



ООО «ДЕЛКАМ-УРАЛ»

КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Адрес: 620131, г. Екатеринбург, ул. Metallургов, 166
тел. (343) 214-46-70, факс: (343) 214-46-76
e-mail: info@delcam-ural.ru, www.delcam-ural.ru

Пример расчета отливки “Корпус”

Моделируемая технология: литье в песчанно-глинистую форму.

Отливка: Корпус.

Материал: сталь 40ХЛ.

Температура заливки: 1520°C.

Время заливки: 35 секунд.

Содержание работы

От предприятия был получен заказ на тестовый анализ технологии изготовления отливки “Корпус”. Моделирование кристаллизации отливки проводилось в системе SolidCast, заливки полости формы расплавом – в гидродинамическом модуле FlowCast. Электронная модель отливки была предоставлена заказчиком.

Общий вид отливки с литниковой системой и прибылями представлен на рис. 1-2.

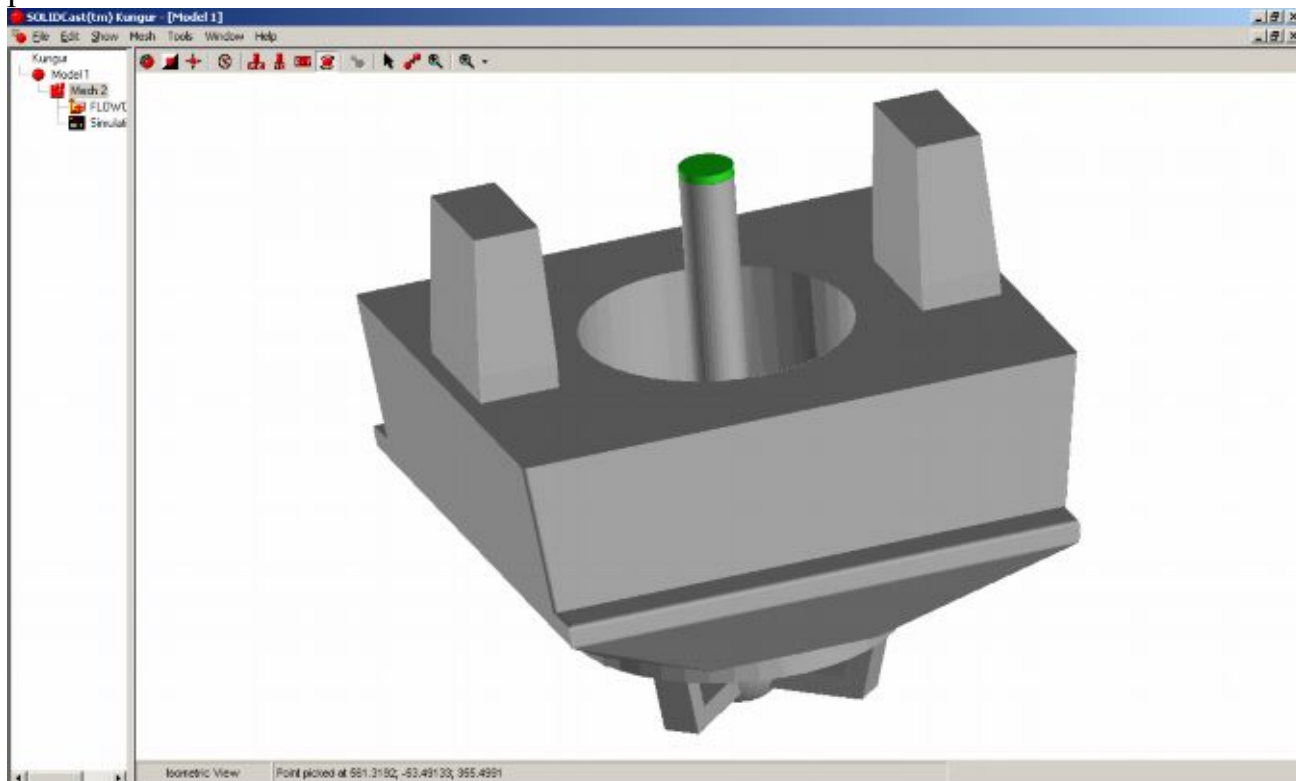


Рис. 1. Общий вид отливки “Корпус”

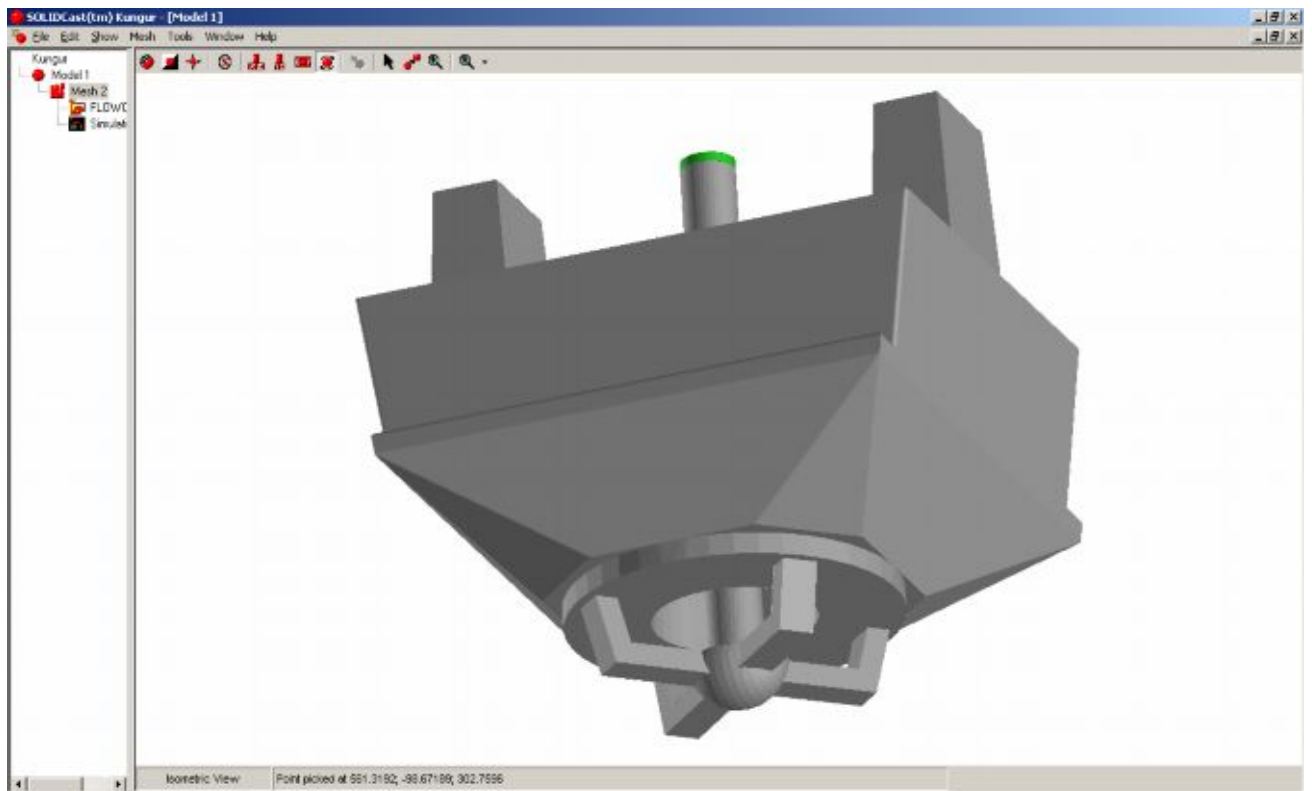


Рис. 2. Общий вид отливки “Корпус”

На первом этапе проводим моделирование заливки формы в гидродинамическом модуле FLOWCast. Прогресс заполнения формы сплавом можно проследить на рис. 3 – 7. В правой части каждого рисунка расположена температурная шкала, по которой можно оценить температуру фронта сплава в форме. Также, если это необходимо, в модуле можно выбрать необходимое сечение и определить температуру в любой нужной точки отливки.

