agriculture Lublin university of technology Volodymyr Dal East-Ukrainian national university of Lugansk. — Lubin, 2012. — Vol. 12. — № 3. — P. 51–57.
8. Свинороев, Ю. А. О потенциале применения лигносульфонатов в качестве связующих / Ю. А. Свинороев, Р. Бэр, Ю. И. Гутько // Литейное производство. — 2016. — № 12. — С. 18–21.