

Л. А. Дан, Л. А. Трофимова, Е. Л. Дан, В. Л. Шварц*, А. Г. Цыс*

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», Мариуполь

*ООО «Южный механо-литейный завод», Мариуполь

Совершенствование технологии изготовления пенополистироловых моделей для процесса ЛГМ с помощью термоплоттера

Применение термоплоттеров – новое направление в области изготовления единичных и крупногабаритных пенополистироловых моделей для процесса ЛГМ. В настоящей работе предложена и опробована методика, основанная на обводке полилинией готового чертежа (выполненного в графическом редакторе AutoCAD) элементов модели. Это позволяет более эффективно управлять движением струны термоплоттера, увеличивать производительность процесса резки пенополистироловой модели в целом.

Ключевые слова: процесс ЛГМ, пенополистироловая модель, термоплоттер, полилиния

Среди современных методов изготовления отливок наиболее быстрыми темпами развивается технология литья по газифицируемыми моделям (ЛГМ). По мнению авторов [1], данная технология позволяет увеличить коэффициент использования металла до 80–98 %, выход годного – до 65–80 %, повысить механические свойства металла отливок по сравнению с традиционными методами литья на 10–15 %, снизить массу отливки на 15–25 %. Применение этого способа упрощает процесс изготовления отливок, что уменьшает трудозатраты на 30–50 %, и, кроме того, позволяет получать заготовки повышенной точности. Известно, что пенополистироловые модели в точности воспроизводят конфигурацию будущей отливки, отличаясь от нее лишь на величину усадки. Можно увидеть и обмерять отливку еще в модели, что при обычной формовке «в землю» для сложных отливок с несколькими стержнями невыполнимо [2–4].

В условиях крупносерийного и массового производства модели получают в пресс-формах путем тепловой обработки гранул полистирола. В качестве исходного сырья используют гранулированный (так называемый «бисерный») полистирол. Вначале такой полистирол подвергают предварительной тепловой обработке (предварительному вспениванию), затем вспененным полистиролом заполняют пресс-форму на специальных машинах. Пенополистирол точно воспроизводит конфигурацию рабочих полостей пресс-формы.

В условиях единичного и мелкосерийного производства для крупных отливок массой иногда до нескольких тонн модель изготавливают путем обработки стандартных плит и блоков из пенополистирола. В данных условиях, с экономической точки зрения, такой подход достаточно эффективен, однако сам процесс вырезания модели из блока пенополистирола, как правило вручную, характеризуется большой трудоемкостью, а сама модель не отличается высокой точностью.

Новым направлением в области изготовления

единичных и крупногабаритных пенополистироловых моделей стало применение для этой цели 3D технологий, в том числе термоплоттеров [5, 6]. До последнего времени термоплоттеры (другие названия подобных станков – termocutter, станок ЧПУ для резки пенопласта, станок компьютерной резки пенопласта) использовали лишь для фигурной резки пенопласта с целью получения фасадных элементов, архитектурных изделий, упаковки, сэндвич-панелей, утепления для труб, несъемной опалубки, рекламных элементов (логотипы, буквы, муляжи крупных размеров, колонны, арки, балясины, молдинги и т. д.).

Термоплоттер представляет собой аппаратно-программный комплекс, включающий в себя персональный компьютер, контроллер и исполнительный механизм. Режущим элементом является нагретая нихромовая струна малого диаметра. Струна перемещается в вертикальной плоскости, а относительно нее перемещается пенополистироловый блок-заготовка.

Цель работы – совершенствование технологического процесса изготовления пенополистироловых литейных моделей с применением термоплоттера для технологии ЛГМ.

Работы проводили на термоплоттере со следующими характеристиками: максимальная высота подъема струны – 1000 мм, длина струны – 1000 мм, горизонтальный ход рамы – 2000 мм, дополнительный элемент – поворотный стол. Материалом для изготовления моделей служил блочный пенополистирол марки ПСБ-25.

Для анализа общей технологической схемы изготовления пенополистироловой модели в качестве примера представлен технологический процесс изготовления с помощью термоплоттера модели для отливки методом ЛГМ детали «корпус генераторного отсека». Габаритные размеры отливки: 1280×1400×960 мм; средняя толщина стенки – 20 мм; расчетная масса – 1300 кг.

