

Свинороев Ю.А., Бэр Р., Гутько Ю.И.

**НОВЫЙ ЛИТЕЙНЫЙ СВЯЗУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ НА
ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЛИГНОСУЛЬФОНАТОВ, КАК
ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ ЛИТЬЯ**

Svinoroev Yu.A., Ber R., Gutko Yu.I.

**NEW CASTING CONNECTIVE MATERIAL ON THE BASIS
OF TECHNICAL LIGNOSULFANATES AS AN
INSTRUMENT OF RESOURCE EFFECTIVE INCREASE
OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF CASTING**

Практика работы литейного производства показывает, что 80% литья производится в разовых песчаных формах. Определяющим показателем эффективности этого процесса является качество литейной формы, которое, в свою очередь, определяется качеством формовочных материалов применяющихся для её изготовления. 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 выступить 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.

Введение

Литейное производство является сложным многоступенчатым технологическим комплексом. Его эффективная работа по выпуску качественных отливок определяется 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

Украине и 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.

Цель

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.

Результаты исследований

Украина гарантированно производит 1 млн. тонн литья в год, что в денежном эквиваленте составляет 15 млрд. грн. По прогнозу Ассоциации литейщиков Украины к 2020 году объем производства машиностроительной продукции в стране возрастет в три раза и для обеспечения его заготовками потребуется производить 2,5 млн. тонн литья. Это означает, что литейщики смогут производить продукции на 37,5 млрд. грн. Будут созданы дополнительно 150 тыс. рабочих мест, что очень важно для роста занятости населения. Кроме того, работой в отрасли будут обеспечены сотни ученых. Из этих 37,5 млрд. грн. 10 останутся в бюджете нашего государства [2].

Такие перспективы 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, безопас-

ность 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) [3,4,5].

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 [1,2,3,4,5,6,7] 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) [3,5,6,7].

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.

В работах [6,7] 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 (380-400⁰С) 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 расчётный 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.

Характеристики повышения ресурсоэффективности литейной технологии показаны на примере производства мелкого фасонного литья за счет использования ЛСТ (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Характеристики повышения ресурсоэффективности технологии производства мелкого фасонного литья за счет использования ЛСТ

№	Направление		
1	Технологическая эффективность, за счет улучшения показателей качества связующего материала (ЛСТ)		
	Показатели качества	до обработки	после обработки
	Абсолютный показатель прочности, МПа	0,3 - 0,5	2,5 - 3,0
	Удельный показатель прочности, МПа/%	0,05 – 0,07	0,5 – 0,7
	Эффект увеличения связующей способности, кратность	в 7 - 10 раз	
	Сравнение с конкурентами: удельный показатель прочности для конкурирующих марок связующих материалов, МПа / %	КФ-МТ: 0,7 - 1,0 КО: 0,5 - 0,7 УСК: 0,5 - 0,7	
2	Экономический эффект, достигаемый за счет снижения расходов на связующие материалы		
	1. Исходные данные:		
	1) компоненты состава смеси, за счет которых достигается снижение расходов:		
	базовый вариант применения: ЛСТ- 4,5 % , КО – 4,0 %	предлагаемый вариант применения: ЛСТ- 4,0 % , КО – 0,8 %	
	2) необходимые годовые потребности связующего материала и его стоимость:		
	базовый вариант применения: ЛСТ – 225тонн в год - 2160 грн/т; КО – 200 тонн в год – 6512 грн/т.	предлагаемый вариант применения: ЛСТ – 400тонн в год - 2160 грн/т; КО – 40 тонн в год – 6512 грн/т.	
	2. Расчет годового экономического эффектат (\mathcal{E}_r): $\mathcal{E}_r = \mathcal{E}_{r \text{ вал}} - \Sigma \mathcal{Z}_i = (\Sigma M_{i \text{ баз}} - \Sigma M_{i \text{ предл}}) - \Sigma \mathcal{Z}_i ;$ где, $\Sigma M_{i \text{ баз}}$ - потребность в связующем при работе по базовому варианту; $\Sigma M_{i \text{ предл}}$ - потребность в связующем при работе по предлагаемому варианту; $\Sigma \mathcal{Z}_i$ - объём затрат на внедрение, принимаем 10% от валового экономического эффекта (без учета затрат на внедрение) – $0,1(\Sigma M_{i \text{ баз}} - \Sigma M_{i \text{ предл}})$. Рассчитаем валовый экономический эффект, без учета затрат: $\mathcal{E}_{r \text{ вал}} = (200 \times 6512 + 225 \times 2160) - (40 \times 6512 + 200 \times 2160) = 1095920$ грн. в год. Экономический эффект с учетом затрат на внедрение составит: $\mathcal{E}_r = 1095920 - 0,1 \times 1095920 = 986328$ грн. в год.		
	3. Экономический эффект 986328 грн. в год.		

