

- khsloinogo gorizontal'nogo slitka dlia proizvodstva bimetallicheskogo lista [Features of crystallization and quality of two-layer horizontal ingot for the production of bimetallic sheet]. *Visnik Priazovs'kogo Derzhavnogo Tekhnichnogo Universitetu – Reporter of the Priazovskyi State Technical University*, 2001, vol.11, pp. 70-74. (Rus.)
6. Chepurnoj A.D. Puti sovershenstvovaniia elektroshlakovoi tekhnologi v proizvodstve otechestvennykh izdelii mashinostroeniia [Ways to improve electroslag technology in the production of domestic mechanical engineering products]. *Visnik Priazovs'kogo Derzhavnogo Tekhnichnogo Universitetu – Reporter of the Priazovskyi State Technical University*, 1999, vol. 7, pp. 32-39. (Rus.)
 7. Voronov V.A., Jakovlev N.F., Prohorov A.N., Strigachev E.M. Vliianie aliuminiia i kremniia na elektroprovodnost' ftoridnooskidnykh shlakov [The influence of aluminum and silicon on the electrical conductivity of fluoride oxide slags]. *Izvestiia Akademii nauk SSSR. Metally – Bulletin of the USSR Academy of Sciences. Metals*, 1979, no. 5, pp. 60-63. (Rus.)
 8. Paton B.E., Medovar B.I. *Elektroshlakovyi metall* [Electroslag metal]. Kyiv, Naukova dumka Publ., 1981. 680 p. (Rus.)
 9. Latash Yu.V., Zhdanovskii A.A., Fetisov T.Ya. Issledovanie fiziko-khimicheskikh svoystv flusov sistemy CaF₂-CaO-Al₂O₃-SiO₂, primeniemykh pri EShO i EShR [Investigation of the physico-chemical properties of fluxes of the CaF₂-CaO-Al₂O₃-SiO₂ system used in EShO and EShR]. *Spetsial'naiia elektrometallurgiiia – Special electrometallurgy*, 1977, no. 34, pp. 51-55. (Rus.)
 10. Paton B.E., Medovar B.I. *Elektroshlakovaia tekhnologiia za rubezhom* [Electroslag technology abroad]. Kyiv, Naukova dumka Publ., 1982, 320 p. (Rus.)
 11. Lopaev B.E., Plyshevskij A.A., Stepanov V.V. Ob elektroprovodnosti rasplavlennykh flusov dlia elektroshlakovogo pereplava i podogreva [On the electrical conductivity of molten fluxes for electroslag remelting and heating]. *Avtomaticheskaiia svarka – Automatic Welding*, 1966, no. 1, pp. 31-34. (Rus.)
 12. Korsunskij M.M. Chetyrekhelektroodnyi metod izmereniia elektroprovodnosti provodiashchikh zhidkostei i gazov pri vysokikh davleniiakh i vysokikh temperaturakh [Four-electrode method for measuring the conductivity of conductive liquids and gases at high pressures and high temperatures]. *Teplofizika vysokikh temperature – High Temperature*, 1979, vol.17, no. 2, pp. 386-388. (Rus.)

Рецензент: В.О. Маслов
д-р техн. наук, проф., ДВНЗ «ПДТУ»

Стаття надійшла 16.03.2021

УДК 621.742.4

doi: 10.31498/2225-6733.42.2021.240588

© **Большаков Л.А.**¹, Дан Л.О.², Трофімова Л.О.³

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФОРМУВАЛЬНИХ СУМІШЕЙ, ЩО МІСТЯТЬ ЛІГНОСУЛЬФОНАТИ ТА ПОЛІЕТІЛЕНПОЛІАМІН

В роботі розглянуті результати досліджень комплексу властивостей формувальних сумішей, що містять в якості сполучного лігносульфонати технічні в поєднанні з поліетиленполіаміном.