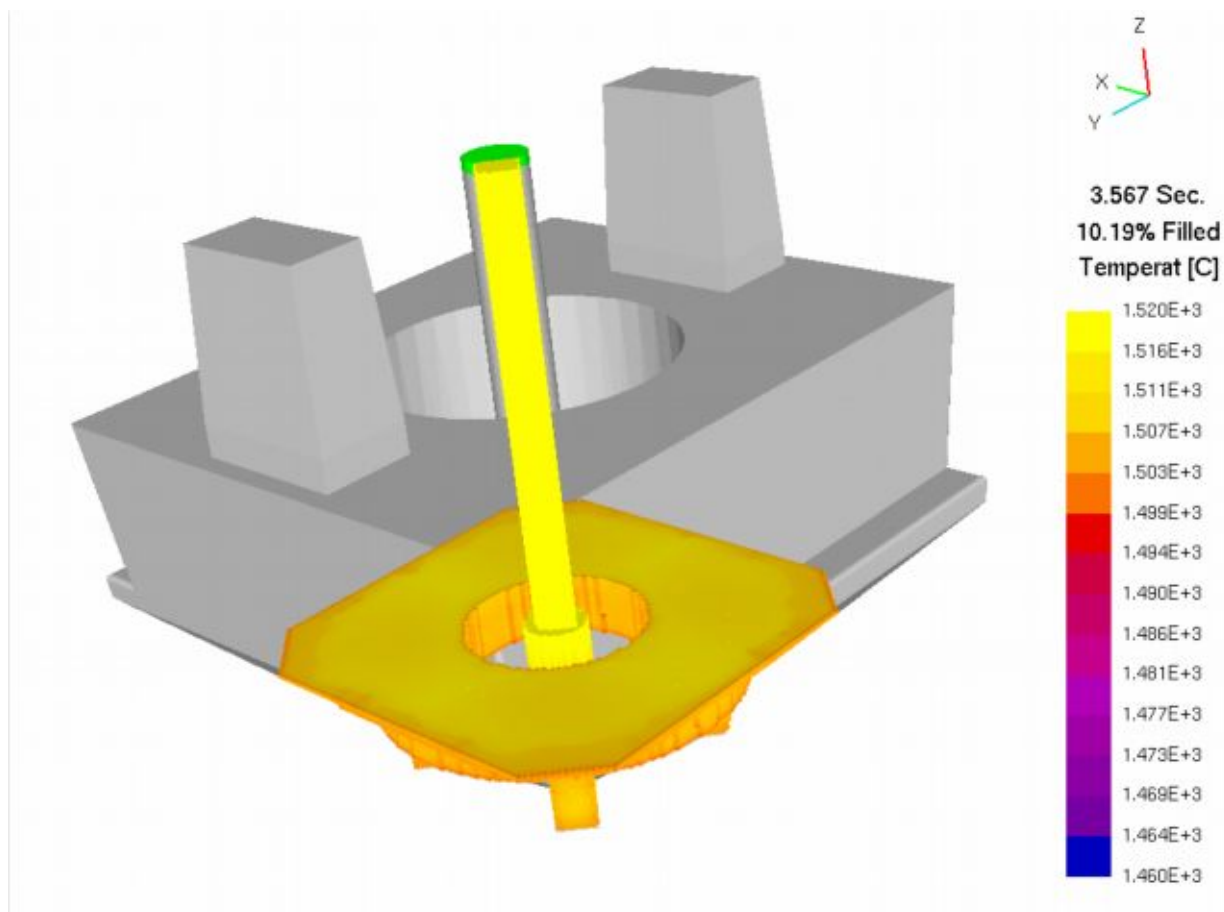


Рис. 3. Заполнение полости формы сплавом

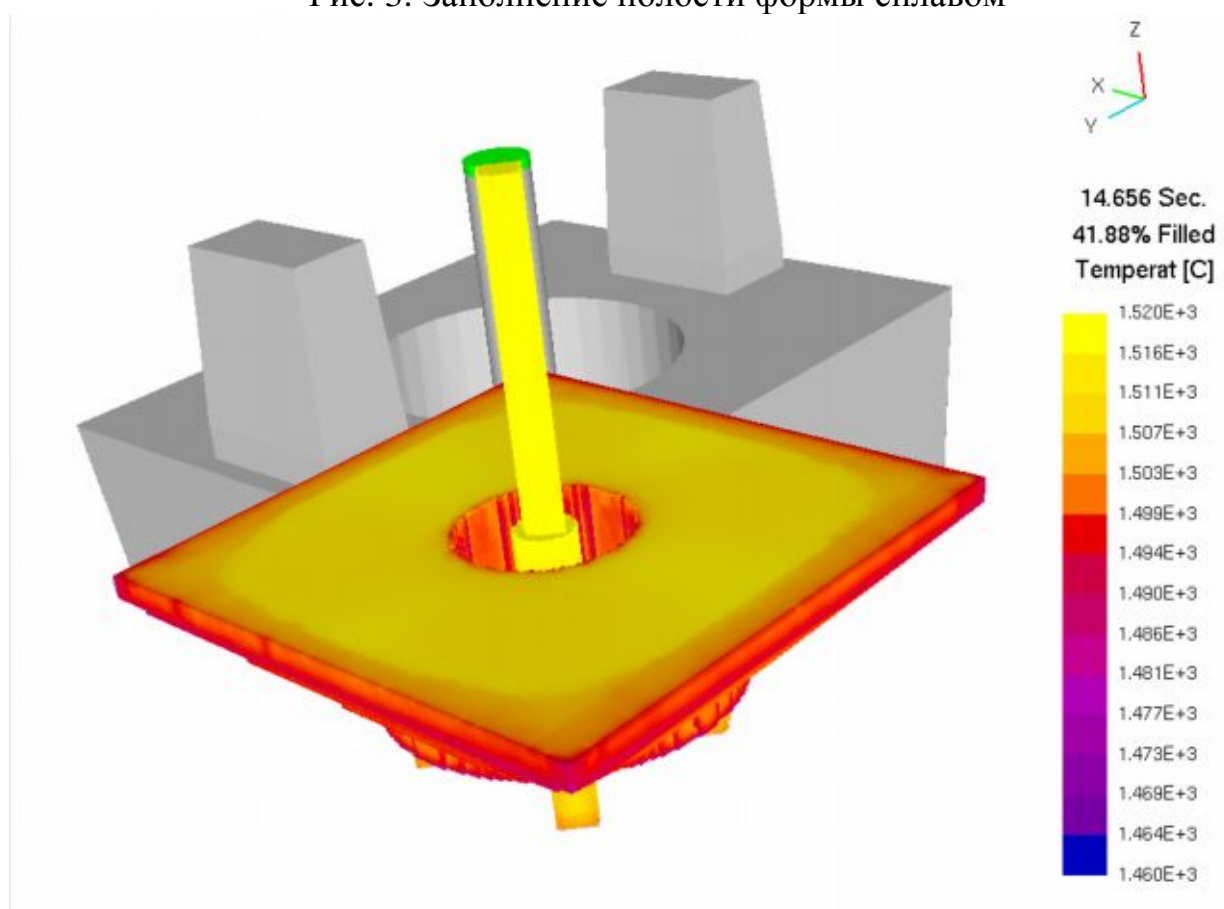


Рис. 4. Заполнение полости формы сплавом

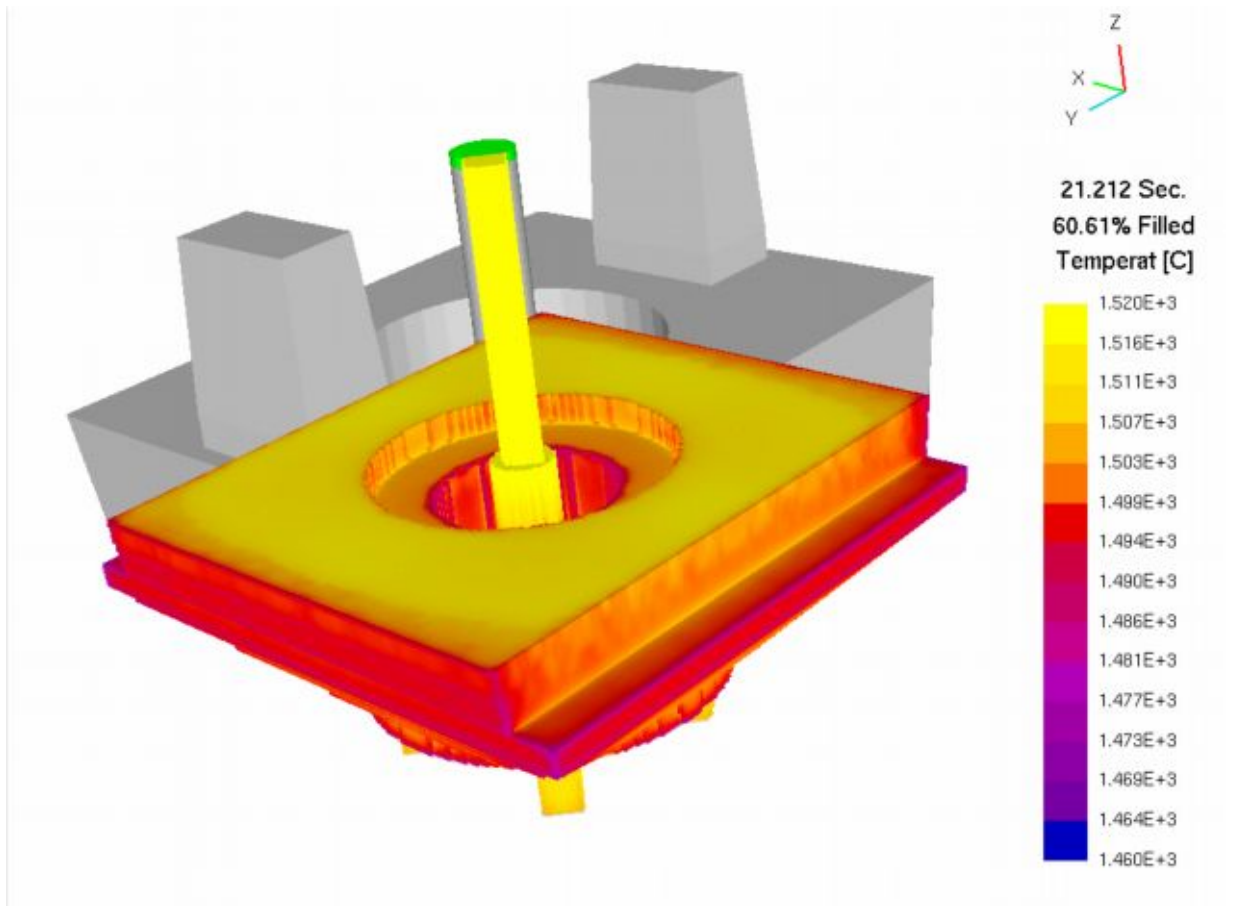


Рис. 5. Заполнение полости формы сплавом

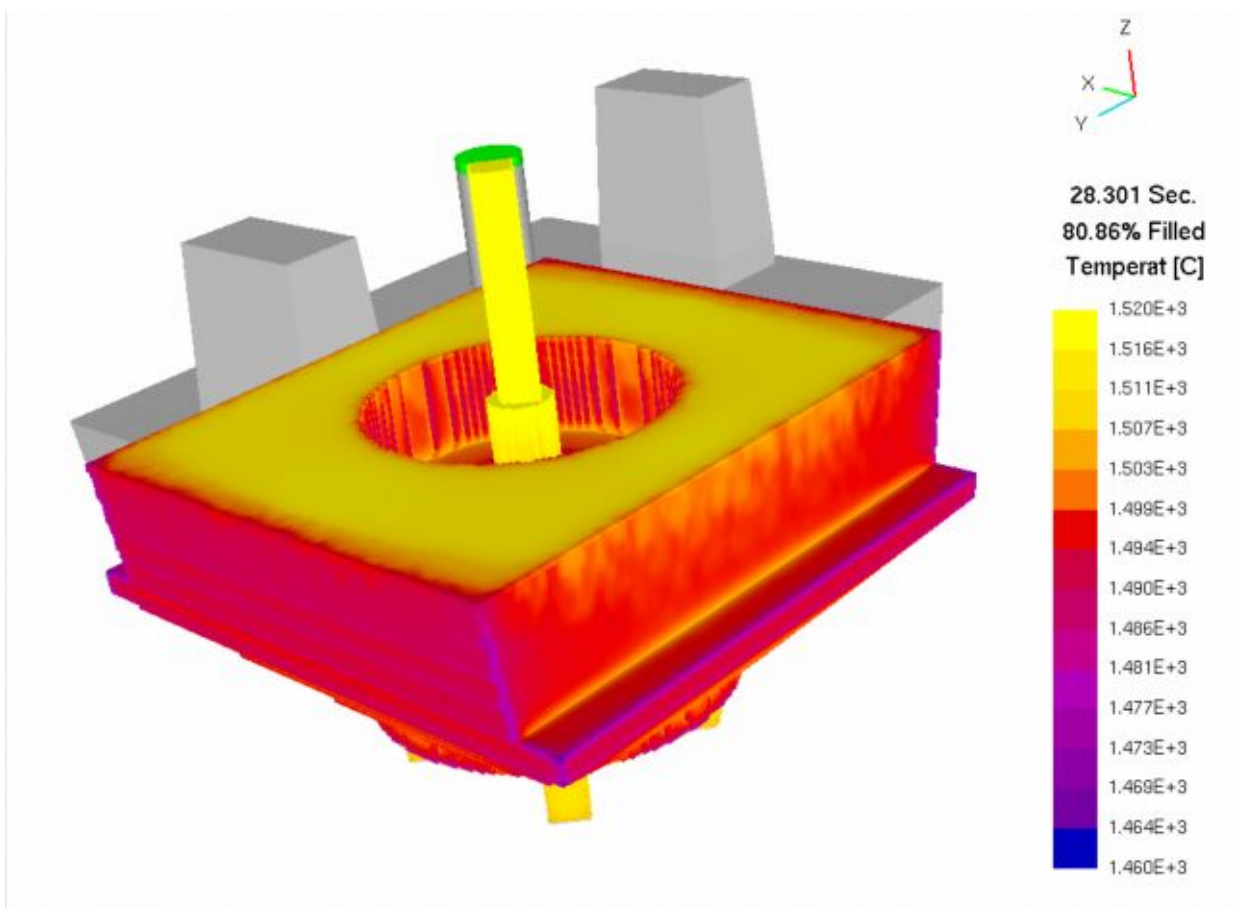


Рис. 6. Заполнение полости формы сплавом

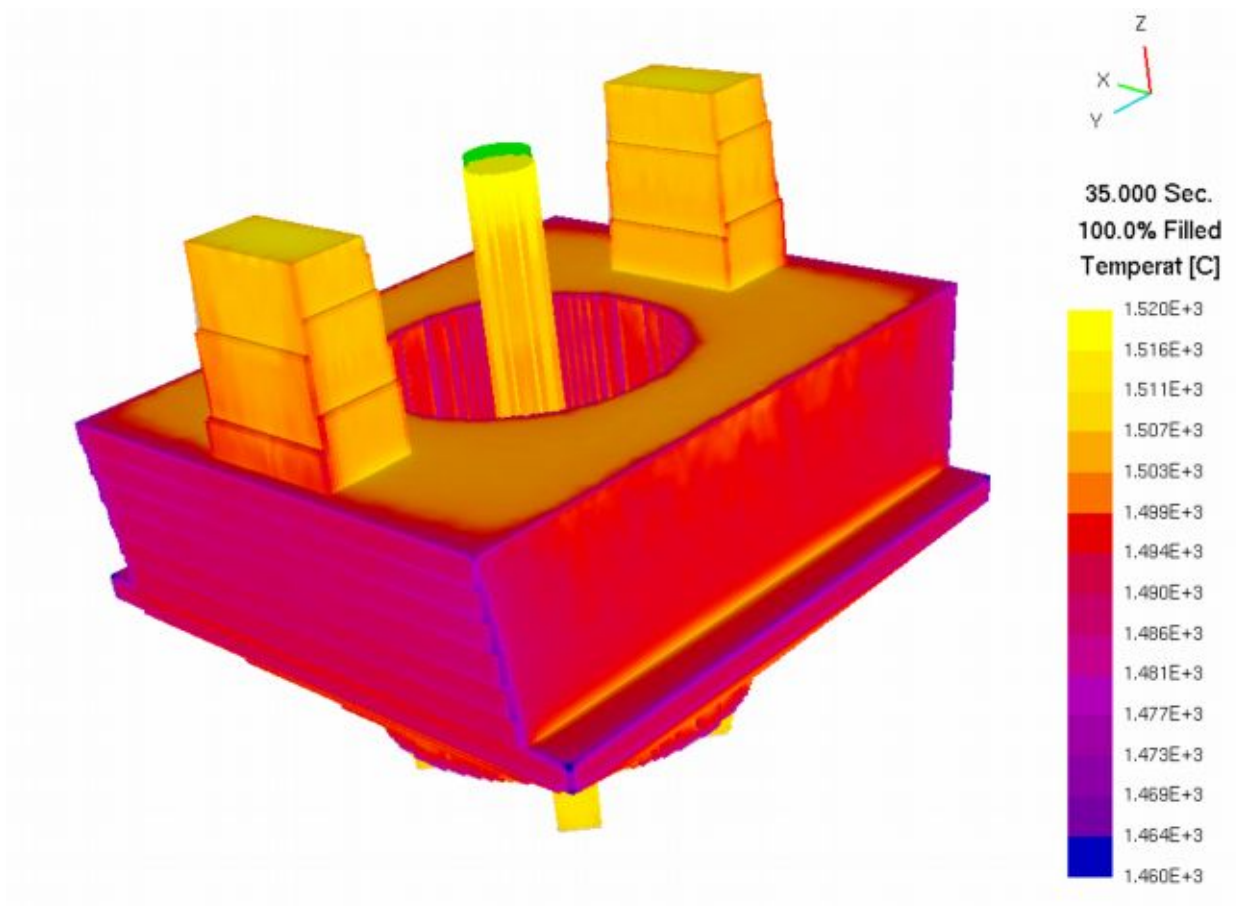


Рис. 7. Заполнение полости формы сплавом

Проследим пути движения неметаллической частиц (окислы, формовочная смесь и др.), попавших в форму (см. рис. 8).

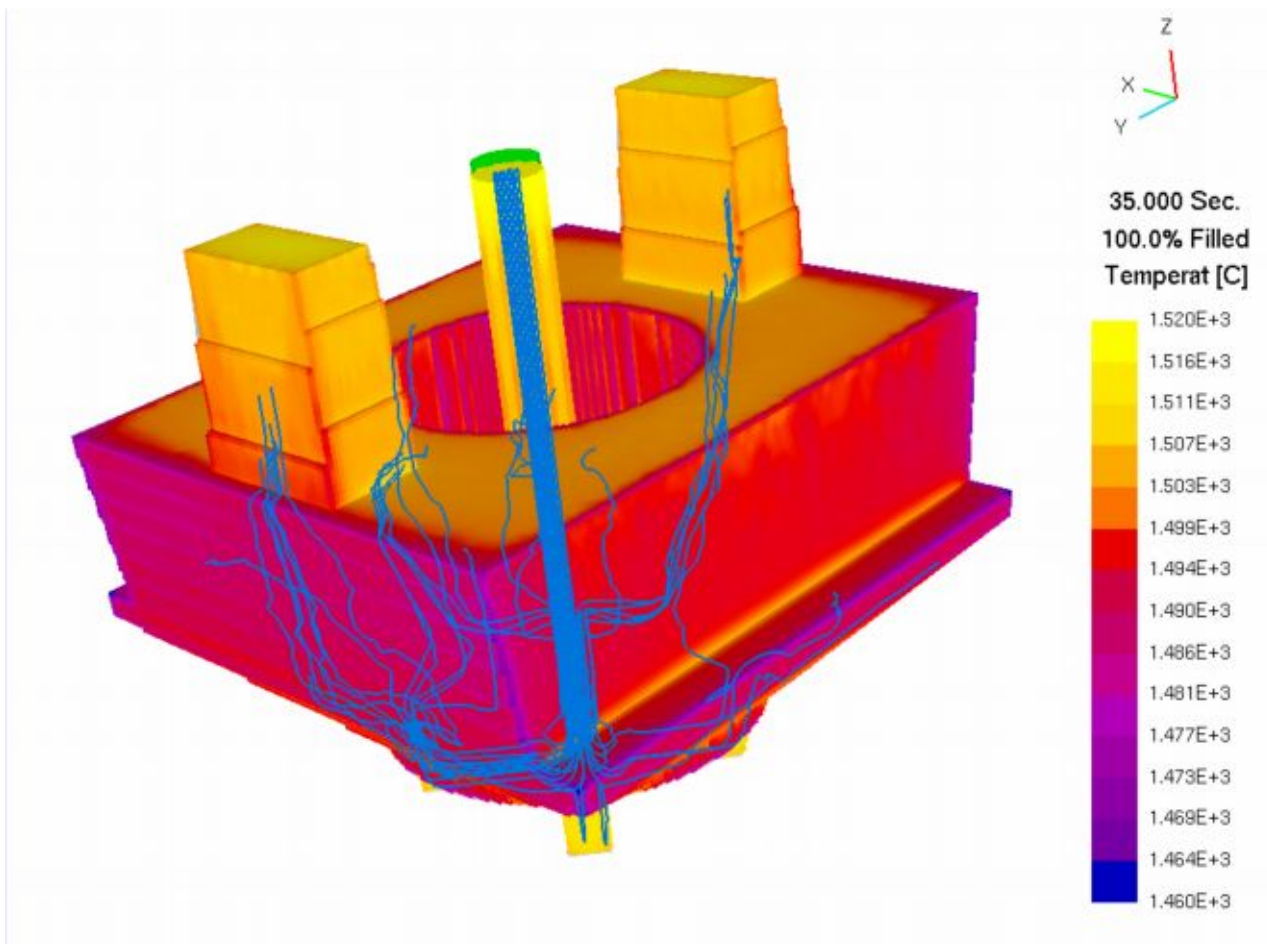


Рис. 8. Траектории движения неметаллических частиц при заполнении формы сплавом

Как видно большинство включений всплывают в прибыли и верхние части отливки, которые в дальнейшем будут подвергаться механической обработке. Следовательно, получение засоров и не металлических включений в отливке маловероятно.

На рис. 9. представлено сечение отливки в конце заливки с распределением температурных полей. Как видно из рисунка заполнение формы – 100%, недоливы отсутствуют. В конце заливки 66% металла перешло порог температуры ликвидуса; до температуры солидуса сплав в форме не упал, т.е. затвердевание отливки во время заливки отсутствует.

