

Исследование возможности применения моделей комплексного состава в технологии литья по газифицируемым моделям

¹***КОВАЛЁВА Татьяна Викторовна**, магистр, старший научный сотрудник, преподаватель, sagilit@mail.ru,

¹**ИСАГУЛОВ Аристотель Зейнуллинович**, д.т.н., профессор, aristotel@kstu.kz,

¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Изучалась возможность применения моделей комплексного состава в технологии литья по газифицируемым моделям. Проведено математическое планирование эксперимента с целью определения оптимального соотношения между литейным и строительным пенополистиролом. Проведены эксперименты по определению зависимости шероховатости отливки от состава модели и толщины антипригарного покрытия, а также зависимости газопроницаемости модели от толщины антипригарного покрытия. Изучено поведение пенополистирола при различных температурах и времени воздействия. Выбран состав моделей, состоящий из 60% литейного и 40% строительного пенополистирола.

Ключевые слова: литье по газифицируемым моделям, пенополистирол, модель, отливка, шероховатость, противопригарное покрытие, газопроницаемость.

Введение

По данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан [1], индекс промышленного роста в металлургическом производстве страны за период 2022 к 2021 году составил 104,6, что говорит о росте объёмов производства металлов, сплавов и готовых изделий из них.

На территории Республики Казахстан наиболее укоренившимися видами литья являются литье в песчано-глинистые формы, а также литье по газифицируемым моделям, которое начало развиваться буквально в последние десятилетия.

Несомненным преимуществом литья по газифицируемым моделям являются высокая чистота поверхности готовой продукции, высокий процент годного литья, возможность получения отливок сложной геометрии.

Недостатками являются то, что для каждой отливки должна быть изготовлена модель, которая подвергается полной деструкции в процессе литья, высокая стоимость пенополистирола в пересчете на тонну годного литья [2-4].

Еще одним недостатком литья по газифицируемым моделям является то, что литейный полистирол имеет более высокую стоимость по сравнению со строительным. Кроме того, ввиду большого объема строительства на территории

Казахстана существует проблема утилизации отходов строительного пенополистирола, отходы которого неизбежно возникают при строительстве жилых зданий и сооружений.

Экспериментальная часть и обсуждение результатов

Для изучения условий опытов по определению состава модели и их числа было проведено математическое планирование по методике Малышева В.П. [5].

За функции отклика выбрали величины шероховатости отливки и пригара на ней из стали 20 ГСЛ, изготовленной методом ЛГМ в зависимости от содержания строительного пенополистирола (x_1) и толщины противопригарной краски на модели (x_2), а также вакантных факторов (x_3, x_4, x_5, x_6). Для каждого из факторов принято количество уровней, равное 5.

При исследовании влияния процентного содержания пенополистиролов различных марок и толщины противопригарного покрытия были выбраны следующие пределы:

- для строительного пенополистирола от 10 до 90%;
- толщина противопригарного покрытия от 1,25 мм до 2,25 мм.

Использовали шестифакторный план экспе-

римента. Контролируемым первичным показателем являлась шероховатость отливки, а вторичным – уровень пригара.

Шероховатость отливки является одним из главных показателей качества поверхности, в местах контакта деталей излишняя шероховатость поверхности будет способствовать увеличению трения между рабочими поверхностями [6-8], а также увеличивать вероятность хрупкого разрушения, так как в данных местах будет наблюдаться большая концентрация напряжений.

Проводили серию экспериментов определения шероховатости отливок изготовленных с помощью моделей различного состава. Для этого после остывания отливки из нее вырезались цилиндрические образцы, определялась их шероховатость. Шероховатость образцов определяли прибором TR 100 согласно ГОСТ 2789-73.

Были построены графики, описывающие зависимость шероховатости отливки от содержа-

ния строительного пенополистирола в модели (рисунок 1). Из графика следует, что наиболее оптимальным составом модели является соотношение 60% литейного к 40% строительного пенополистирола.

Изучали процесс выгорания комплексных моделей из полистирола с добавлением гранул строительного полистирола. Для этого образец, массой 0,5 г, вырезанный из модели отливки, помещали в термическую печь. Длительность выдержки 30 секунд при температурах 200° и 850°. После этого тигель с остатками образца извлекался из печи и взвешивался. За сухой остаток принимали разницу между весом тигля с остатками образца и без него (рисунок 2).

Очевидно, что при относительно низких температурах воздействия (200-400°С), полистирол плавится и спекается, а при высоких температурах выгорает, оставляя золу.

В виду того, что плотность строительного пе-



Рисунок 1 – График зависимости шероховатости отливки от содержания строительного пенополистирола



а



б



в

а – начальный образец; б – остаток образца после выдержки в печи при температуре 200°С, в – остаток образца после выдержки в печи при температуре 850°С

Рисунок 2 – Выдержка образца в печи при различных температурах

нополистирола больше, чем у литейного, при увеличении содержания строительного полистирола в модели, она выгорает с образованием большего количества золы. Влияние температуры воздействия на степень выгорания полистироловых моделей различного состава представлено на рисунке 3.