Ключові слова: *формувальна суміш, сполучне, лігносульфонати, поліетиленполіамін, міцність.*

¹ канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь

² канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, trofimova.pstu@gmail.com

³ канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, trofimova.pstu@gmail.com

L.A. Bolshakov, L.O. Dan, L.O. Trofimova. *The study of the properties of moulding sands containing lignosulfonates and polyethylenepolyamine.* The experience of foundry shows that the quality of castings, manufactured in sand moulds, directly depends on the properties of moulding and core sands. These properties depend on the type and characteristics of the binding materials. None of the existing sands compositions provide an ideal combination of properties. Therefore, you have to look for all new alternatives. Technical lignosulfonates have been used for a long time as an inexpensive binder. Based on literary data, the conclusion has been made that lignosulfonates have not found wide use as an independent binder in moulding sands due to low strength of sands in the dried state. As an additional component improving the binding properties of lignosulfonates, the authors have proposed to use polyethylenepolyamine. In the process of research, a high-strength binder based on technical lignosulfonates and high molecular weight polyethylenepolyamine has been developed. A complex of physical, mechanical and technological properties of the binder, as well as the strength properties of moulding sands prepared on its basis, has been investigated. It has been shown that the experimental sands have strength characteristics both in the green and in the dried state of 6-10 times higher as compared to the sands containing lignosulfonates only. In doing so, high dry strength values are achieved at a relatively low drying temperature (180°C), both for sands without clay, and for the ones containing clay. Based on this, it has been concluded that it is possible to reduce the amount of the binding in the sands to achieve the optimal level of their strength properties. The achieved results, if introduced into production, will make it possible to increase not only the geometric accuracy of castings and the surface quality, but also to reduce the costs of knocking off and cleaning operations as well.

Keywords: molding sand, binder, lignosulfonates, polyethylenepolyamine, strength.

Постановка проблеми. Якість виливків в рівній мірі залежить як від якості ливарної форми, так і від якості рідкого металу, що заливають в цю форму.

Тому зазвичай вважають, що суттєвим резервом підвищення якості виливків, отриманих в піщано-глинисті форми, є поліпшення властивостей формувальних матеріалів, які використовуються для їх виготовлення. Серед властивостей, що визначають якість сирих ливарних форм, найбільш значима міцність на стиск, а для сухих – міцність при розтягуванні. Ливарні форми і стрижні повинні мати певну міцність і не руйнуватися під впливом власної ваги і різних навантажень під час збірки і транспортування. Під час заливки форма повинна витримувати статичний і динамічний тиск струменя металу.

Жодна з існуючих систем сполучних такі характеристики не забезпечує в повній мірі. Недосконалість відомих рішень змушує шукати все нові і нові варіанти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В якості самостійного сполучного теплового твердіння лігносульфонати (ЛСТ) не знайшли широкого застосування тому що не забезпечують високу міцність форм і стержнів у твердому стані. Сполучні властивості ЛСТ можна поліпшити, якщо поєднати їх з іншими сполучними [1].

Високомолекулярний поліетиленполіамін з молекулярною масою 10000-20000 (див. рис. 1) володіє гарною сполучною здатністю, тому може бути використаний для протипригарних покриттів, стрижневих і формувальних сумішей. Він вступає з лужними лігновмісткими речовинами в хімічну взаємодію і утворює після видалення вологи в процесі сушіння міцну плівку комплексного сполучного [1-5].

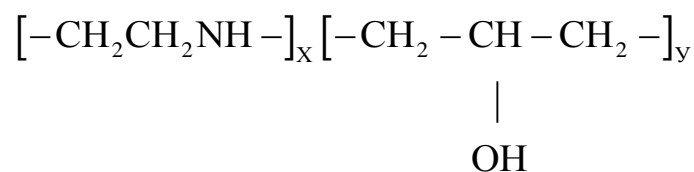


Рис. 1 – Структурна формула поліетиленполіаміну; співвідношення x:y = від 5:1 до 2:1

Мета статті. Метою цієї роботи було дослідження властивостей сполучних, що містять, окрім лігносульфонатів, високомолекулярні органічні компоненти, і формувальних сумішей на їх основі.

Виклад основного матеріалу. У процесі роботи було розроблено високоміцне сполучне на основі технічних лігносульфонатів і високомолекулярного поліетиленполіаміну. Таке сполучне можна використовувати при виготовленні протипригарних покриттів, стрижневих і формувальних сумішей [6].