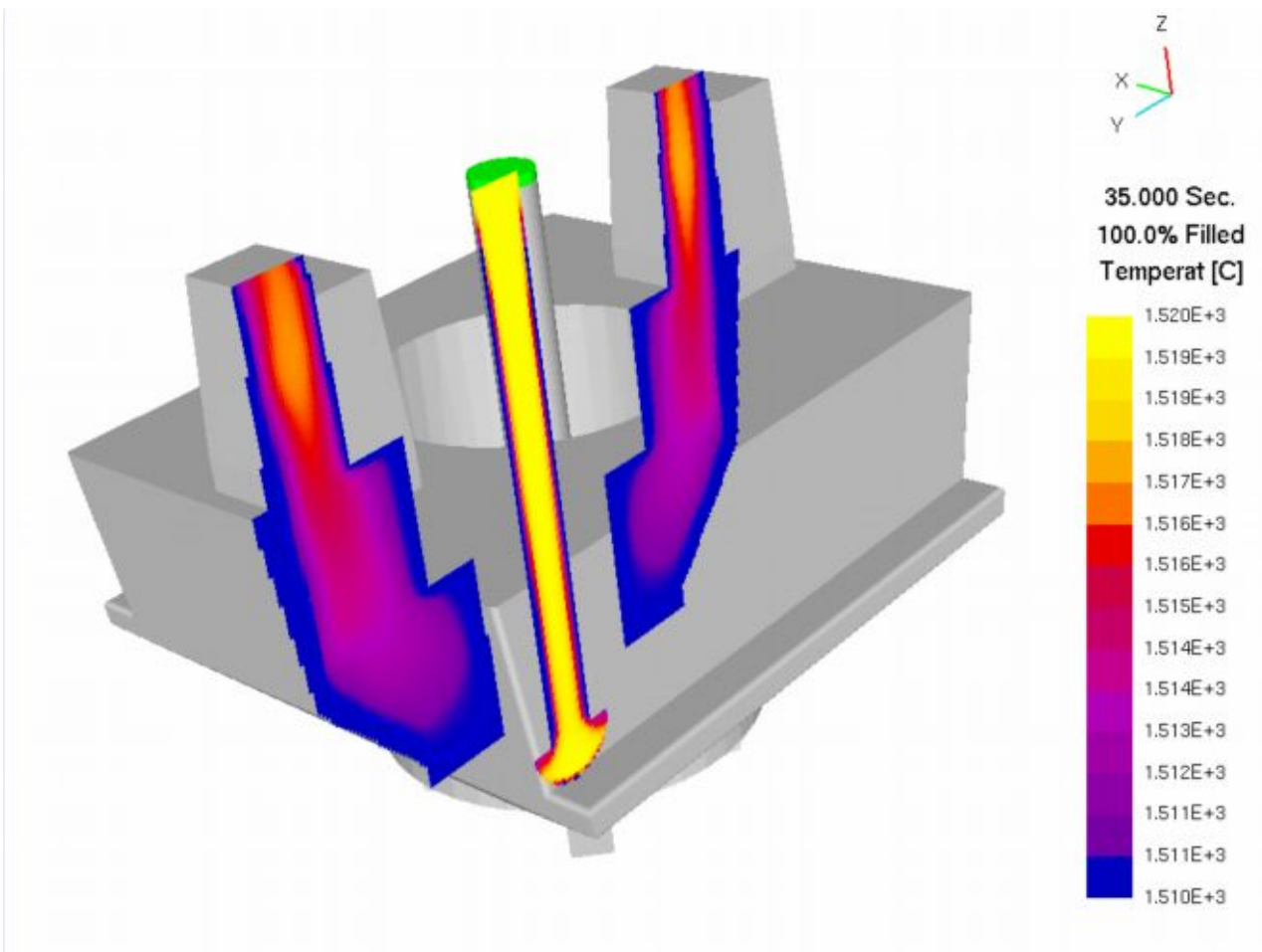


Рис. 9. Распределение температуры по сечению отливки в конце заливки формы.

В дальнейшем моделирование кристаллизации отливки проводили в решателе SOLIDCast. На рис. 10 – 15 представлена прогрессия затвердевания жидкого сплава в форме, желтым цветом выделены области с жидким металлом, серым – полностью закристаллизовавшиеся области.