Далее определяли величину шероховатости отливки для моделей комплексного состава от толщины противопопригарной краски (рисунок 4). С увеличением толщины покрытия модели противопопригарной краской, шероховатость отливки уменьшается до определенных пределов, дальнейшее увеличение толщины покрытия не целесообразно, так как может вызвать ухудшение газопроницаемости.

Газопроницаемость определяет способность покрытия пропускать через себя газы, которые

возникают в процессе выжигания модели расплавом при заполнении формы. Если газопроницаемость будет недостаточна, то в готовой отливке будут наблюдаться различные газовые дефекты, появление которых можно было бы избежать, обеспечив правильный отвод газов из формы.

Для определения газопроницаемости использовали прибор для определения газопроницаемости 04315-М, из модели вырезали цилиндрический образец диаметром 50 мм с нанесенным на нем с обеих сторон покрытием.

Из графика следует, что с увеличением толщины покрытия газопроницаемость уменьшается, следовательно, для получения качественной отливки необходимо выбрать такую толщину покрытия, которая позволит получить отливку с заданной величиной шероховатости, не ухудшая при этом отвод газов из формы.

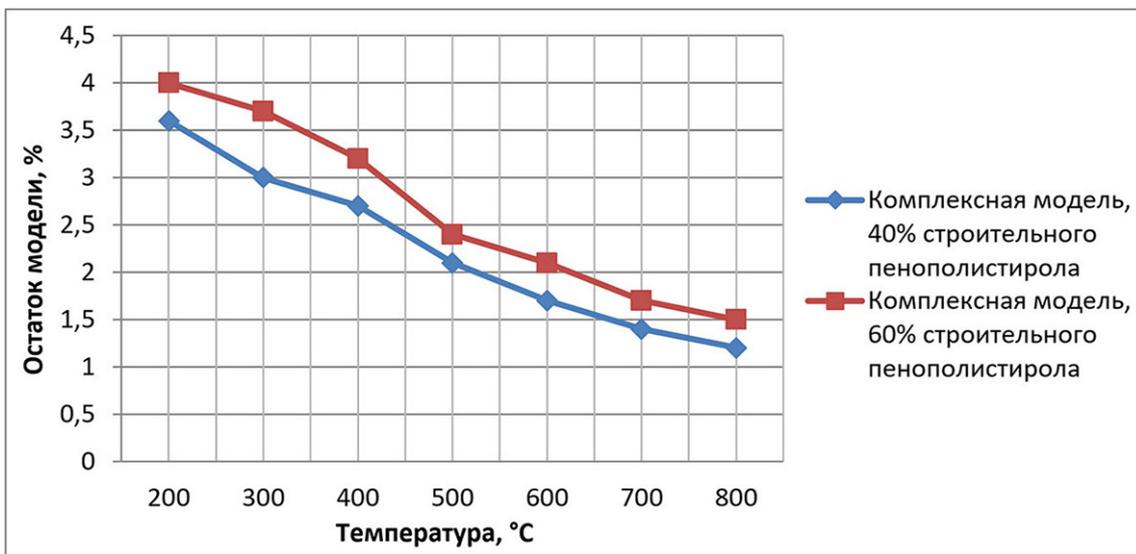


Рисунок 3 – Влияние температуры воздействия на степень выгорания полистироловых моделей

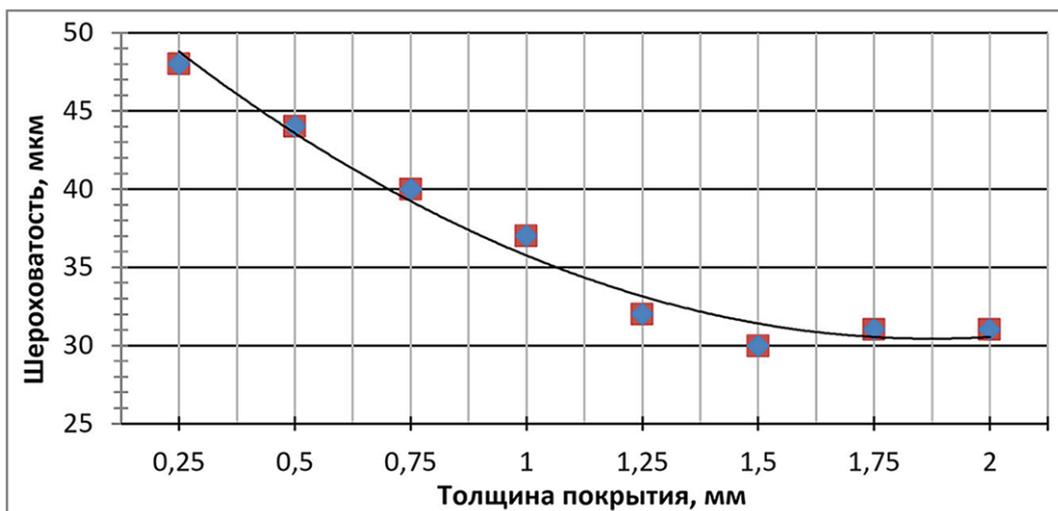


Рисунок 4 – График зависимости шероховатости отливки от толщины антипригарного покрытия

