

ОПТИМИЗАЦИЯ

Как с помощью аддитивных технологий повысить производительность термопластавтомата на 40 %



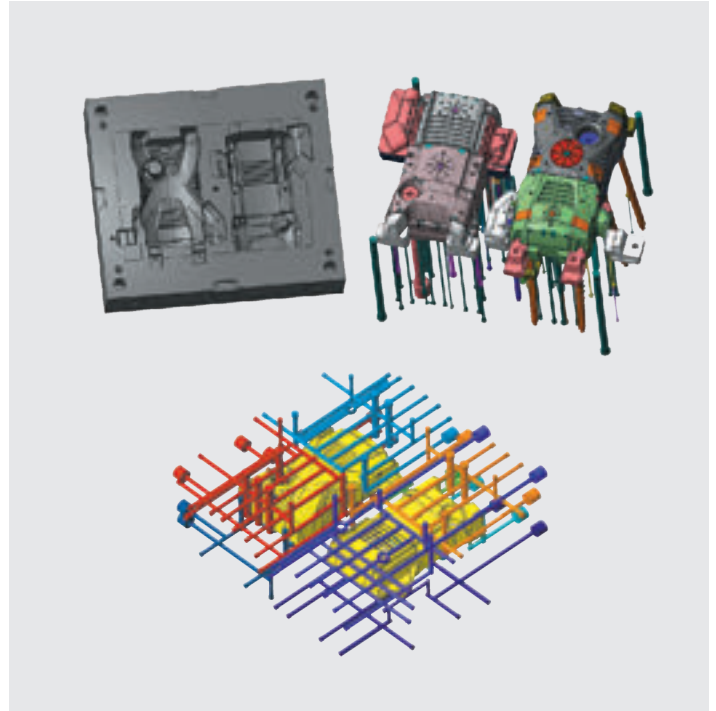
Текст: Антон Нисан

”

Каналы охлаждения во вставках в пресс-формах для изготовления деталей из термопластов методом литья под давлением на термопластавтоматах используются давно. Они позволяют увеличить производительность за счет сокращения длительности охлаждения, повысить равномерность охлаждения и, соответственно, улучшить качество и снизить остаточные напряжения в изделиях. 3D-печать металлами открывает новые возможности в проектировании и изготовлении систем охлаждения пресс-форм благодаря тому, что каналы охлаждения можно равномерно расположить вблизи формообразующих поверхностей сложных пресс-форм.



1
Мойка высокого давления Kärcher K2 Basic



2
Каналы охлаждения до перепроектирования. Система охлаждения состоит из нескольких контуров, показанных разными цветами

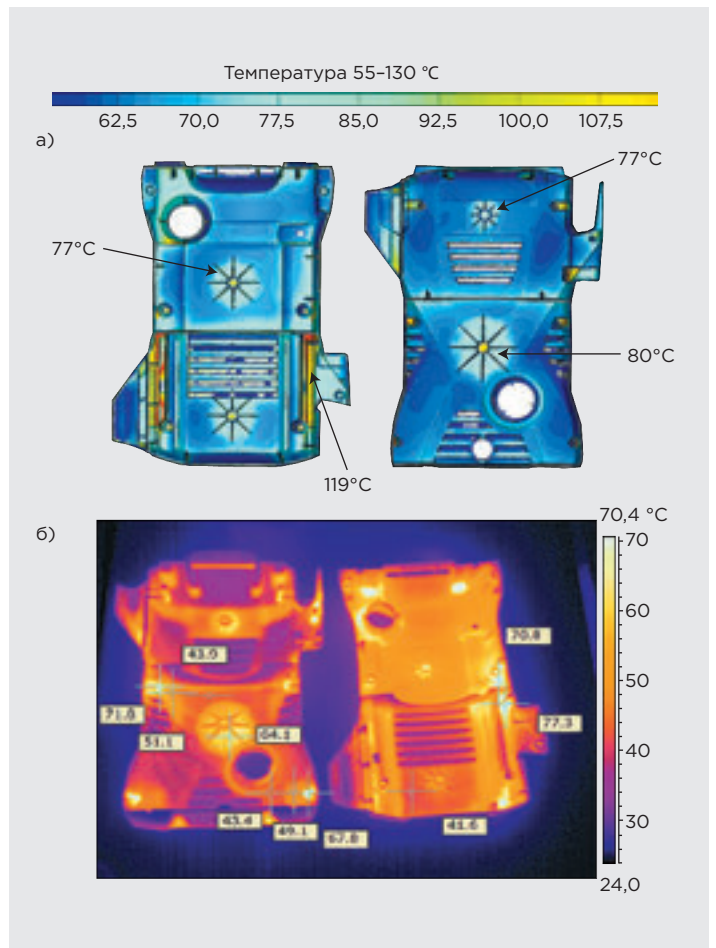
3D-печать вставок в пресс-формы для изготовления корпусов мойки высокого давления Kärcher K2 Basic