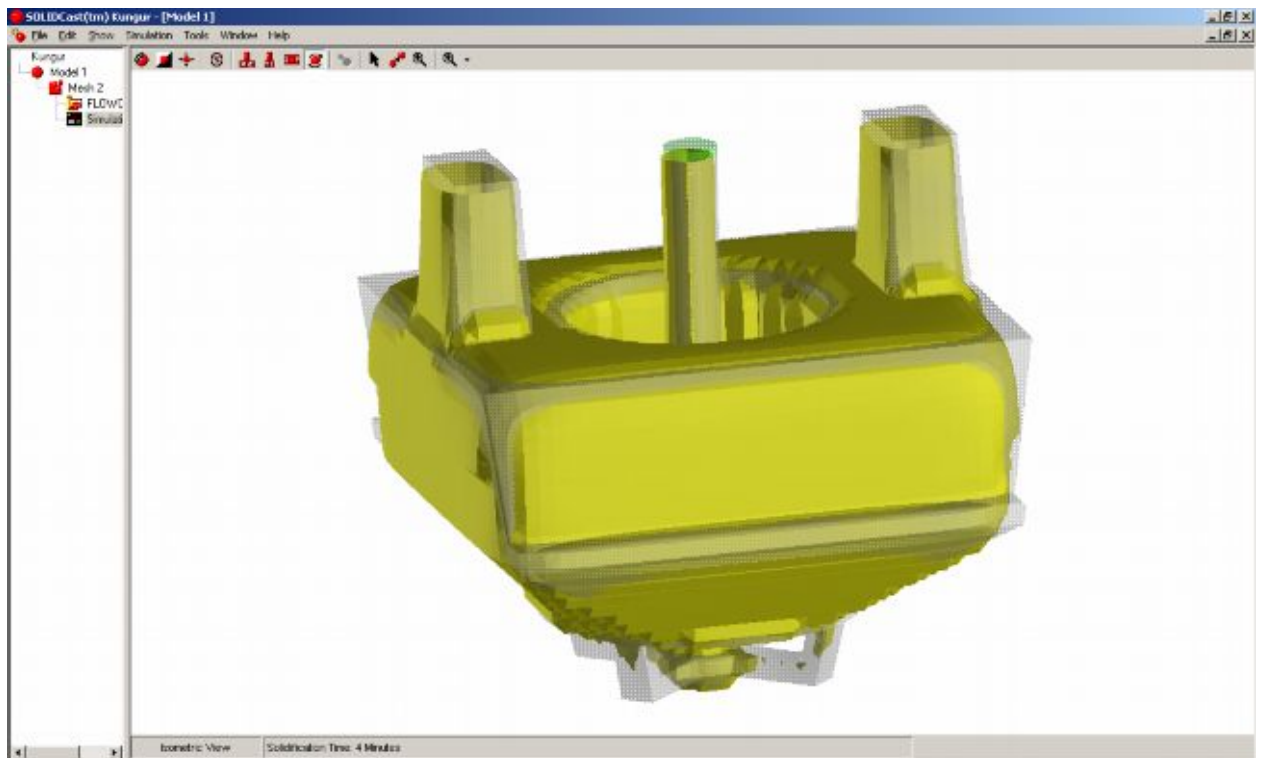


Рис. 10. Доля жидкой фазы через 4 минуты после окончания заливки

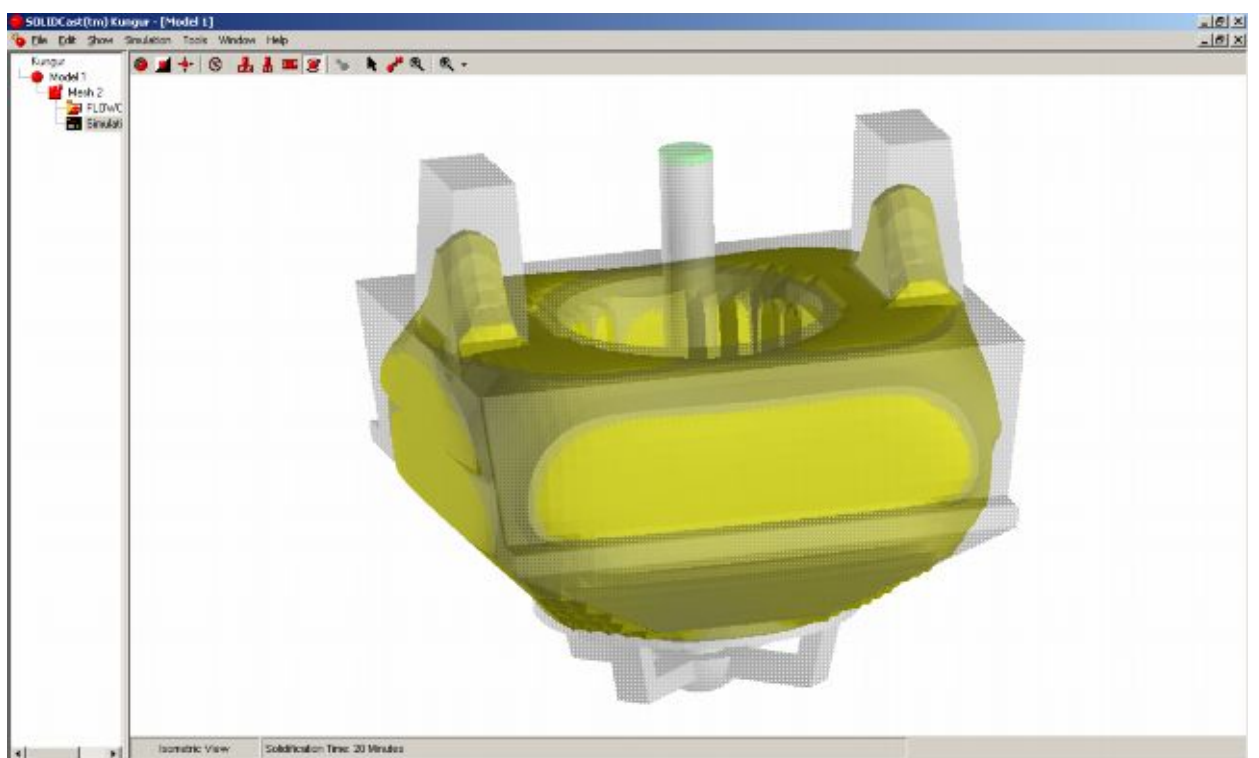


Рис. 11. Доля жидкой фазы через 20 минут после окончания заливки

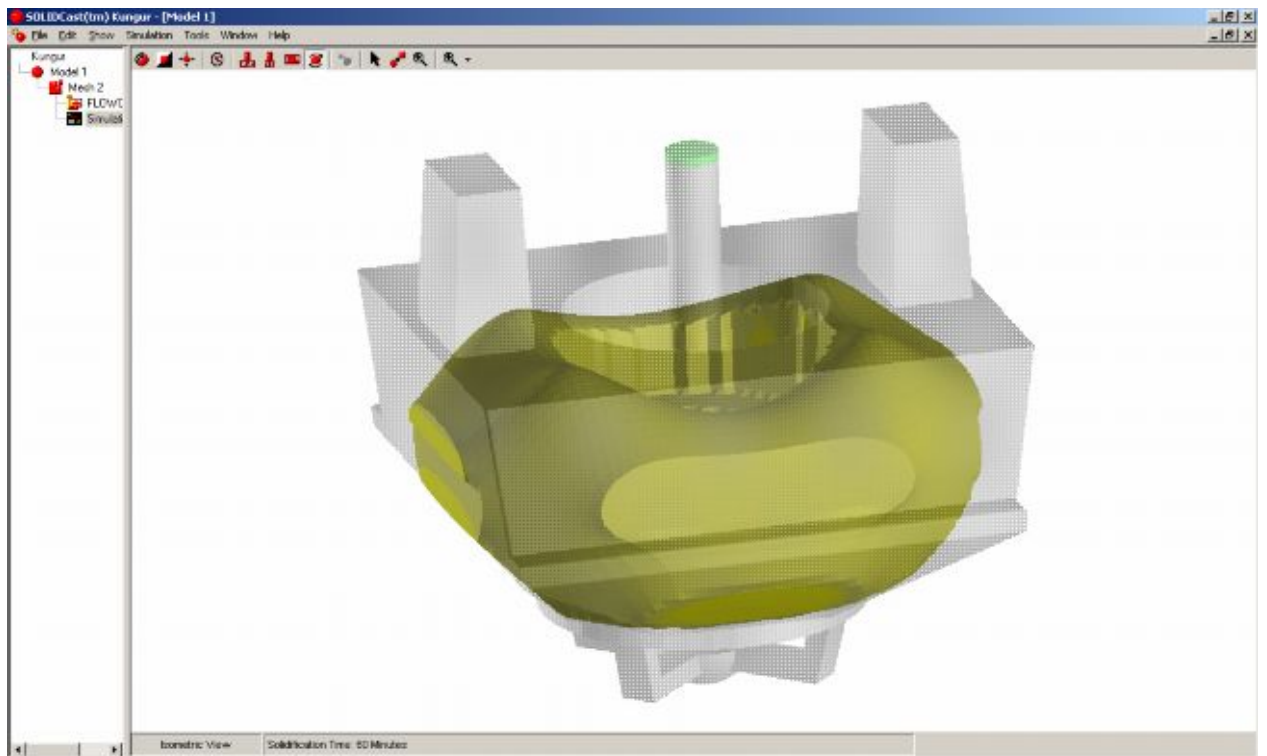


Рис. 12. Доля жидкой фазы через 60 минут после окончания заливки

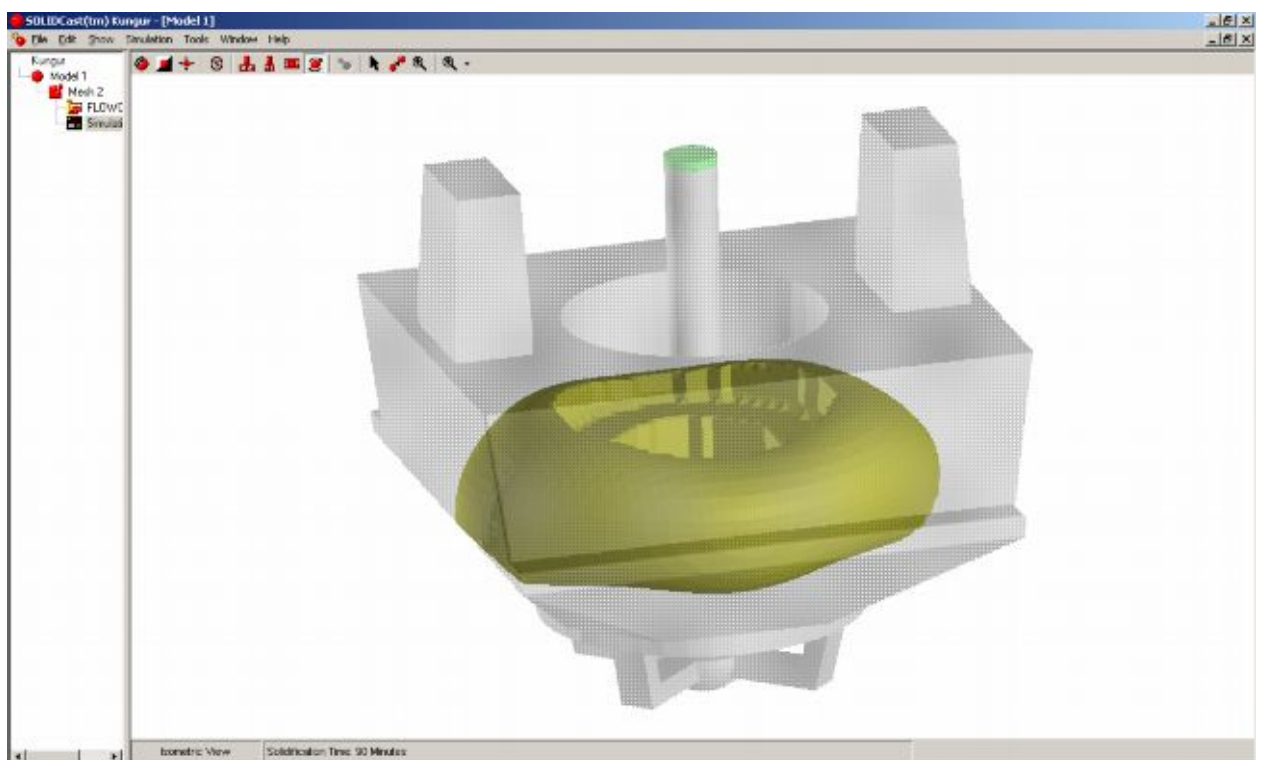


Рис. 13. Доля жидкой фазы через 90 минут после окончания заливки

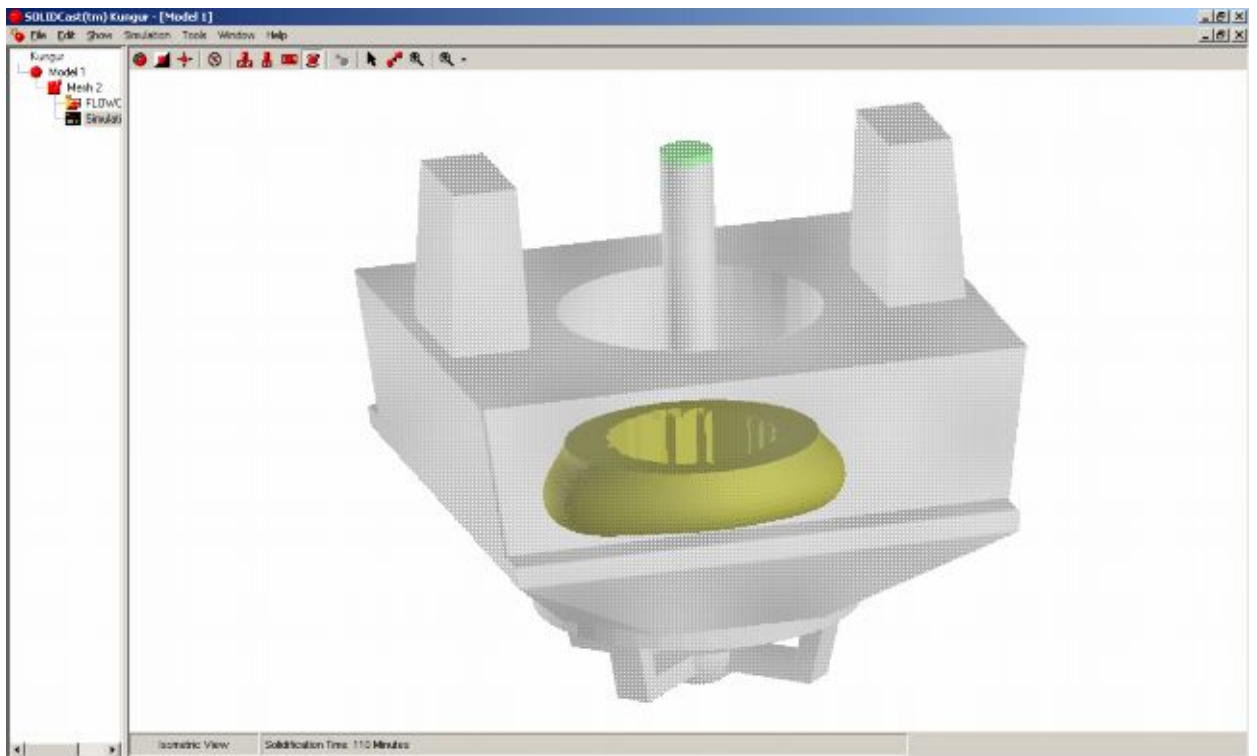


Рис. 14. Доля жидкой фазы через 110 минут после окончания заливки

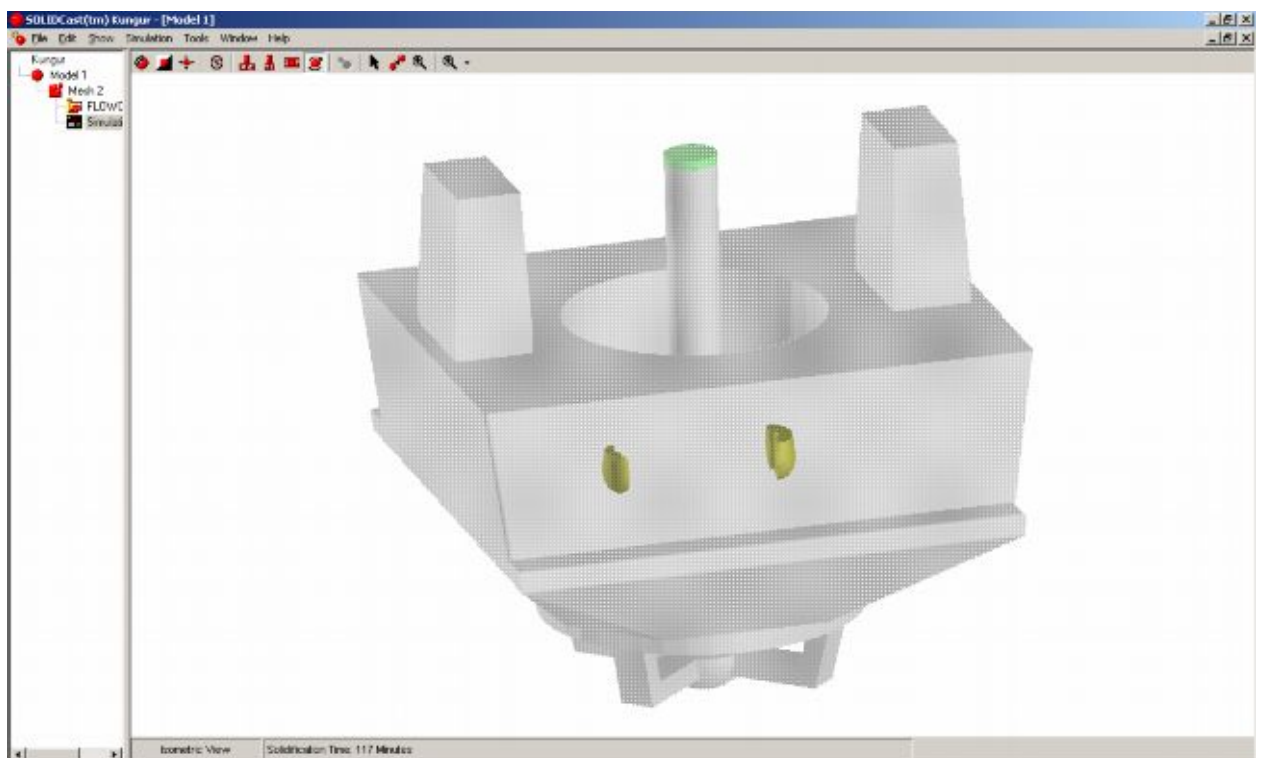


Рис. 15. Доля жидкой фазы через 117 минут после окончания заливки

Для полной кристаллизации отливки в форме потребовалось 118 минут. Как видно из рис. 10 – 15 прибыли затвердевают в самом начале кристаллизации, последней затвердевает средняя часть отливки, прилегающая к стержню. Поэтому следует ожидать проникновения усадочных дефектов в тело отливки.

На рис. 16 - 18 представлены видимые усадочные дефекты (раковины), образующиеся в отливке. Желтым цветом выделены те области, которые имеют плотность металла ниже 70 %.