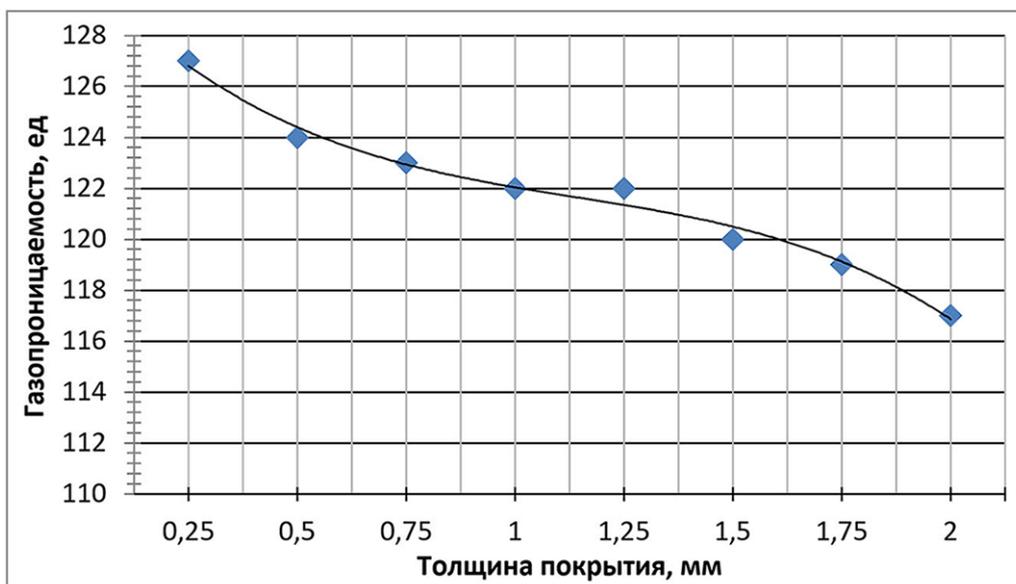


Рисунок 5 – График зависимости газопроницаемости от толщины антипригарного покрытия

Заключение

Проведенное математическое планирование эксперимента с целью определения оптимального соотношения между литейным и строительным пенополистиролом и серия экспериментов по определению зависимости шероховатости отливки от состава модели и толщины противопригарного покрытия, а также зависимости

газопроницаемости модели от толщины покрытия показали, что состав комплексной модели для обеспечения шероховатости отливки ($R_z = 30$ мкм) и технологически необходимого значения газопроницаемости (120 ед.) определяется соотношением 60% литейного к 40% строительного полистирола и толщиной покрытия 1,5 мм.

Данные исследования проведены в рамках реализации гранта Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан AP15473207 «Разработка технологии изготовления бездефектных гомогенных отливок литьем по газифицируемым моделям».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://stat.gov.kz/>
2. Issagulov A.Z., Kvon S.V., Kulikov V.Y., Aitbayev N.B. Studying microstructure of heat resistant steel deoxidized by barium ferrosilicon // Metalurgija (Zagreb, Croatia). 2016. Т. 55. No. 3. Pp. 388-390.
3. Куликов В.Ю., Квон С.С., Алина А.А. Определение оптимальных технологических параметров литейной формы // Литейное производство. 2022. № 6. С. 18-20.
4. Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Квон Св.С., Аринова С.К., Ковалёва Т.В. Влияние краски модели на качество поверхности отливок из жаропрочных сплавов // Вестник ВКГТУ. Усть-Каменогорск. 2017. № 4. С. 54-58.
5. Малышев В.П. Математическое планирование металлургического и химического эксперимента. – Алма-Ата: Наука, 1977. – 37 с.
6. Kvon S.S., Kulikov V.Y., Issagulov A.Z., Dostayeva A.M., Kovalyova T.V. Studying structure and properties of shaped ingots obtained in various conditions of crystallization // Metalurgija (Zagreb, Croatia). 2018. Т. 57. No. 4. Pp. 313-316.
7. Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Твердохлебов Н.И., Щербакоева Е.П., Ковалёва Т.В. Влияние краски на качество чугуновых и стальных отливок сложной конфигурации при ЛГМ // Литейное производство. 2015. № 7. С. 17-19.
8. Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Твердохлебов Н.И., Ковалёва Т.В. Литье по газифицируемым моделям в опоках с боковым и нижним забором воздуха // Там же. 2016. № 10. С. 22-25.