Мойки высокого давления Kärcher продаются по всему миру: одних только моделей K2 Basic (рис 1) отгружается с завода в Оберзонтхайме под Штутгартом более 2 млн штук в год. Ярко желтый корпус состоит из двух частей и изготавливался на шести термопластавтоматах. Компании было необходимо поднять производительность термопластавтоматов, чтобы удовлетворять растущий потребительский спрос. Для достижения этой цели специалисты компании Renishaw перепроектировали существующую систему охлаждения вставок в формы и изготовили ее фрагменты с помощью 3D-печати.

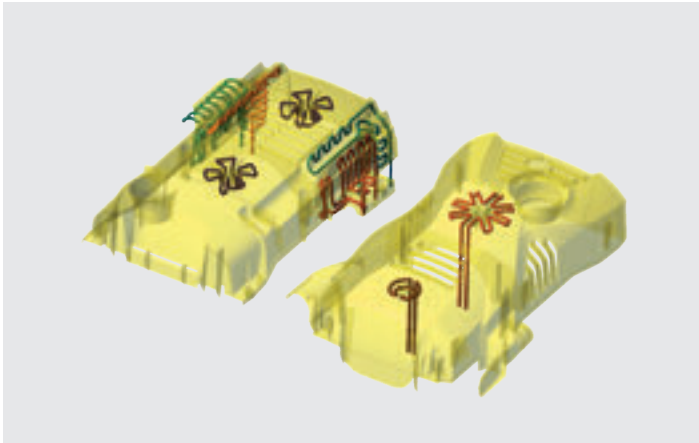
При использовании традиционных каналов охлаждения (рис 2) время цикла составляло 52 секунды, из которых 22 секунды уходило непосредственно на охлаждение отливки с 220 °C до порядка 100 °C – температуры размыкания формы.

Для сокращения длительности охлаждения и, соответственно, времени цикла специалисты компании Renishaw перепроектировали систему охлаждения вставок. Прежде всего было проведено моделирование 20 циклов литья, рассчитаны тепловые поля на внутренней поверхности формы для определения наиболее горячих участков и оптимизации расположения и формы каналов охлаждения в них (рис 3а). Полученные результаты моделирования коррелируются с экспериментальными данными (рис 3б).

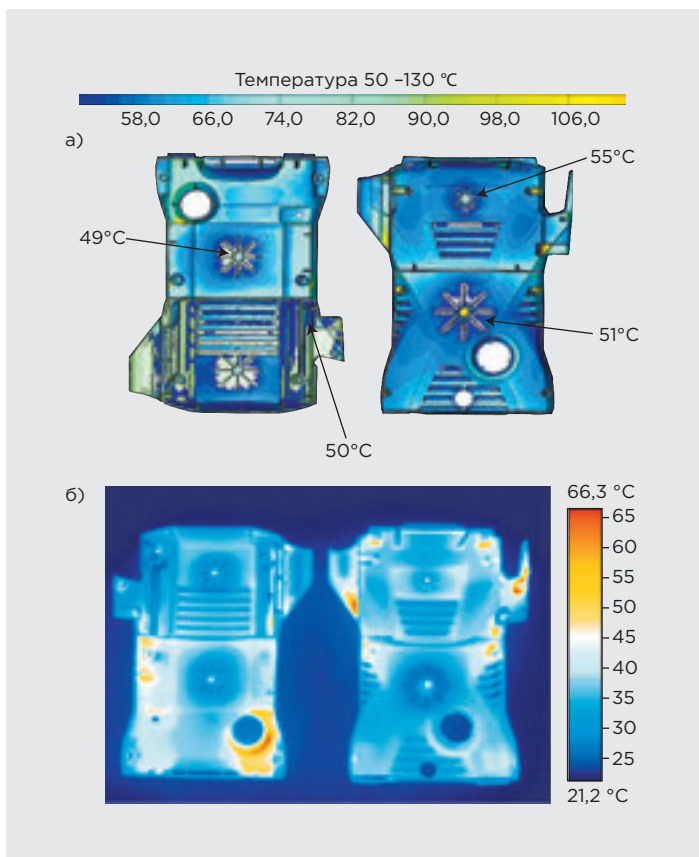
В идентифицированные наиболее горячие участки формы было добавлено несколько контуров охлаждения диаметром 4 мм, спроектированных с учетом