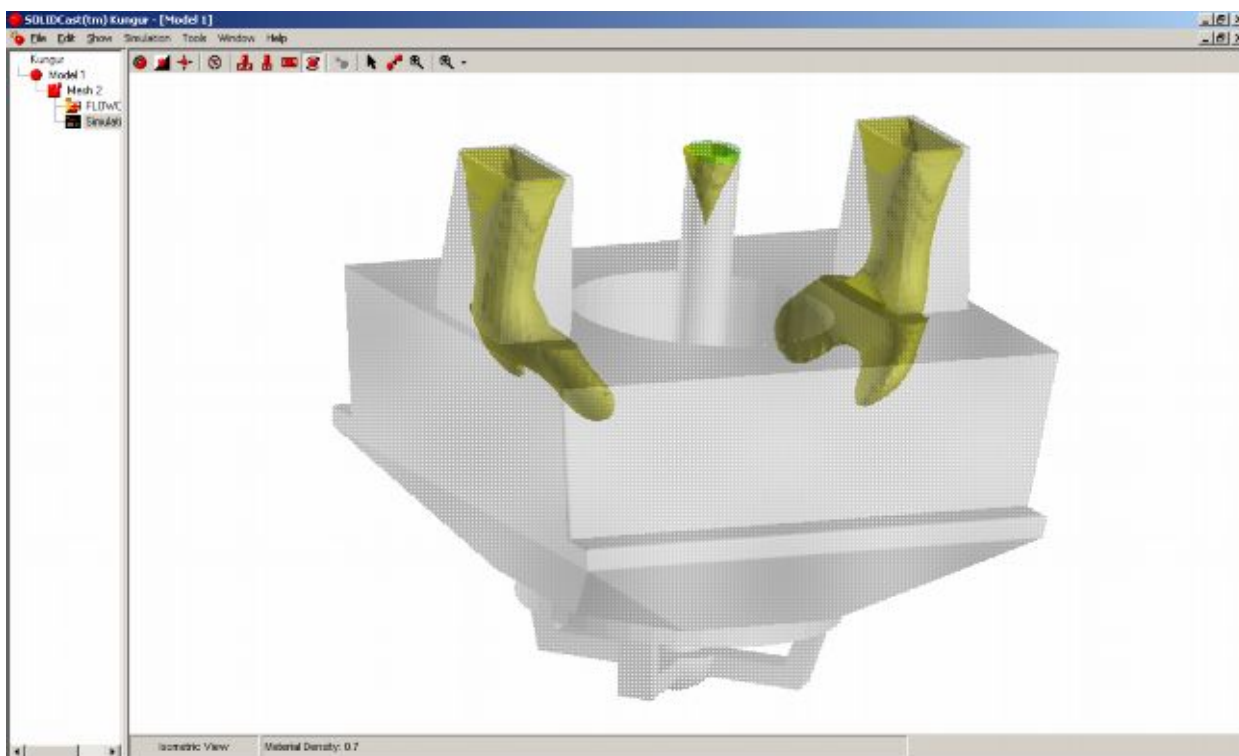


Рис. 16. Распределение усадочных раковин в отливке

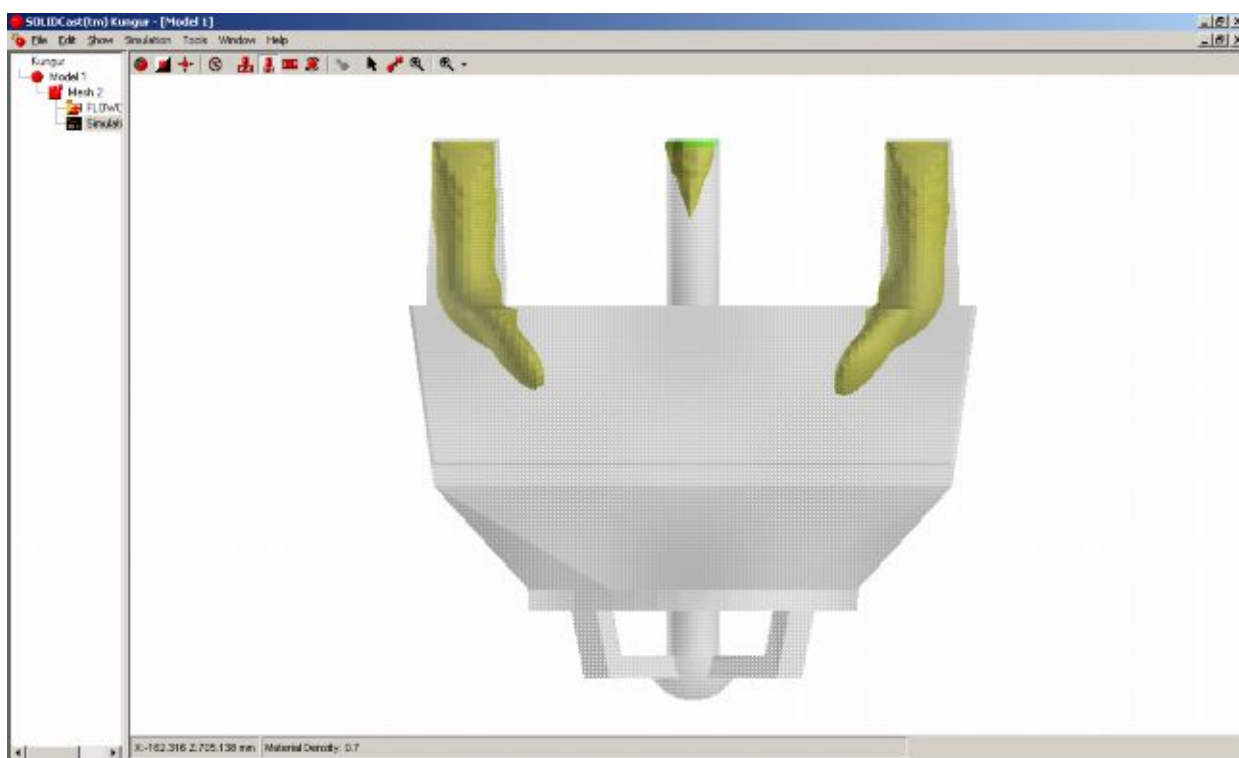


Рис. 17. Распределение усадочных раковин в отливке

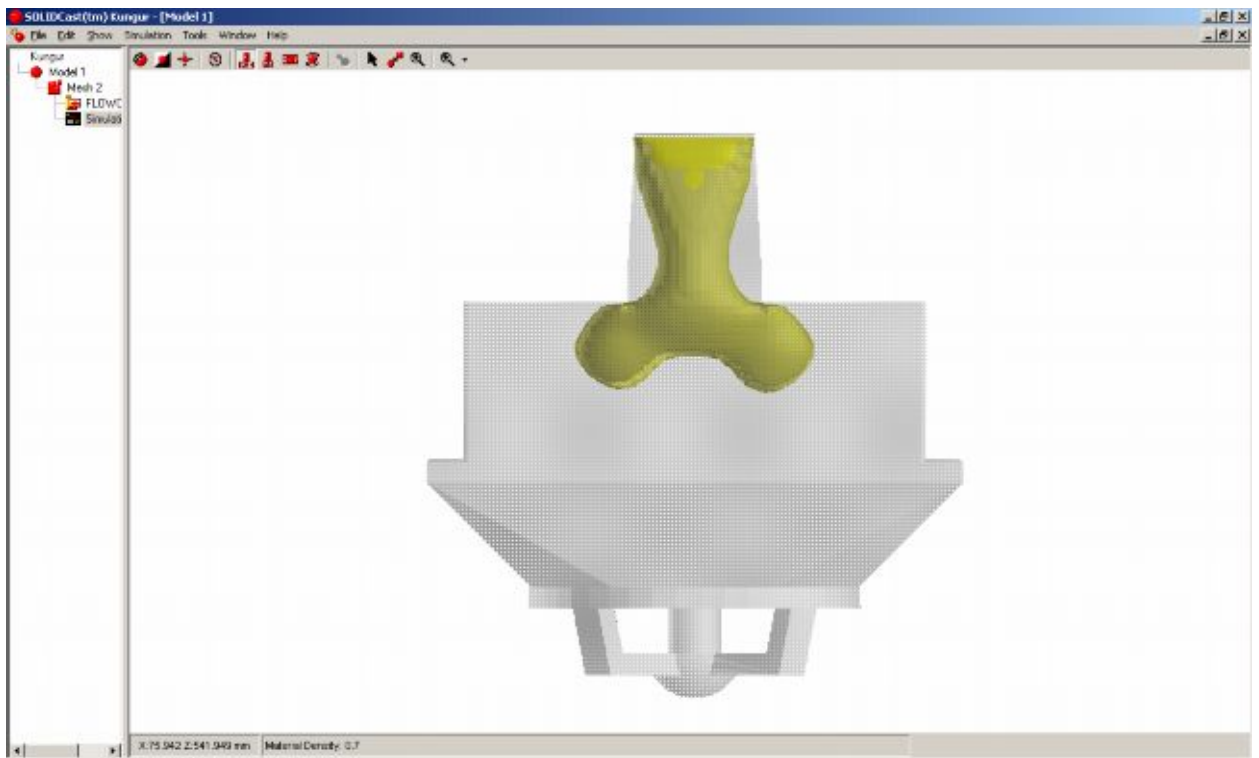


Рис. 18. Распределение усадочных раковин в отливке

Теперь проследим распределение усадочной пористости в отливке (рис. 19 - 21). Желтым цветом выделены области с плотностью металла ниже 100%.

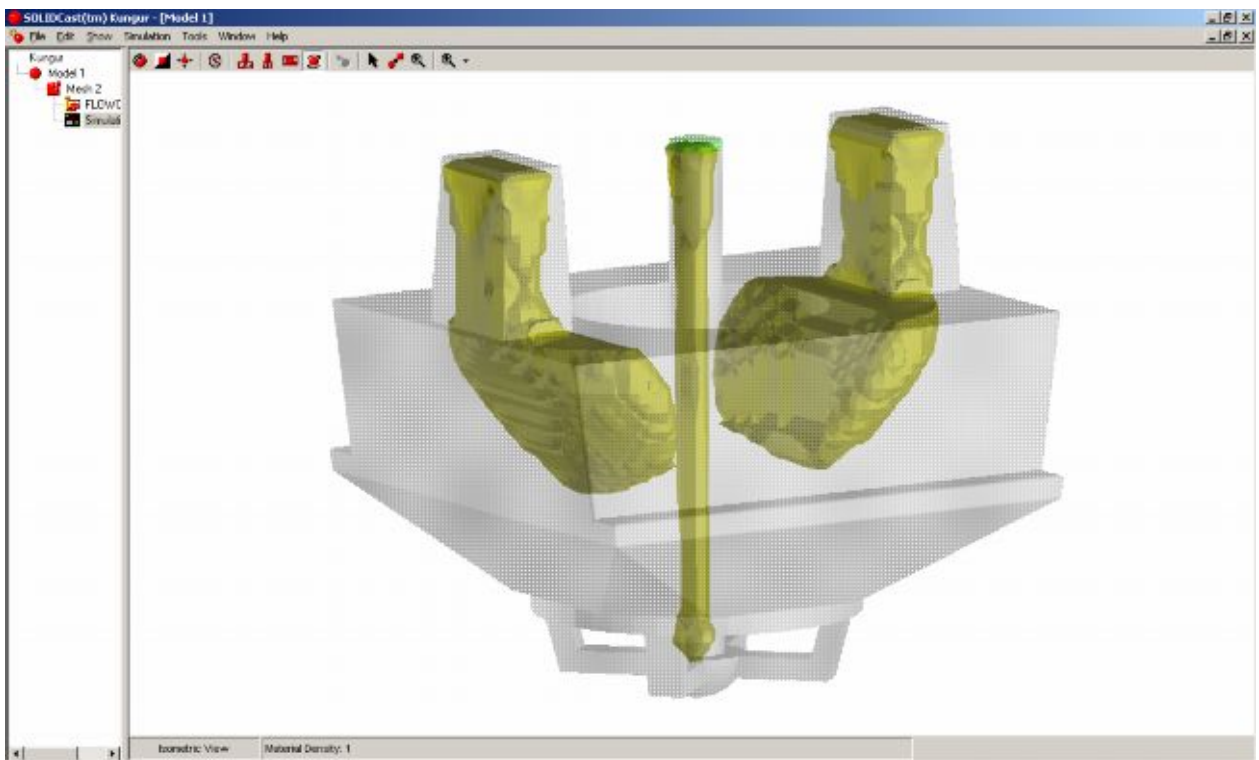


Рис. 19. Распределение усадочной пористости в отливке

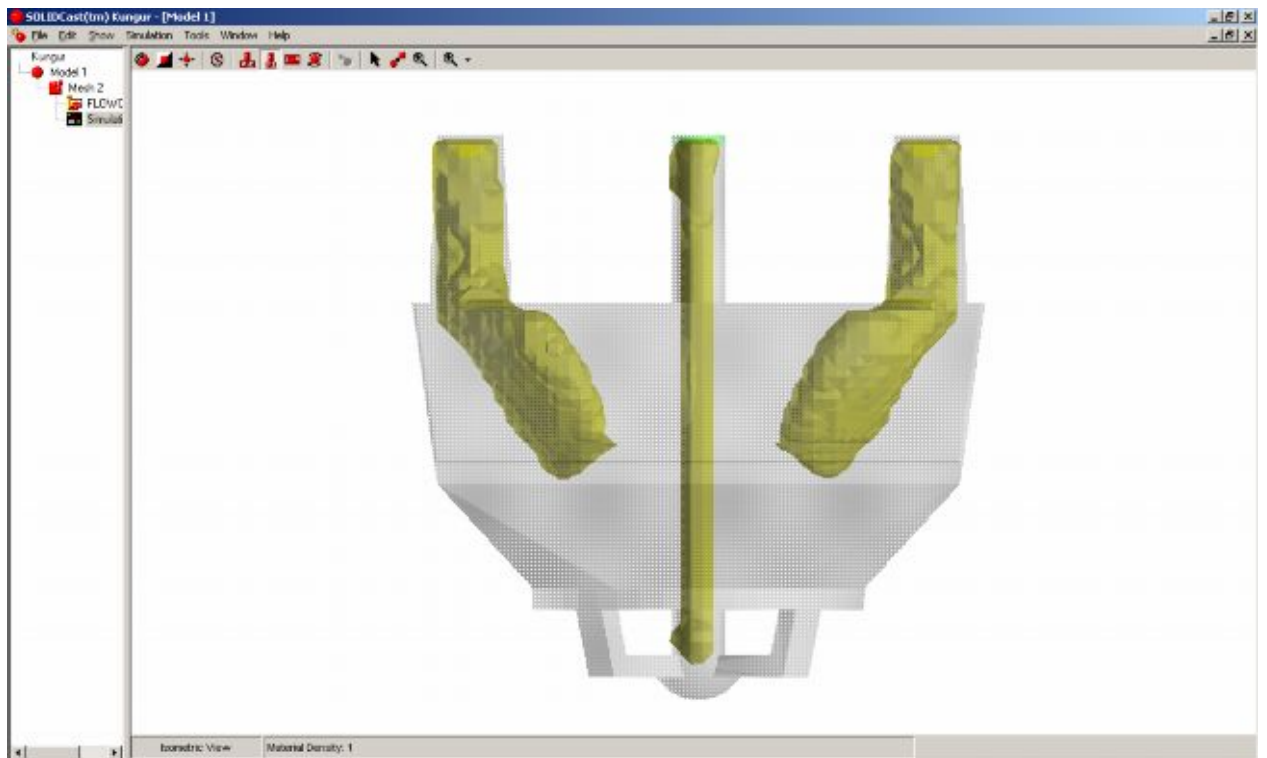


Рис. 20. Распределение усадочной пористости в отливке

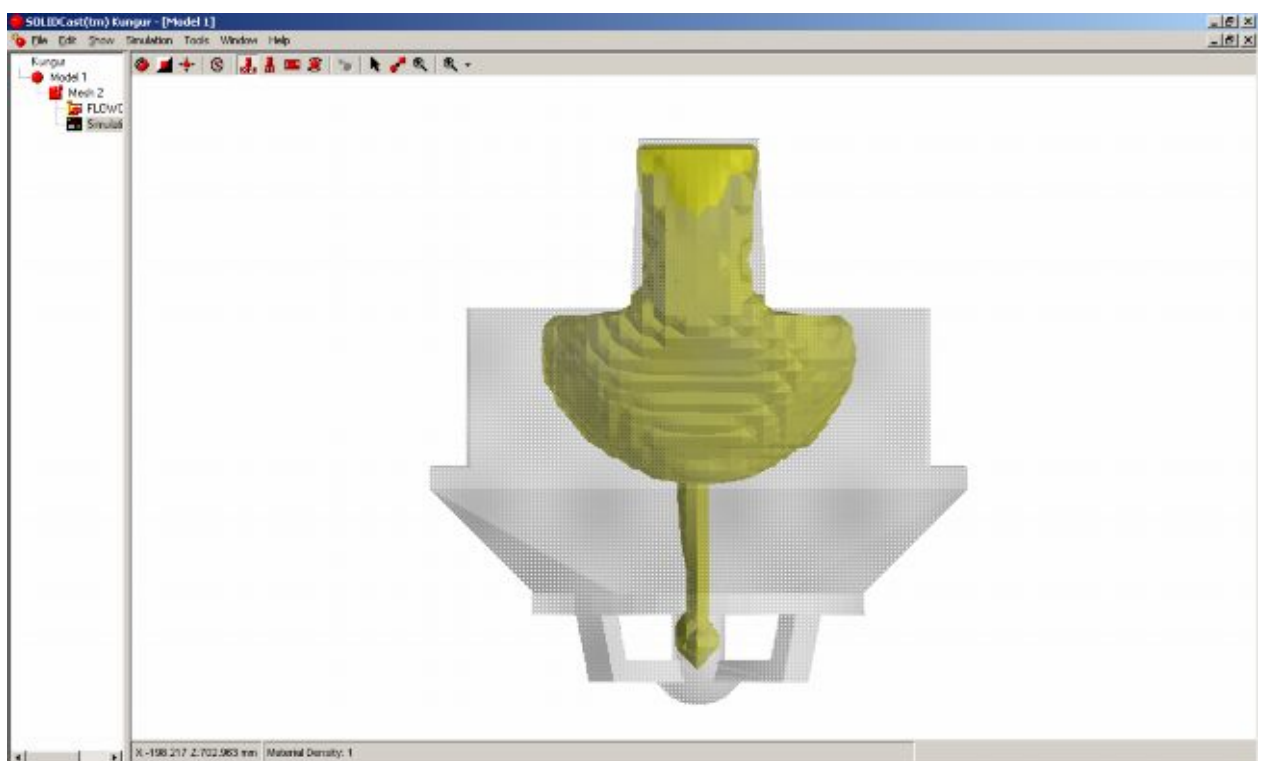


Рис. 21. Распределение усадочной пористости в отливке

Как видно объема прибыли оказалось недостаточным для полного удаления усадочных дефектов из отливки. SOLIDCast имеет встроенный инструмент – Мастер создания прибылей, который может в данном случае помочь технологу определить объем и размеры прибыли, достаточные для полного питания отливки; расчет при этом опирается на конкретную геометрию отливки, сплав, время кристаллизации.

Для получения начальных данных для Мастера создания прибылей, проводили расчет кристаллизации “голой” отливки (отливки без прибылей). Конфигурация и размеры новых прибылей после расчета представлены на рис. 22.

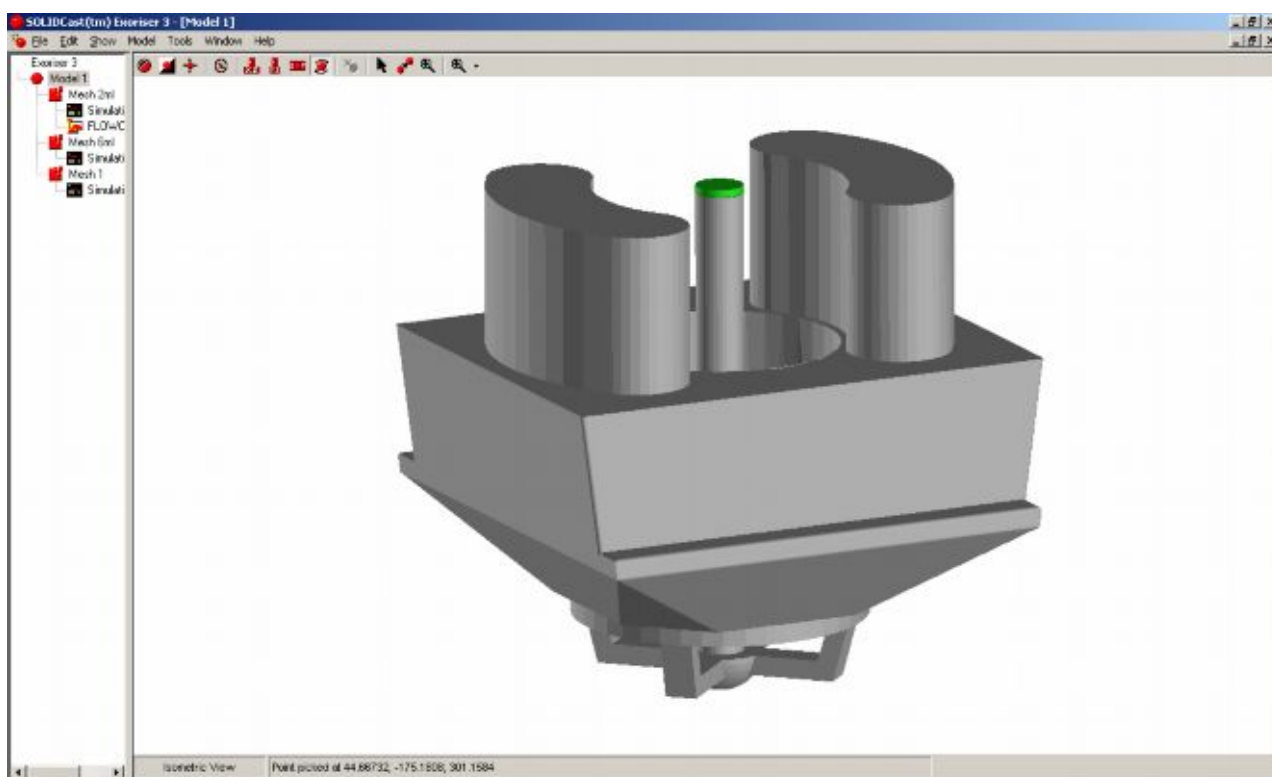


Рис. 22. Общий вид отливки с измененной технологией

Так как отливка имеет массивные стенки, которые застывают сравнительно долго, было принято решение использовать в технологии экзотермические прибыли. На рис. 23 представлена модель отливки с прибылями и слоем экзотермической смеси.