Газдандырылатын модельдер бойынша құю технологиясында кешенді құрам модельдерін қолдану мүмкіндігін зерттеу

¹***КОВАЛЁВА Татьяна Викторовна**, магистр, аға ғылыми қызметкер, оқытушы, sagilit@mail.ru,

¹**ИСАГУЛОВ Аристотель Зейнуллинович**, т.ғ.д., профессор, aristotel@kstu.kz,

¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Газдандырылатын үлгілер бойынша құю технологиясына кешенді құрамның үлгілерін қолдану мүмкіндігі зерттелді. Құю мен құрылыс полистиролының арасындағы оңтайлы қатынасты анықтау үшін экспериментті математикалық жоспарлау жүргізілді. Құйманың кедір-бұдырлығының модель құрамына және жабыспайтын жабынның қалыңдығына тәуелділігін, сондай-ақ модельдің газ өткізгіштігінің жабыспайтын жабынның қалыңдығына тәуелділігін анықтау бойынша эксперименттер жүргізілді. Полистирол көбігінің әр түрлі температура мен әсер ету уақытындағы әрекеті зерттелді. 60% құю және 40% құрылыс пенополистиролдан тұратын үлгілердің құрамы таңдалды.

Кілт сөздер: газдандырылатын модельді құю, полистирол көбік, модель, құю, кедір-бұдыр, жабыспайтын жабын, газ өткізгіштік.

Study of the Possibility of Application of Models of Complex Composition in the Technology of Casting on Gasified Models

¹***KOVALYOVA Tatyana**, Master, Senior Researcher, Teacher, sagilit@mail.ru,

¹**ISSAGULOV Aristotel**, Dr. of Tech. Sci., Professor, aristotel@kstu.kz,

¹NPJSC «Abylqas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

*corresponding author.

Abstract. The possibility of using models of complex composition in the technology of casting according to gasified models was studied. Mathematical planning of the experiment was carried out in order to determine the optimal ratio between foundry and building polystyrene foam. Experiments were carried out to determine the dependence of the roughness of the casting on the composition of the model and the thickness of the non-stick coating, as well as the dependence of the gas permeability of the model on the thickness of the non-stick coating. Studied the behavior of expanded polystyrene at different temperatures and exposure time. The composition of the models was chosen, consisting of 60% foundry and 40% building polystyrene foam.

Keywords: casting on gasified models, expanded polystyrene, model, casting, roughness, non-stick coating, gas permeability.

REFERENCES

1. <https://stat.gov.kz/>
2. Issagulov A.Z., Kvon S.V., Kulikov V.Y., Aitbayev N.B. Studying microstructure of heat resistant steel deoxidized by barium ferrosilicon // Metalurgija (Zagreb, Croatia). 2016. T. 55. No. 3. Pp. 388-390.
3. Kulikov V.Yu., Kvon S.S., Alina A.A. Opredelenie optimalnykh tekhnologicheskikh parametrov liteinoi formy // Liteinoe proizvodstvo. 2022. No. 6. Pp. 18-20.
4. Issagulov A.Z., Kulikov V.Yu., Kvon Sv.S., Arinova S.K., Kovalyova T.V. Vliianie kraski modeli na kachestvo poverkhnosti otlivok iz zharoprochnykh splavov // Vestnik VKGTU. Ust-Kamenogorsk. 2017. No. 4. Pp. 54-58.
5. Malyshev V.P. Matematicheskoe planirovanie metallurgicheskogo i khimicheskogo eksperimenta. – Alma-Ata: Nauka, 1977. – 37 p.
6. Kvon S.S., Kulikov V.Yu., Issagulov A.Z., Dostayeva A.M., Kovalyova T.V. Studying structure and properties of shaped ingots obtained in various conditions of crystallization // Metalurgija (Zagreb, Croatia). 2018. T. 57. No. 4. Pp. 313-316.
7. Issagulov A.Z., Kulikov V.Yu., Tverdokhlebov N.I., Shcherbakova E.P., Kovalyova T.V. Vliyanie kraski na kachestvo chugunnykh i stalnykh otlivok slozhnoi konfiguratsii pri LGM // Liteinoe proizvodstvo. 2015. No. 7. Pp. 17-19.
8. Issagulov A.Z., Kulikov V.Yu., Tverdokhlebov N.I., Kovalyova T.V. Lit'e po gazifitsiruemykh modelyam v opokakh s bokovym i nizhnim zaborom vozdukhа // Tam zhe. 2016. No. 10. Pp. 22-25.