3
Температурное поле на поверхности вставок до перепроектирования через 22 секунды после начала охлаждения: а) результаты моделирования, б) экспериментальные данные



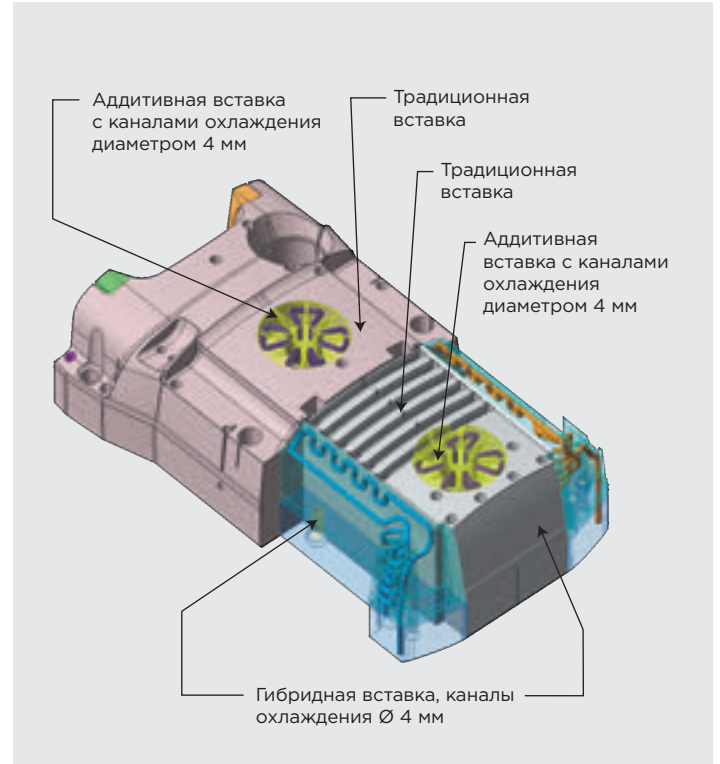
4
Каналы охлаждения, добавленные во вставки в наиболее горячих областях формы при перепроектировании



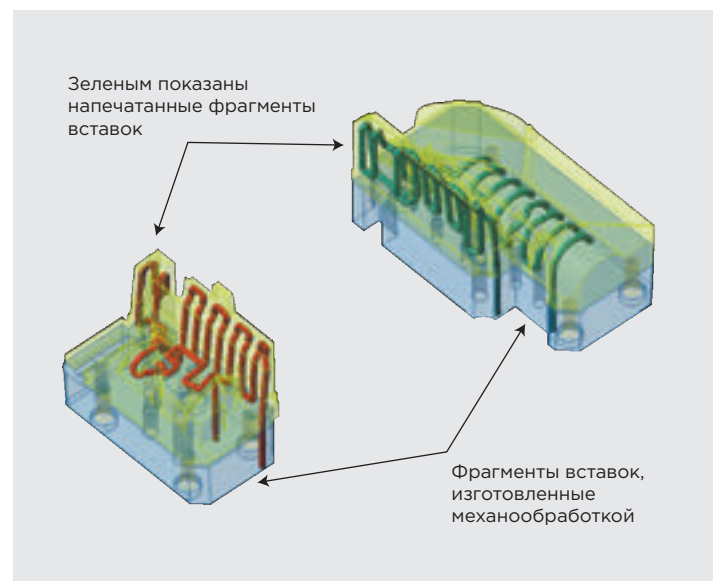
5
Температурное поле на поверхности перепроектированных вставок через 10 секунд после начала охлаждения: а) результаты моделирования, б) экспериментальные данные

возможностей гибридных и аддитивных методов изготовления вставок (рис 4). В одной области с недостаточным местом для размещения каналов охлаждения компания Kärcher изменила конструкцию самой детали.