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. Ожидает-

мый экономический эффект, лишь от замены масляных связующих на ЛСТ составит 986328 грн. в год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Формовочные материалы и смеси / [Дорошенко С.П., Авдокушин В.П., Русин К., Мацешек И.]. – К. : Вища школа, 1990; Прага: СНТЛ, 1990. – 415 с.
2. Шинский О.И. Экология, техника и экономика литейного производства Украины / Шинский О.И. // 3-ий Международный промышленный инвестиционный форум: инвестиционный бюллетень – Запорожье: изд. Торгово-промышленная палата, 2012. – 34-36 с.
3. Литейные связующие в массовом производстве : каталог / [Суворов Б.Л., Оглоблина Р.И., Коравоев Е.С. и др.] – Сverdlovsk : ВНИИОТ ВЦСПС. – 1987. – 36 с.
4. 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.
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. на соискание уч. степени доктора техн. наук : спец. 05.16.04 - Литейное производство / Е. Н. Евстифеев. – Ростов на Дону, 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, Volume XB, Lublin, 2010. – p. 270 – 278.
7. Gutko Yu. Theoretical aspects and practical recommendations for use of methods of binding materials modification and mechanical treatment to solve technological and ecological production problems / Yu. 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. – Lublin, Vol. 12. No. 3, 2012. – p. 51 – 57.

REFERENCES

1. Form materials and mixtures / [Doroshenko S.P., Avdokushin V.P., Rusin K.K., Macishek I.]. – K.: Vischa school, 1990; Prague: SNTL, 1990. – 415 p.
2. Shinskiy O. I. Ecology, technique and economy of casting production of Ukraine / Shinskiy O. I. // The 3-rd International industrial investment forum: an investment bulletin. – Zaporozhia: publ. Commercial and industrial chamber, 2012. – 34-36 p.
3. Castings connectives in a mass production: catalogue / [Suvorov A.E., Ogloblina R.I., Koravoev E.S. and other]. – Sverdlovsk: VNIOT VCSPS. – 1987. – 36 p.
4. Engineering ecology of casting production : Textbook / [A.N. Boldin, I. I. Yakovlev, S. A. Teplyakov]; under reduction A.N. Boldin – Moscow.: Engineer, 2010. – 352 p.

5. Evstifeev E.N. Development of low toxic connective materials and resource saving mixtures on their basis for the improvement of technologies of making of castings bars and forms at the founding production: avtoreferat. on the competition of degree of doctor of technical sciences : speciality 05.16.04 the «Casting production» / E.N. Evstifeev. – Rostov-on-Don, 2007. – 20 p.
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, Volume XB, Lublin, 2010. – p. 270- 278.
7. Gutko Yu. Theoretical aspects and practical recommendations for use of methods of binding materials modification and mechanical treatment to solve technological and ecological production problems / Yu. 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. – Lublin: Vol. 12. No. 3, 2012. – p. 51 – 57.

Свиноросв Ю.О., Бер Р., Гутько Ю.І. Новий ливарний зв'язуючий матеріал на основі технічних лігносульфонатів, як інструмент підвищення ресурсоефективності технологічних процесів литва.

Використання технічних лігносульфонатів, з застосуванням методів підвищення зв'язуючої здатності, є ефективним інструментом удосконалення технологічних процесів литва. Такий підхід дозволяє комплексно розв'язувати питання ресурсоефективності та екології ливарного виробництва, оскільки розширення застосування лігносульфонатів дозволяє скоротити використання у виробництві дорогих за ціною та небезпечних за екологічними характеристиками синтетичних смол та масляних зв'язуючих матеріалів. Визначена ефективність застосування такого підходу на прикладі технології виготовлення чавунного фасонного литва.

Ключові слова: ливарне виробництво, ресурсоефективність, зв'язуючі матеріали, технічні лігносульфонати, екологічні показники, зв'язуюча спроможність, ливарна форма.

Svinoroev Yu.A., Ber R., Gutko Yu.I. New casting connective material on the basis of technical lignosulfonates, as an instrument of resource effective increase of technological processes of casting.

The purpose of the work is investigating possibilities of increasing the resource effectiveness of casting production due to application of connective materials on the basis of technical lignosulfonates (LST). The problem of complex estimation of the LST application in the technological processes of casting have examined with taking into account technological, economic and ecological aspects.

Methods of increasing the binding capability of technical lignosulfonates are the effective instrument of the lithium technological processes' perfection. They allow to solve in complex the ecological and resource-saving problems, because the extension of lignosulfonates' usage allows reducing of the expensive and ecologi-

cally dangerous synthetic of resins and oily binds for industrial usage. In this connection it is essential to evaluate the effectiveness of impact methods on lignosulfonates for their binding capability's raising for practical application of these instruments in the production of casting.

It has established that as a result of implementation of connective material on the basis of LST in the technological processes of casting it is possible to obtain the substantial increasing of resource effective technology due to improvement of technological, economic and ecological indexes. The economic effect from application of new connective material on the basis of LST in technology of production of the cast-iron shaped casting made 986328 UAH per year.

The approach of complex problems solution for resource effective technologies of casting have suggested with application of new connective material on the basis of technical lignosulfonats with using of methods for increasing of their connective ability. It has shown that replacement of connective materials leads to declining of prime price of casting, improvement of sanitary-hygienical conditions of labour and improvement of ecological situation on an enterprise.

Keywords: *casting production, resource effectiveness, connecting material, technical lignosulfonats, ecological indexes, connective possibility, casting form.*

Свинороев Ю.А. – доцент Краснодарского факультета инженерии и менеджмента Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля, г. Краснодар,
e-mail: desna.us@yandex.ru,

Бэр Рюдигер - д-р техн. наук, профессор Магдебургского университета имени Отто – фон – Гюрике, г. Магдебург,
e-mail: lit@snu.edu.ua,

Гутько Ю.И. – д-р техн. наук, профессор Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск,
e-mail: lit@snu.edu.ua