Первый шаг технологического процесса – объемное моделирование отливки. На рис. 1 представлен

3D-образ пенополистироловой модели литой заготовки рассматриваемой детали, созданный в графическом редакторе Solid Works. На модели предусмотрены припуски на механическую обработку,

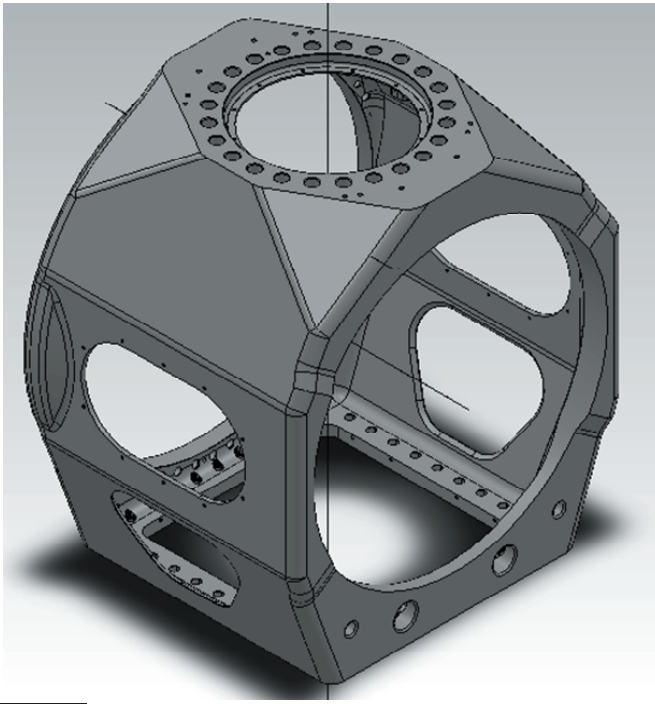
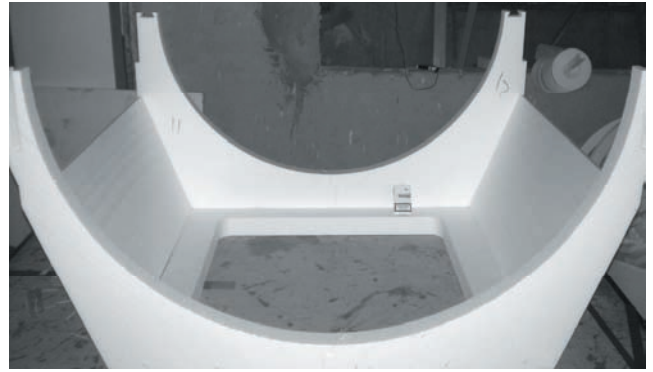


Рис. 1. 3D-образ пенополистироловой модели литой заготовки корпуса генераторного отсека