Результаты моделирования температурного поля и экспериментальные данные свидетельствуют о гораздо большей эффективности перепроектированной системы



6
Перепроектированные вставки

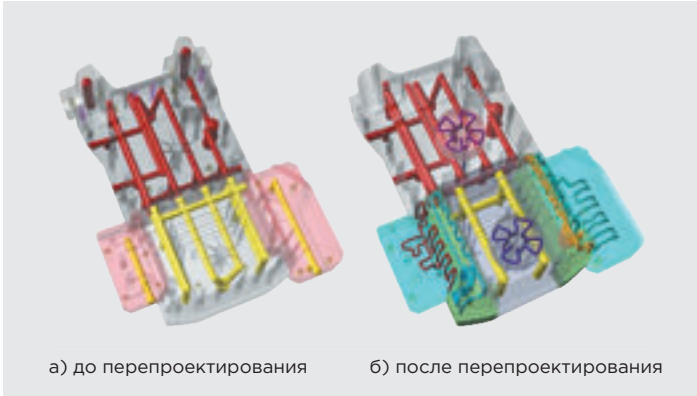


7
Гибридные вставки

охлаждения: уже через 10 секунд после начала охлаждения температура снижается достаточно для размыкания формы. При этом разброс температуры по поверхности формы существенно ниже (рис 5).

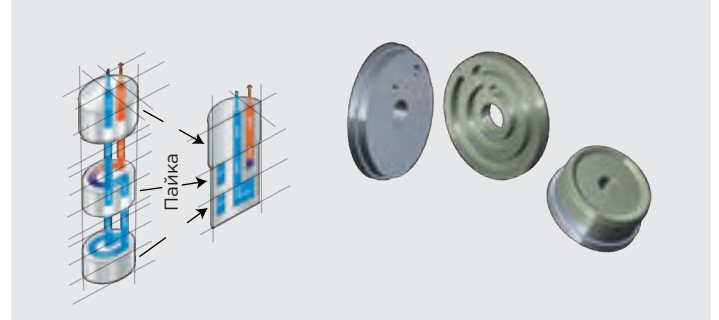
В итоге, в данной форме применены три типа вставок (рис 6): традиционные, изготовленные фрезерованием и вакуумной пайкой, аддитивные, гибридные (рис 7).

В результате перепроектирования системы охлаж-



а) до перепроектирования б) после перепроектирования

8 Вставки с каналами охлаждения до и после перепроектирования



10

Изготовление вставок фрезерованием и пайкой: вставка разделяется на несколько фрагментов так, чтобы в каждом из них можно было легко выполнить каналы фрезерованием, после чего фрагменты соединяются вакуумной пайкой



9 Группы методов изготовления вставок в формы с каналами охлаждения

дения вставок в формы (рис 8) время охлаждения было уменьшено на 55 % с 22 до 10 секунд, а производительность термопластавтомата повышена на 40 % с 1 500 до 2 100 корпусов в сутки.

Методы изготовления вставок с каналами охлаждения

Можно выделить три группы методов изготовления вставок в формы с каналами охлаждения (рис 9):

- сверление отверстий и установка заглушек;
- фрезерование и пайка;
- 3D-печать металлами.

Первый метод самый простой, но не эффективный, если формообразующие поверхности имеют сложную форму, при которой просверлить отверстия вблизи поверхности для максимально быстрого отвода тепла невозможно. Второй метод (рис 10) отчасти лишен этих недостатков, но он всё равно

не дает гибкости в размещении каналов охлаждения, обеспечиваемой 3D-печатью. Преимущества 3D-печати над другими методами:

- свобода выбора конфигурации и зон размещения каналов;
- повышение равномерности охлаждения;
- сокращение времени охлаждения (до трехкратного);
- сокращение времени цикла (до двукратного);
- упрощение сборки.

Для печати вставок используется мартенситная сталь М300 (1.2709)¹. Механические свойства изделий, напечатанных из этой стали, приведены в Т1. Напечатанные вставки подвергаются упрочнению старением при 490 °С в течение 6 часов, шлифовке и полировке

¹ Состав сплава: железо – основа, никель 17-19 %, кобальт 7-10 %, молибден 4,5-5,2 %, титан 0,3-1,2 %.