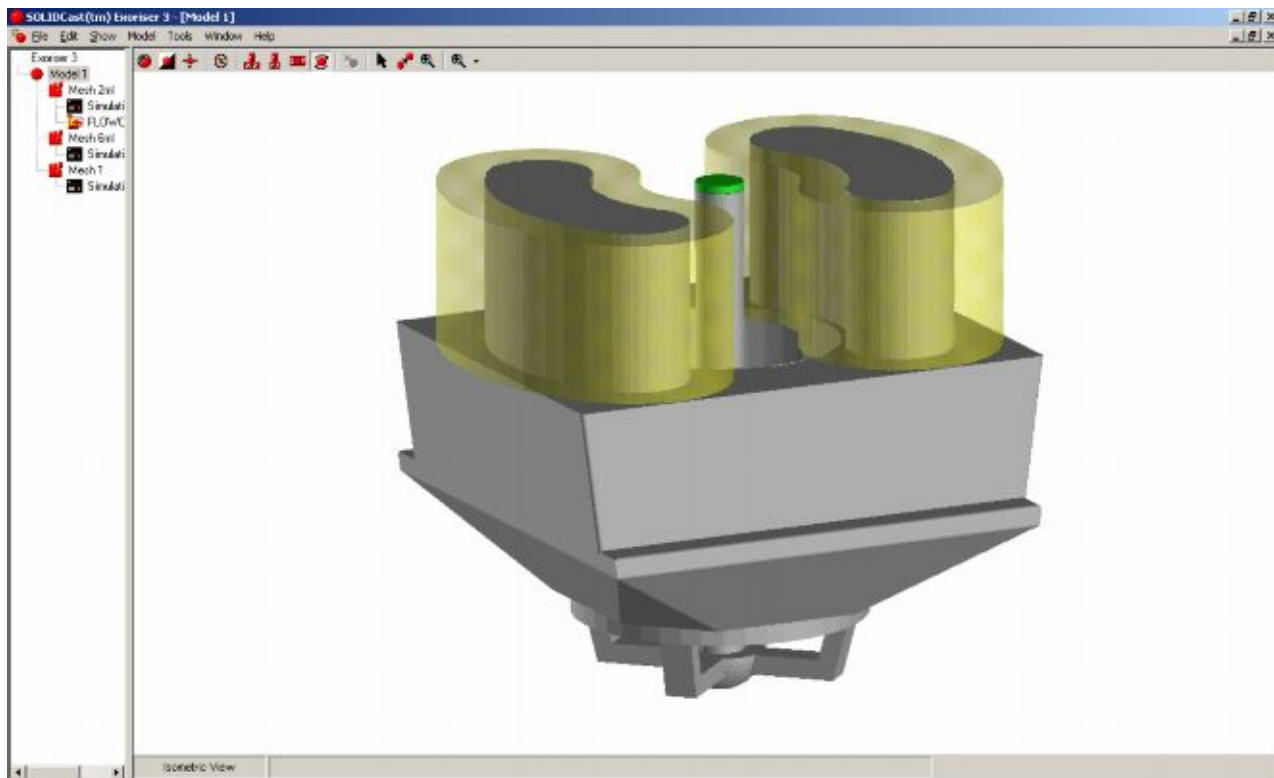


Рис. 23. Общий вид отливки со слоем экзотермической смеси

Проследим прогресс заполнения формы расплавом на рис. 24 – 28.