а



б

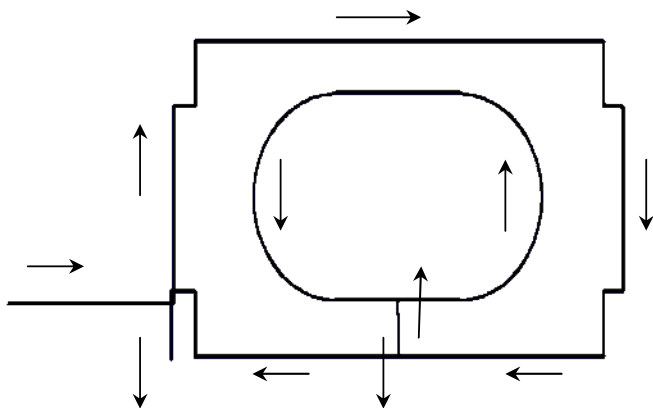


Рис. 2. Образец полилиний элемента модели

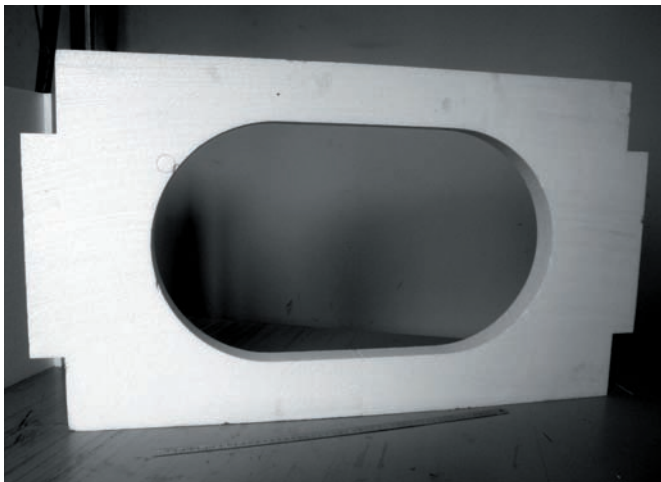
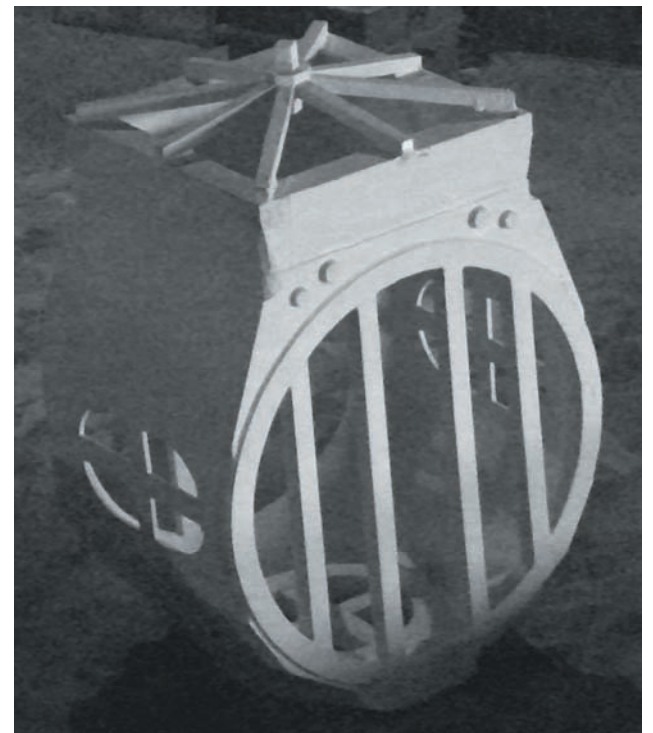


Рис. 3. Образец элемента модели, вырезанный на термоплоттере



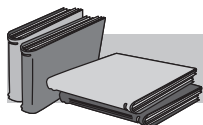
в

Рис. 4. Этапы сборки (а, б) и готовая пенополистироловая модель корпуса генераторного отсека с элементами литниково-питающей системы (в)

а также компенсация усадки рабочего сплава при кристаллизации. Пенополистироловую модель, учитывая особенности ЛГМ, выполнили без литейных уклонов.

Для трансформирования 3D-модели в рабочие файлы на следующем этапе произвели разбивку цельного объемного образа на его составные элементы. Рабочие файлы для работы термоплоттера данного типа создаются в программе AutoCAD. Поэтому чертеж каждого элемента модели из редактора Solid Works был импортирован в AutoCAD в 2D варианте, в отдельные файлы с расширением dxf. Авторы предложили методику, основанную на обводке готового чертежа полилинией, это существенно уменьшило время обработки файла термоплоттером и позволило более эффективно управлять движением струны, увеличивая производительность процесса в целом. Полилиния представляет собой связанную последовательность сегментов; все эти сегменты являются единым объектом. Полилинии могут состоять из линейных и дуговых сегментов, а также из любых их сочетаний. На рис. 2 представлен пример полилинии, предназначенной для резки одного из элементов пенополистироловой модели корпуса генераторного отсека. Стрелками показано заданное направление движения струны при работе термоплоттера во время резки заготовки данного элемента модели. Показаны также места входа струны в блок и выхода из него.

На следующем этапе по очереди вырезали все элементы модели. При этом точность их выполнения обеспечивала возможность последующей сборки модели без дополнительной подгонки как плоских, так и криволинейных поверхностей. Качество реза контролировали путем подбора температуры струны и скорости перемещения заготовки относительно струны. Кроме детали, показанной на рис. 3, аналогичным образом изготовили модели остальных элементов и модель литниково-питающей системы (ЛПС). Сечения стояка, литниковых ходов и питателей рассчитали по известной методике [2, 3]. Завершающей операцией технологического процесса было совмещение и склеивание составных частей модели в единое целое с установкой ЛПС. На рис. 4 показаны последовательные этапы сборки (а, б) и готовая модель корпуса генераторного отсека перед установкой ее в контейнер под заливку (в).



ЛИТЕРАТУРА

1. Дорошенко В. С., Бердыев К. Х., Шинский И. О. Обобщение опыта изготовления пенополистироловых литейных моделей // *Металл и литье Украины*. – 2010. – № 5. – С. 14-19.
2. Шуляк В. С., Рыбаков С. А., Григорян К. А. Производство отливок по газифицируемым моделям. – М.: МГИУ, 2001. – 330 с.
3. Шуляк В. С. Литье по газифицируемым моделям. – СПб.: НГЛ «Профессионал», 2007. – 408 с.
4. Чудновский А. Р. Изготовление отливок по моделям из пенопласта. – М.: НИИМаш, 1970. – 71 с.
5. Дорошенко В. С. 3D технологии при литье по газифицируемым моделям // *Металл и литье Украины*. – 2009. – № 4-5. – С. 30-33.
6. Дан Л. А., Трофимова Л. А., Величко А. А. Анализ возможности применения термоплоттера для изготовления газифицируемых литейных моделей // *Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр.* – Маріуполь, 2009. – Вип. № 19. – С. 84-86.