Для випробування приготували п'ять варіантів сполучних матеріалів з різними масовими співвідношеннями поліетиленполіаміну і лігносульфонатів технічних, причому полімери відрізнялися молекулярною масою, а лігносульфонати – вмістом їдкого натру.

Вміст лужних лігносульфонатів коливався від 90% мас. в сполучному №1 до 10% мас. в сполучному №5. Самі ж лужні лігносульфонати отримували шляхом змішування лігносульфонатів технічних зі лугом у співвідношенні від 80:20 в сполучному №1 до 90:10 в сполучному №5.

Вміст високомолекулярного поліетиленполіаміну змінювали в межах від 10% мас. в сполучному №1 до 90% мас. в сполучному №5; молекулярну масу поліетиленполіаміну збільшували від 10000 в сполучному №1 до 20000 в сполучному №5.

Вивчено основні показники фізичних властивостей отриманих сполучних.

1. Зовнішній вигляд. Сполучні всіх складів представляли собою однорідну рідину кольором від темно-коричневого (склад №1) до світло-коричневого (склад №5).

2. Вміст сухих речовин зменшувалася від сполучного №1 до сполучного №5 в інтервалі 48,0-32,0%.

3. Вміст золи і вміст нерозчинних у воді речовин до маси сухих речовин відповідно зменшувався від 35,4% до 5,9% і від 0,5% до 0,1%.

4. Умовна в'язкість по віскозиметру ВЗ-4 зменшувалася від 650 секунд у сполучного №1 до 150 секунд у сполучного №5.

5. Зі зменшенням вмісту їдкого натру в сполучному зменшувалася його рН від 10,5 до 9,5 од.

6. Щільність сполучних від №1 до №5 при 20°C знижувалася від 1250 до 1150 кг/м³.

Підготовлені дослідні сполучні матеріали були використані при приготуванні стрижневих сумішей наступного складу (мас.%): 100,0 – кварцовий пісок; 5,0 – дослідне сполучне (понад 100). Для порівняння приготували суміш, що містить (мас.%): 97,0 – кварцовий пісок; 3,0 – глина формувальна; 5,0 – дослідне сполучне (понад 100); 1,0 – вода (понад 100).

Випробування механічних властивостей сумішей проводили на стандартних зразках в сиromу і сухому стані (сушка при 180°C протягом 1 години).

Основні показники міцності властивостей отриманих сумішей (див. рис. 2 і рис. 3).

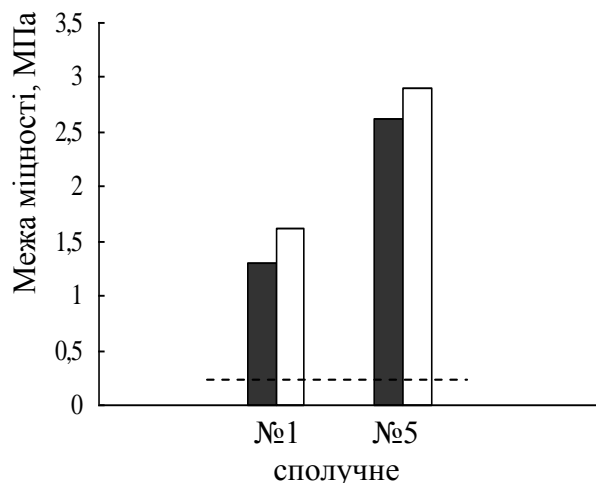


Рис. 2 – Міцність при розтягуванні зразків дослідних сумішей в сухому стані: ■ – з глиною; □ – без глини; - - - - - рівень міцності сумішей з лігносульфонатами