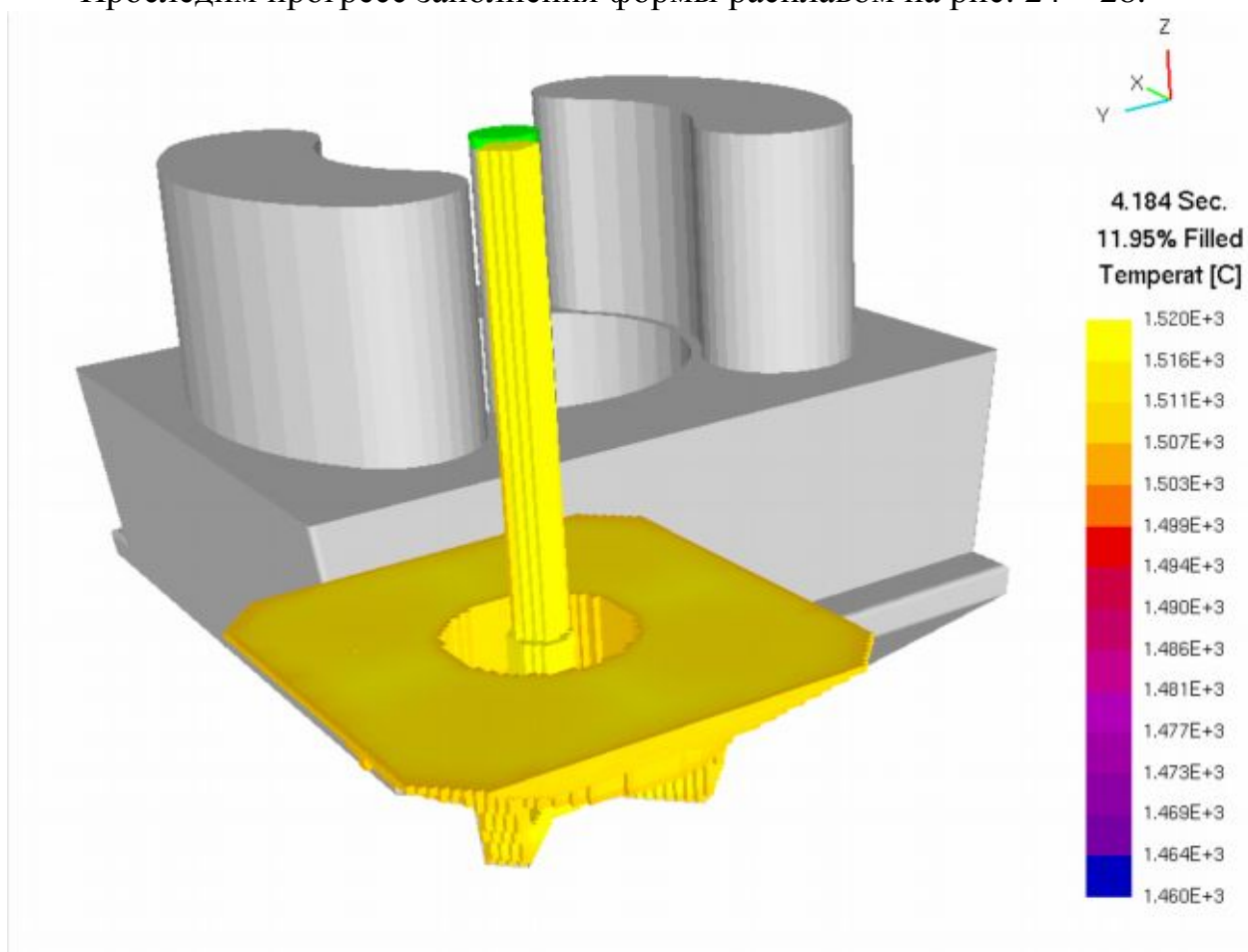


Рис. 24. Заполнение полости формы сплавом

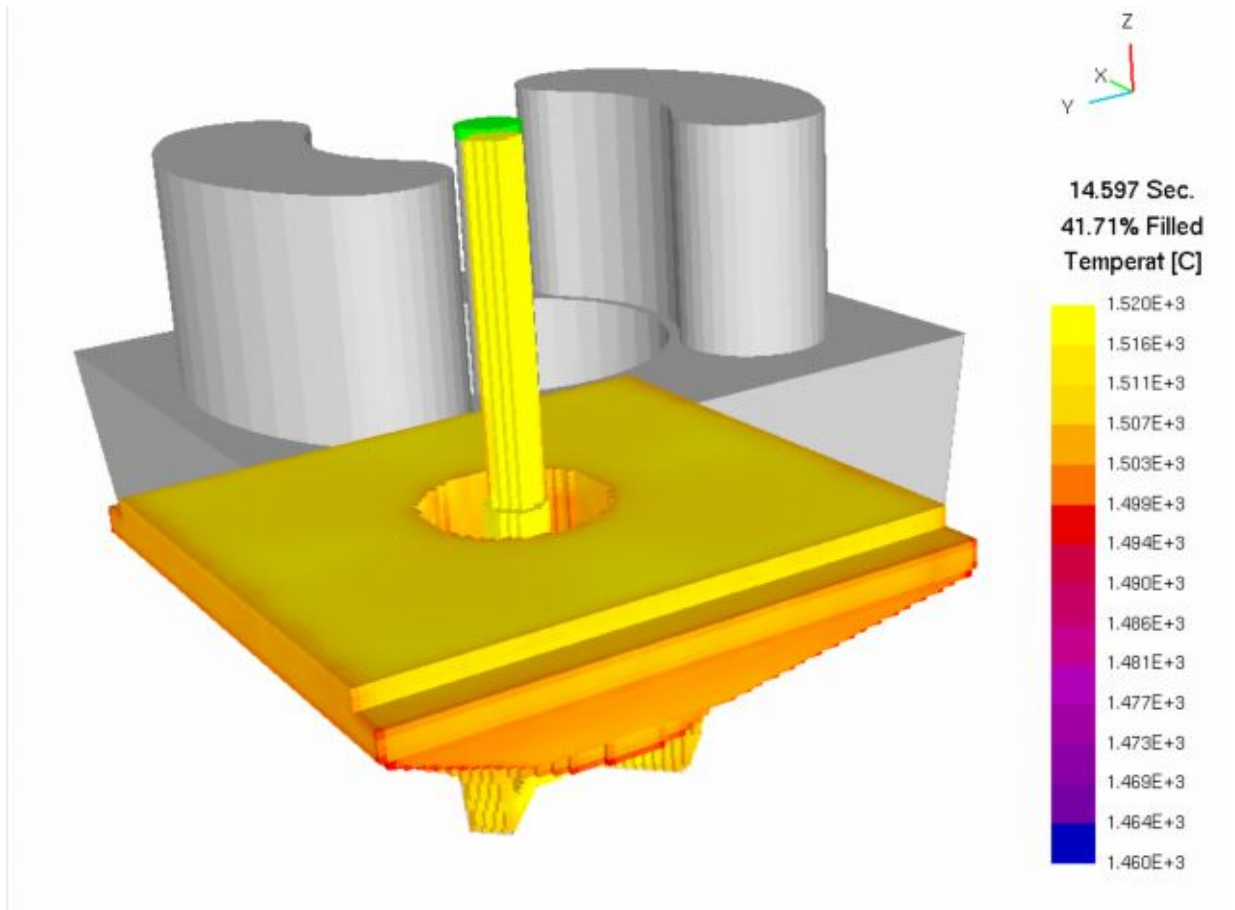


Рис. 25. Заполнение полости формы сплавом

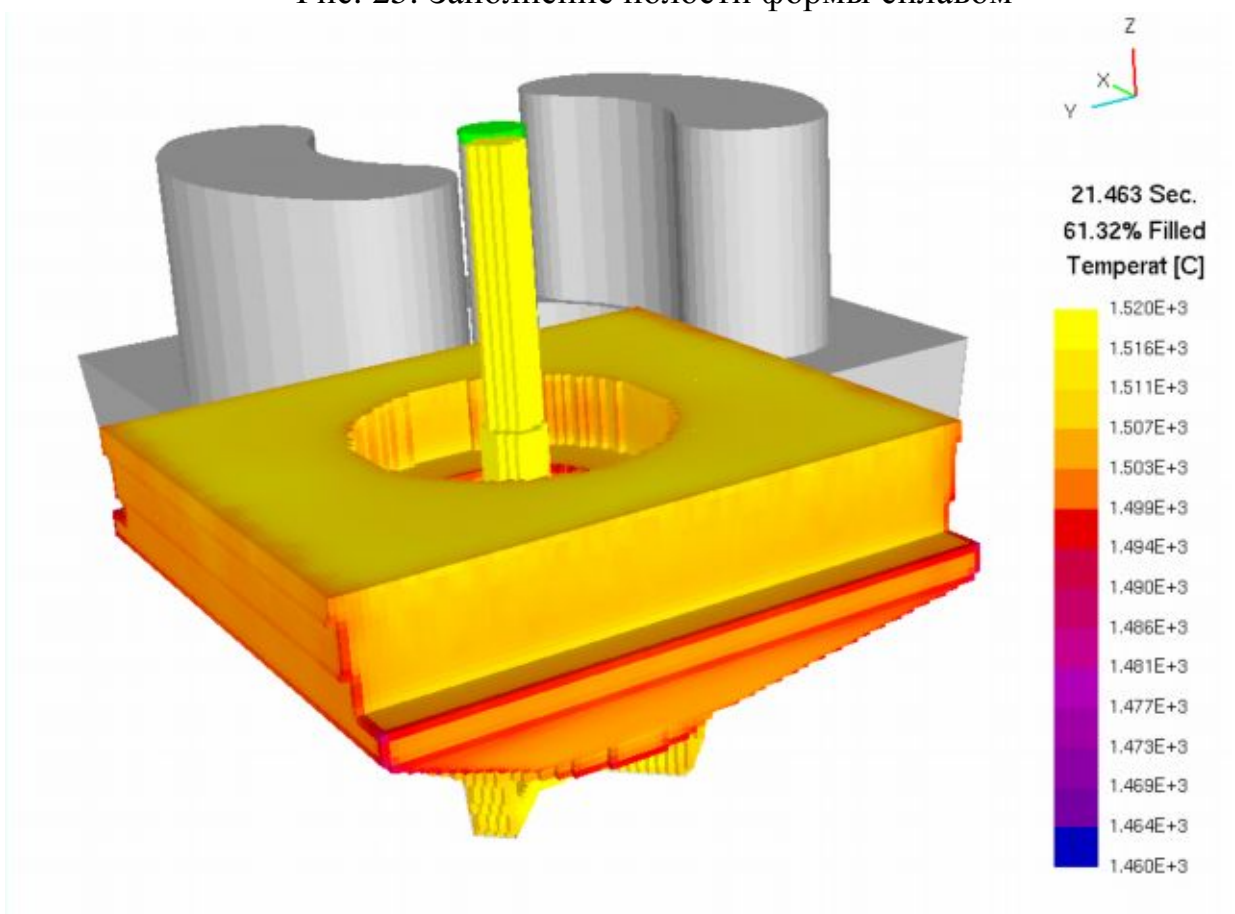


Рис. 26. Заполнение полости формы сплавом

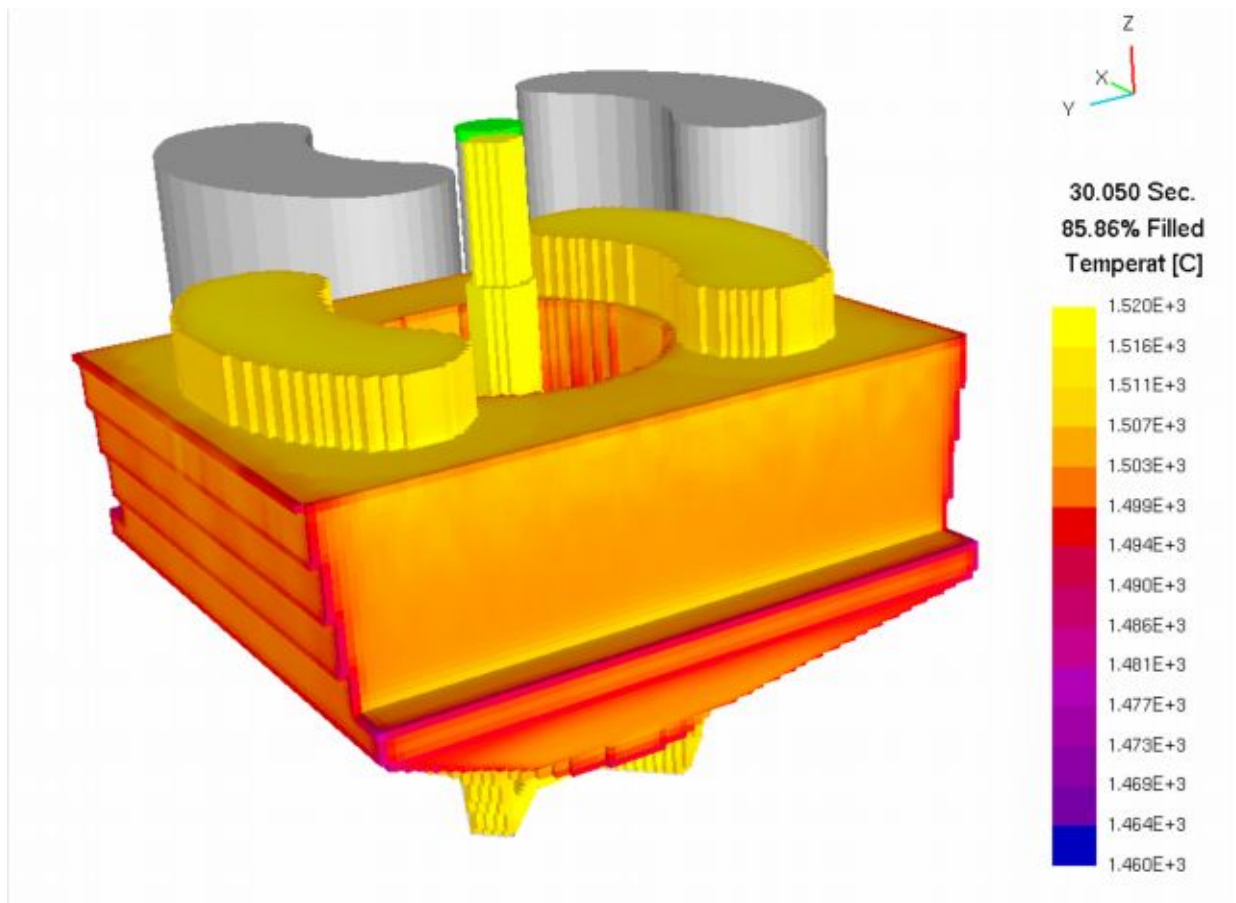


Рис. 27. Заполнение полости формы сплавом

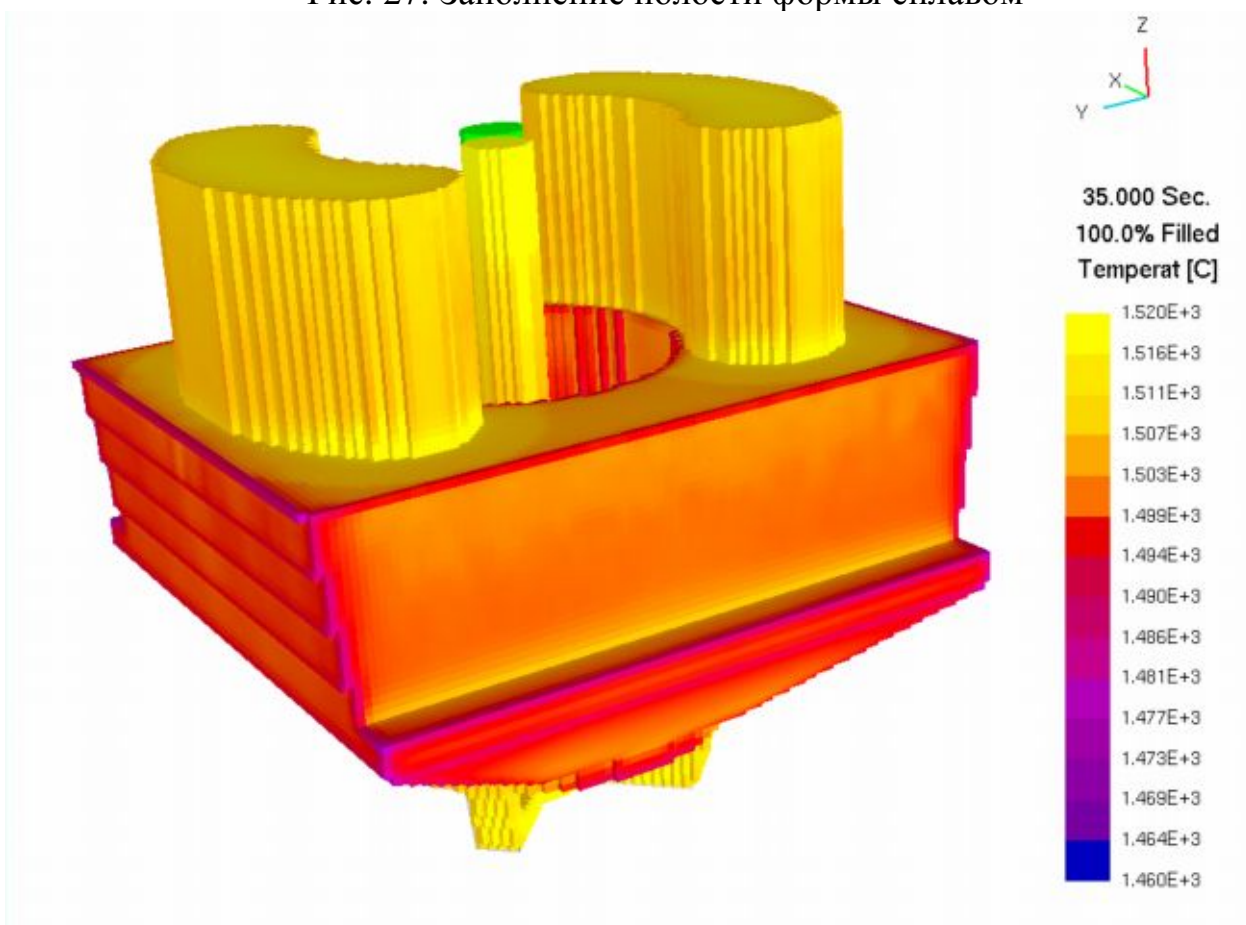


Рис. 28. Заполнение полости формы сплавом

Анализ путей движения неметаллических частиц в расплаве при заливке форме (рис. 29) так же позволяет говорить о вероятном отсутствии включений в отливке.

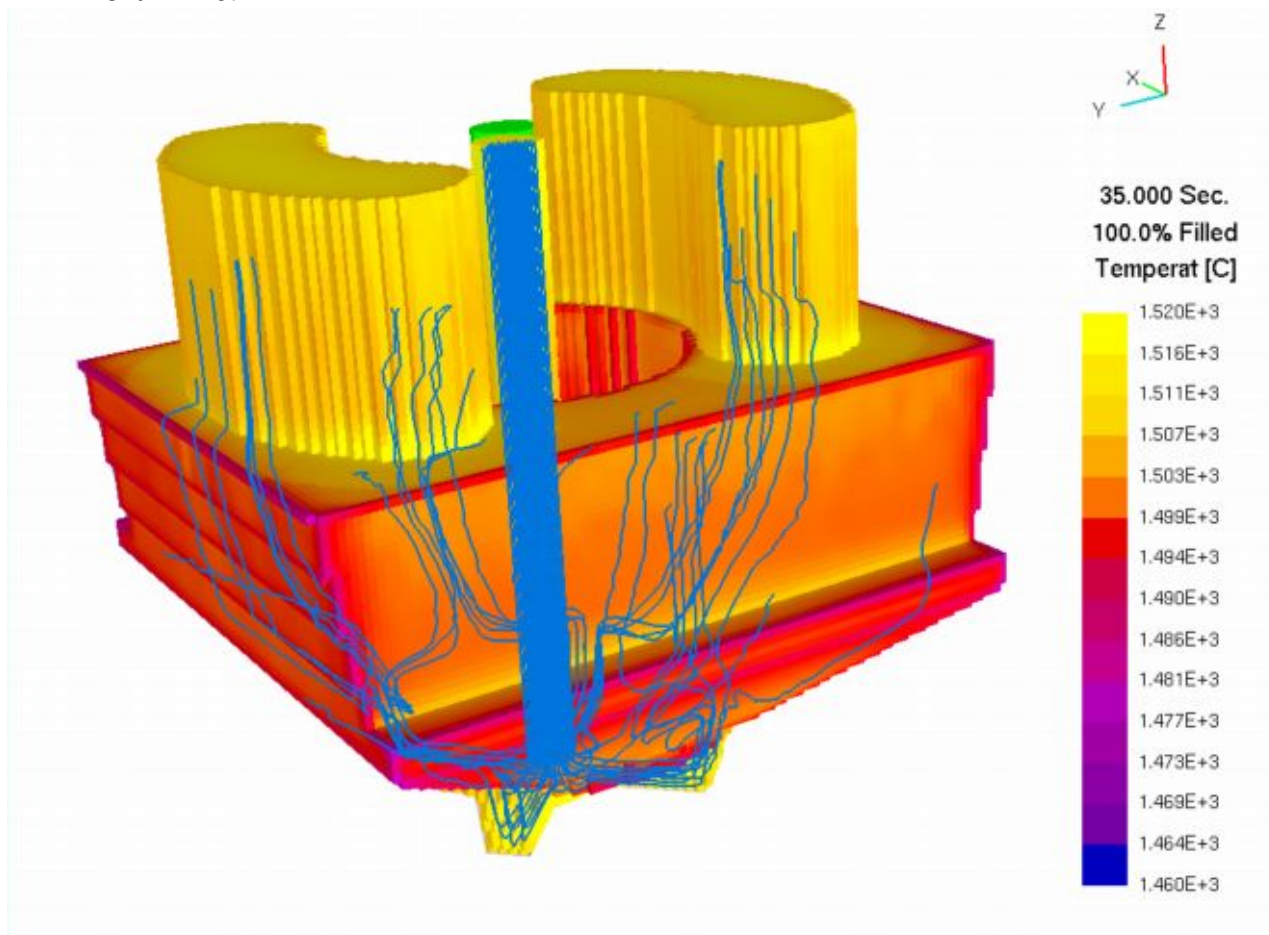


Рис. 29. Траектории движения неметаллических частиц при заполнении формы сплавом

Теперь проследим кристаллизацию отливки в форме, на рис. 30 – 35 изображено окно вывода SolidCast при расчете задачи. В данном окне можно проследить: время моделирования, временной шаг, максимальную и минимальную температуру сплава и формы, количество твердой фракции.

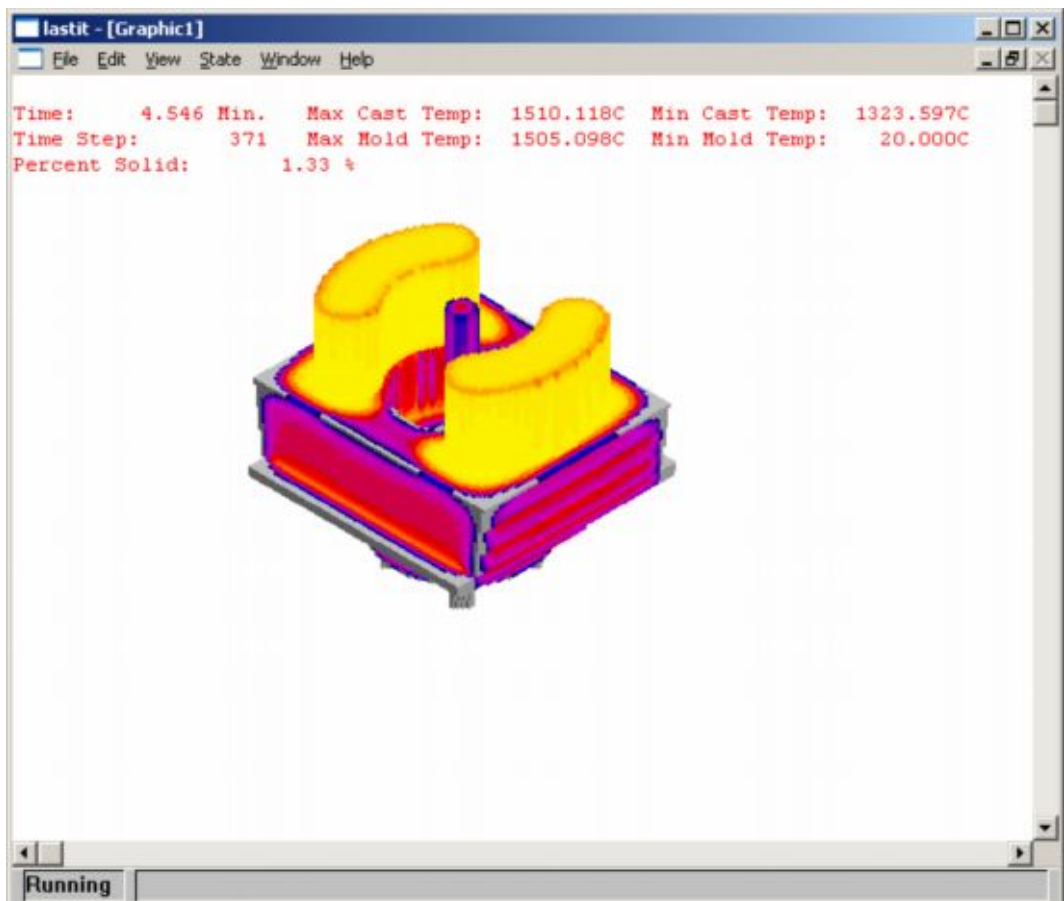


Рис. 30. Кристаллизация отливки “Крышка” (1,3 % твердой фазы)