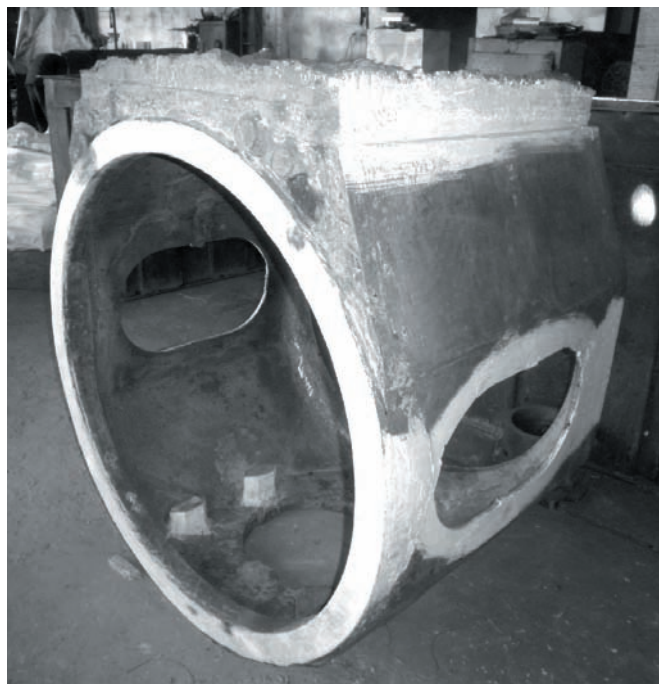


Рис. 5. Отливка после удаления элементов литниково-питающей системы

Далее, для реализации технологии ЛГМ-модель, соединенную с элементами ЛПС, подвергли сушке, окрашиванию противопожарной краской и повторной сушке. Подготовленную модель поместили в вакуумируемый контейнер, заполненный кварцевым песком, и залили расплавленной сталью марки 20ГЛ. Как видно на рис. 4, в, расплав к отливке подвели сверху, что обеспечило оптимальное соотношение скоростей газификации пенополистирола и заполнения жидким металлом образующейся в форме полости.

На рис. 5 показана готовая отливка, извлеченная из контейнера после удаления элементов ЛПС.

Выводы

В результате проведенной работы предложена методика, основанная на обводке полилинией готового чертежа (выполненного в графическом редакторе AutoCAD) элементов модели. Это позволяет более эффективно управлять движением струны термоплоттера, увеличивать производительность процесса резки пенополистироловой модели в целом.

Анотація

Дан Л. О., Трофімова Л. О., Дан О. Л., Шварц В. Л., Цис О. Г.
Удосконалення технології виготовлення пінополістиролових моделей для процесу ЛГМ за допомогою термоплоттеру

Використання термоплоттерів є новим напрямом в галузі виготовлення одиничних та великогабаритних моделей для процесу ЛГМ. Запропоновано і випробувано методику, яка заснована на обведенні полілінією креслення, що виконано в графічному редакторі AutoCAD. Це дозволяє більш ефективно керувати рухом струни термоплоттеру та збільшити продуктивність процесу вирізування пінополістиролової моделі в цілому.

Ключові слова

процес ЛГМ, пінополістиролова модель, термоплоттер, полілінія

Summary

Dan L. A., Trofimova L. A., Dan Ye. L., Shvarts V. L., Tsys A. G.
Betterment of technology of polystyrene model manufacture for lost foam process with a thermocutter

Using thermocutters is a new trend in manufacture of polystyrene models for lost foam process. There is proposed a tested method based on polyline inking of elements of finished model draft, made by AutoCAD image editor. This allows more effective controlling the movement of thermocutter's string. It also increases the productivity of polystyrene model cutting processes in general.

Keywords

lost foam process, polystyrene model, thermocutter, polyline

Поступила 18.09.12

**Продолжается подписка
на журнал «Металл и литье Украины»
на 2013 год**

Для того, чтобы подписаться на журнал через редакцию необходимо направить письмо-запрос или факс по адресу:
03680, г. Киев-142, ГСП, бул. Вернадского, 34/1, ФТИМС
Счет-фактуру согласно запросу редакция высылает письмом или по факсу

Стоимость одного журнала – 30 грн.
Годовая подписка – 360 грн. (для Украины).
Годовая подписка для зарубежных стран – 90 \$.

К сведению читателей и подписчиков!

Изменен телефон редакции
журнала «Металл и литье Украины»:

(044) 424-04-10