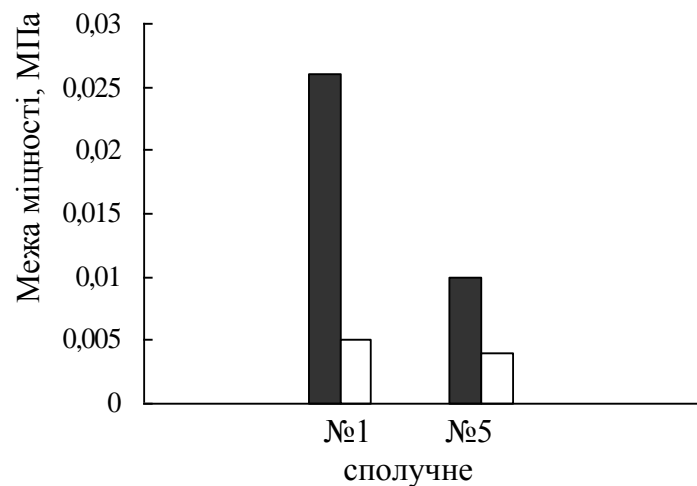


Рис. 3 – Міцність при розтягуванні зразків дослідних сумішей в сирому стані: ■ – з глиною; □ – без глини

Міцність сумішей на розтягнення в сухому стані з глиною і без глини при введенні сполучного №1 відповідно становила 1,31 і 1,62 МПа, а сполучного №5 – 2,61 і 2,90 МПа. Міцність суміші на стиск в сирому стані з глиною і без глини відповідно склала 0,026 і 0,005 МПа для сполучного №1 і 0,010 і 0,004 МПа для сполучного №5.

Висновки

Дослідження, що були проведені, показали, що міцність зразків в сухому стані при використанні дослідного сполучного на порядок вище, ніж при використанні тільки лігносульфонатів [7]. Високі показники міцності в сухому стані досягаються при порівняно низькій температурі сушки (180°C), причому як для сумішей без глини, так і для сумішей з глиною. Міцність на розрив сумішей з добавкою глини в 3-6 разів вище, а сумішей без глини – в 6-10 разів вище, ніж в сумішах з лігносульфонатами [7]. Більш висока міцність сумішей в сухому стані дозволяє знизити розхід сполучних матеріалів, одержувати виливки підвищеної геометричної точності, знизити кількість браку через засмічення, обвали форм і тріщини, підвищити продуктивність праці на фінішних операціях очищення виливків.

Перелік використаних джерел:

1. Белый Г.В. Стержневые смеси на основе связующих лигносульфонатов / В.Г. Белый, В.М. Момот, Е.А. Белобров // Литейное производство. – 1983. – № 11. – С. 14-15.
2. Евстифеев Е.Н. Полимерные связующие материалы на базе технических лигносульфонатов / Е.Н. Евстифеев, Г.И. Рассохин // Прогрессивные полимерные материалы, технология их переработки и применение: тезисы докл. Всерос. науч.-техн. конф. – Ростов-на-Дону, 1995. – С. 52-53.
3. Влияние режимов тепловой обработки на связующие свойства лигносульфонатов с различными основаниями / А.Е. Спасский, Ю.П. Васин, Л.А. Сидоренкова, Я.И. Гельбштейн // Литейное производство. – 1980. – № 8. – С. 11-14.
4. Свинороев Ю. А. Методология разработки новых связующих материалов на основе технических лигносульфонатов / Ю.А. Свинороев // Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2007. – № 1 (107). – С. 404-410.
5. Вспомним забытые технологии: стержневые смеси на основе модифицированных лигносульфонатов технических и гидрофобных связующих / Е.А. Белобров, О.Л. Карпенкова, Л.Е. Белобров, Е.Л. Белобров // Литье Украины. – 2017. – № 1 (197). – С. 14-18.
6. Большаков Л.А. Высокомолекулярные органические полимеры и лигносульфонаты в связующих материалах. Сообщение 1. Физические свойства связующих с лигносульфонатами и полиэтиленполиамидами / Л.А. Большаков, Л.А. Трофимова // Университетская

наука – 2012: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. / ПГТУ. – Мариуполь, 2012. – Т. 1. – С. 134-135.

