УДК 621.74

РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ФОРМИРОВАНИИ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛОКОЛОВ В РАЗОВЫЕ ПЕСЧАНЫЕ ФОРМЫ

Константин Александрович Лукашик

*Аспирант 1 года,
кафедра «Машины и технология литейного производства» им. П.Н. Аксёнова
Московский политехнический университет*

*Научный руководитель Д.С. Бурцев,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и технология литейного
производства» им. П.Н. Аксёнова.*

Колокол относится к уникальному изделию, которое на протяжении нескольких тысячелетий получается с помощью литейных технологий, различающихся применяемыми материалами и технологическими режимами. В настоящее время производством колоколов занимается около десяти предприятий России, использующие различные методы литья. Все технологии (методы литья) включают общую последовательность операций и процессов: дизайн-проектирование и изготовление модельно-опочной оснастки, изготовление литейной формы, расплавление металла, заливку металла в форму, его кристаллизацию и последующее извлечение отливки из формы. Все вышеперечисленные технологические этапы влияют на формирование точности изготовления отливки колокола, что в свою очередь может существенно изменить его частотные характеристики. Таким образом, изучение названной совокупности является актуальной научной и технической задачей.

Для выявления формирования точностных параметров, была создана твердотельная трехмерная модель колокола, диаметром 142.3 мм, нотой Соль#5 с частотой 1661Гц. На трехмерной модели колокола отсутствует корона, так как она не оказывает никакого влияния на акустические свойства колокола [1]. Для получения отливки колокола с заданными геометрическими и частотными характеристиками, была спроектирована модельная оснастка с учетом технологии литья в ХТС. Выбранная технология литья допускает использование безопасных литейных форм, поэтому при проектировании учитывали особенность сборки и центрирование таких форм без направляющих штырей с помощью замков.

Модельную оснастку изготавливали из двух материалов. Для подложек и частей замков использовать МДФ, а для моделей формирующих наружный и внутренний профили, специальный модельный пластик NECURON 651. В качестве финишной операции применяли пескоструйную обработку поверхности, так как она минимизирует обрабатываемость поверхностного слоя. После финишных операций в верхней части колоколов необходимо было просверлить отверстие диаметром 10 мм, чтобы центрировать результаты измерений наружного и внутреннего профилей в программе ГеоКон. Измерения модельной оснастки, литейных форм и опытных образцов колоколов осуществлялись на координатно-измерительной машине (КИМ) Inspector MAXI 610V фирмы Olivetti, с целью установки современной электроники и вычислительного комплекса. Погрешность измерений КИМ составляет $\pm(4+L/250)$ мкм.

Результаты измерений частей модельных плит, оформляющих наружный и внутренний профили колокола, совмещенные с математической моделью, показаны на рисунке 1. Синего цвета значения показывают отклонения в тело математической

Таблица 1. Частотные характеристики опытных образцов

№ опытного образца	Частотные характеристики звукового спектра, Гц		
	Основной тон (расчетный 1661)	1-ый обертон (расчетный 2217.4)	2-ой обертон (расчетный 3332)
1	1703	2306	3449
2	1703	2263	3449
3	1704	2281	3440
4	1703	2328	3470
5	1701	2313	3435
6	1703	2320	3479

Из таблицы 1 видно, что все частотные характеристики опытных образцов имеют значения выше заданных (основной тон 1703 Гц). Это связано с тем, что проектируемый наибольший диаметр колокола должен был составлять 142,3мм, а в результате опытные образцы имеют наибольший диаметр 142мм, это вызывает равномерное повышение всех частот звукового спектра на 43% относительно проектируемой частоты до следующей ноты. Данные выводы также подтверждаются численным моделированием.

Литература

1. *Бурцев Д.С.* Конструктивное и технологическое обеспечение функционально-эстетических свойств колоколов: канд. тех. наук: 17.00.06/ Бурцев Дмитрий Сергеевич; Московский государственный университет приборостроения и информатики. - М., 2013. - 147с.
2. *Солохненко В.В.* Разработка технологии литья по выплавляемым моделям в формы из жидкостекольной холоднотвердеющей смеси с жидким сложноэфирным отвердителем: канд. тех. наук: 05.16.04/ Солохненко Василий Васильевич; Государственный научный центр «ЦНИИТМАШ». – М., 2017. – 168с.
3. *Формовочные материалы и технология литейной формы: Справочник./ С. С. Жуковский, Г. А. Анисович, Н. И. Давыдов, и др.; Под общ. ред. С. С. Жуковского.* — М.: Машиностроение, 1993. — 432 с.: ил.
4. *Технология литейного производства: Формовочные и стержневые смеси.* Под ред. С.С. Жуковского, А.Н. Болдина, А.И. Яковлева, А.Н. Поддубного, В.Л. Крохотина. Брянск: Издательство БГТУ, 2002. – 470 с.
5. *Болдин А.Н., Давыдов Н.И., Жуковский С.С. и др.* Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия: Справочник. – М.: Машиностроение, 2006 г. – 507 с.
6. *Жуковский С.С.* Прочность литейной формы. - М. «Машиностроение», 1989 г. - 285с.