7. Большаков Л.А. Высокомолекулярные органические полимеры и лигносульфонаты в связующих материалах. Сообщение 2. Прочностные свойства формовочных смесей с лигносульфонатами и полиэтиленполиамидами / Л.А. Большаков, Л.А. Трофимова // Университетская наука – 2012 : тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. / ПГТУ. – Мариуполь, 2012. – Т. 1. – С. 135-136.

References:

1. Belyiy V.G., Momot V. M., Belobrov E. A. Sterzhnevyye smesi na osnove svyazuyuschih lignosulfonатов [Core sands based on binding lignosulfonates]. *Liteynoe proizvodstvo – Foundry*, 1983, no. 11, pp. 14-15. (Rus.)
2. Evstifeev E.N., Rassohin G.I. Polimernye svyazuiushchie materialy na baze tekhnicheskikh lignosul'fonatov. *Tezisi dokladov Vseros. nauch.-tehn. konf. «Progressivnyie polimernyye materialy, tehnologiya ih pererabotki i primenenie»* [Polymer binders based on technical lignosulfonates. Abstracts reports of All-Russian Scientific and Technical Conference «Progressive Polymer Materials, Processing and Application Technology»]. Rostov-na-Donu, 1995, pp. 52-53. (Rus.)
3. Spasskiy A.E., Vasin Yu.P., Sidorenkova L.A., Gelbshteyn Ya.I. Vliyanie rezhimov teplovoy obrabotki na svyazuyushchie svoystva lignosulfonатов s razlichnyimi osnovaniyami [The effect of thermal processing modes on the binding properties of lignosulfonates with various bases]. *Liteynoe proizvodstvo – Foundry*, 1980, no. 8, pp. 11-14. (Rus.)
4. Svinoroev Yu. A. Metodologiya razrabotki novyih svyazuyuschih materialov na osnove tekhnicheskikh lignosulfonатов [Methodology for the development of new binding materials based on technical lignosulfonates]. *Visnik shidnoukrainskogo natsionalnogo unIversitetu Imeni Volodimira Dalya – Bulletin of the East Ukrainian National University named after Vladimir Dahl*, 2007, no. 1, pp. 404-410. (Rus.)
5. Belobrov E.A., Karpenkova O.L., Belobrov L.E., Belobrov E.L. Vspomnim zabyityie tehnologii: sterzhnevyye smesi na osnove modifitsirovannyih lignosulfonатов tekhnicheskikh i gidrofobnyih svyazuyuschih [Recall the forgotten technologies: rod mixtures based on modified lignosulfonates of technical and hydrophobic binders]. *Lit'e Ukrainy – Foundry of Ukraine*, 2017, no. 1 (197), pp. 14-18. (Rus.)
6. Bolshakov L.A., Trofimova L.A. Vysokomolekuliarnyye organicheskie polimery i lignosul'fonaty v svyazuiushchikh materialakh. Soobshchenie 1. Fizicheskie svoystva svyazuiushchikh s lignosul'fonatami i poli-etilenpoliaminami. *Tezisi dokladov Mezhd. nauk. tehn. konf. «Universitetskaia nauka»* [High molecular weight organic polymers and lignosulfonates in binding materials. Message 1. The physical properties of binders with lignosulfonates and polyethylenepolyamines. Abstracts of Int. Sci.-Pract. Conf. «University science»]. Mariupol, 2012, vol. 1, pp. 134-135. (Rus.)
7. Bolshakov L.A., Trofimova L.A. Vysokomolekuliarnyye organicheskie polimery i lignosul'fonaty v svyazuiushchikh materialakh. Soobshchenie 2. Prochnostnye svoystva formovochnykh smesei s lignosul'fonatami i polietilenpoliaminami. *Tezisi dokladov Mezhd. nauk. tehn. konf. «Universitetskaia nauka»* [High molecular weight organic polymers and lignosulfonates in binding materials. Message 2. The strength properties of molding mixtures with lignosulfonates and polyethylene polyamines. Abstracts of Int. Sci.-Pract. Conf. «University science»]. Mariupol, 2012, vol. 1, pp. 135-136. (Rus.)

Рецензент: Л.І. Тарасюк
канд. техн. наук, доц., ДВНЗ «ПДТУ»

Стаття надійшла 30.04.2021