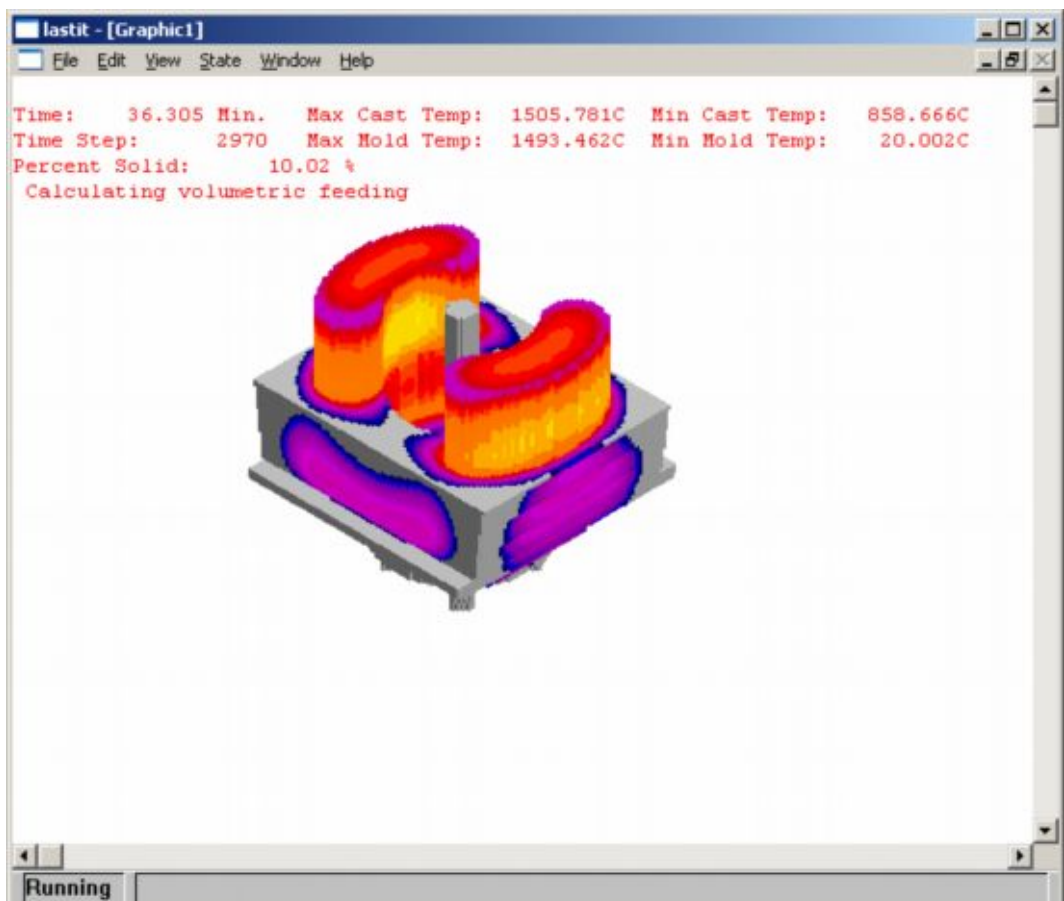


Рис. 31. Кристаллизация отливки “Крышка” (10 % твердой фазы)

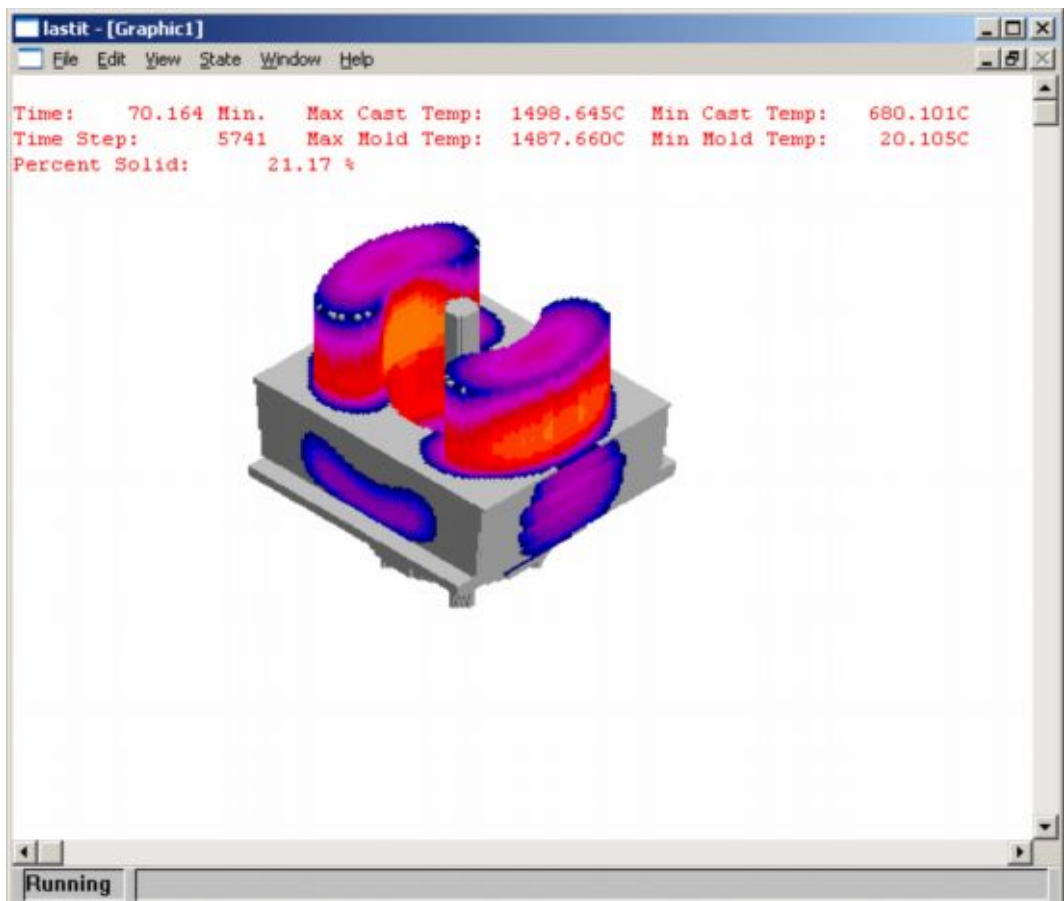


Рис. 32. Кристаллизация отливки “Крышка” (21,2 % твердой фазы)

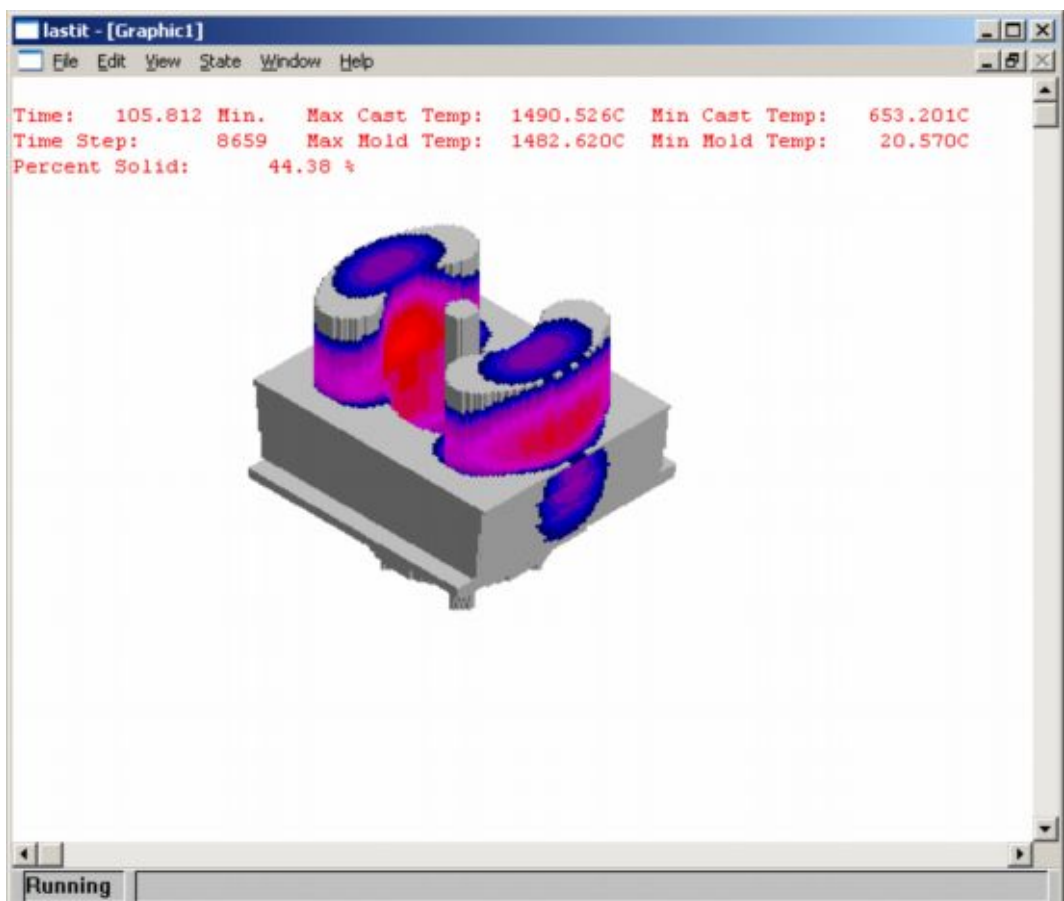


Рис. 33. Кристаллизация отливки “Крышка” (44,4 % твердой фазы)

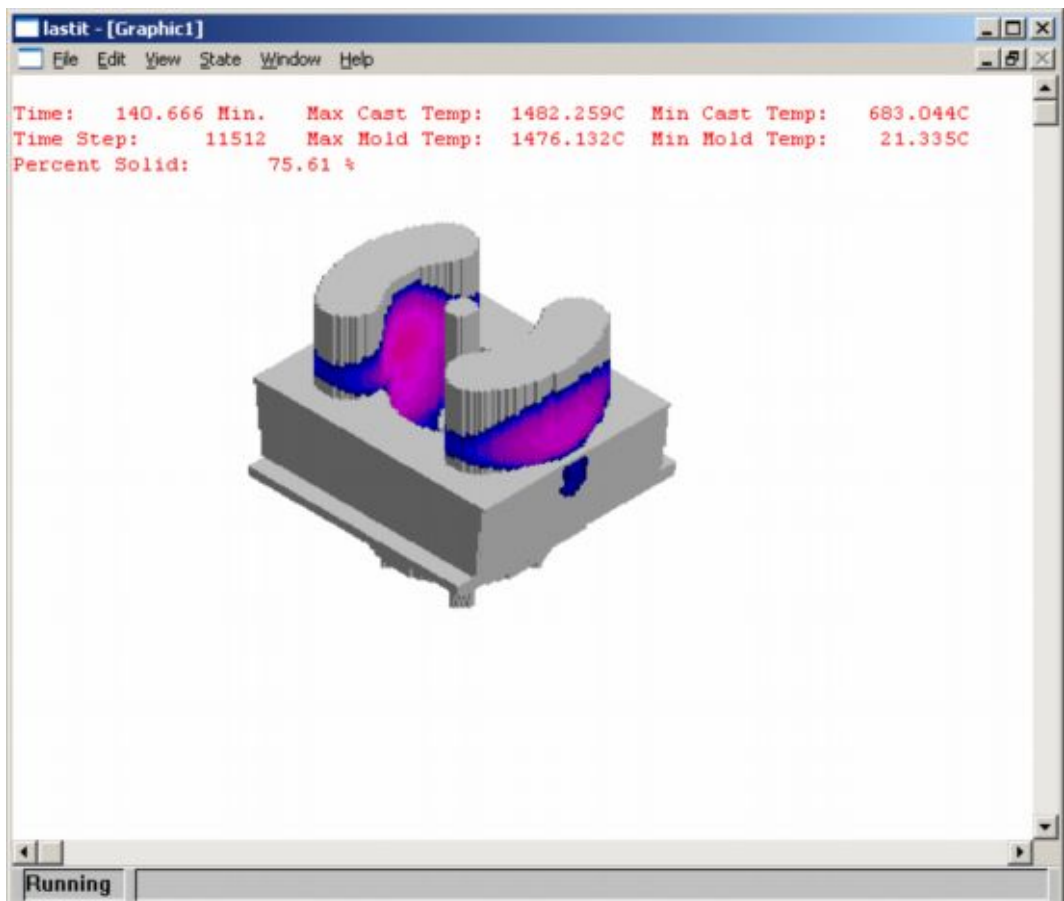


Рис. 34. Кристаллизация отливки “Крышка” (75,6 % твердой фазы)

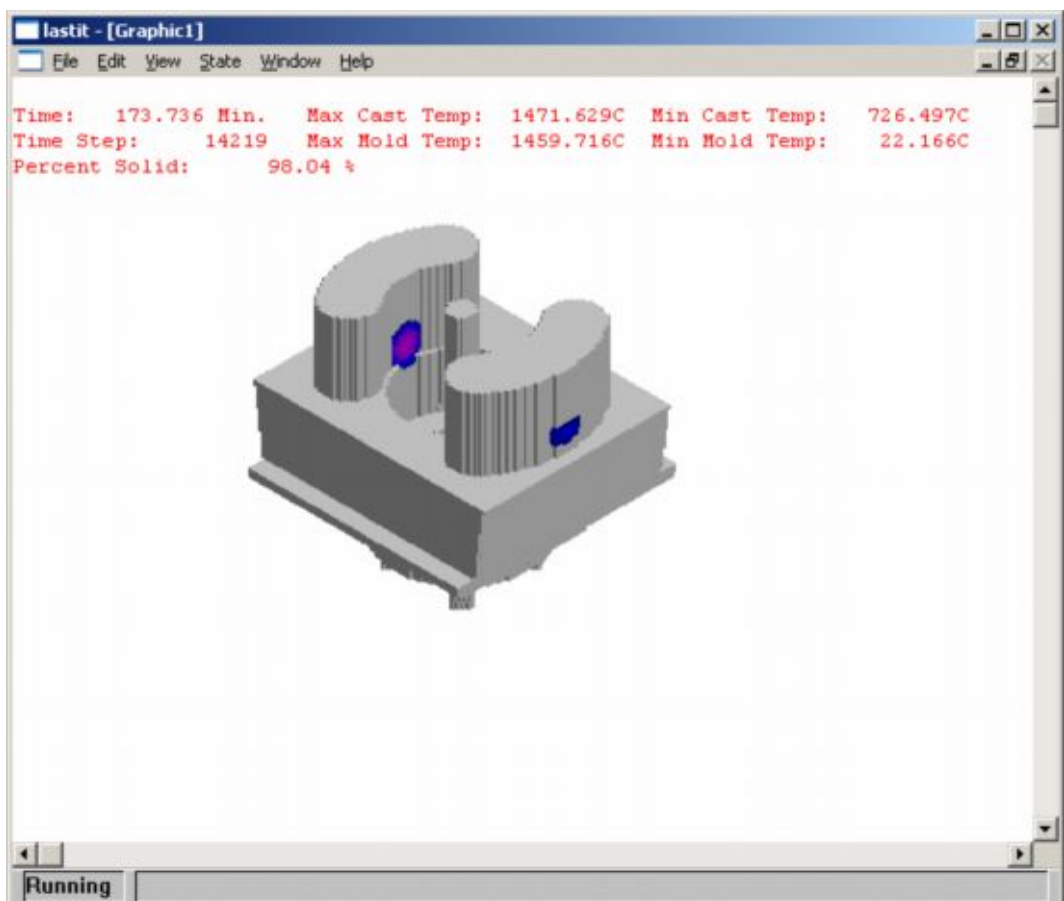


Рис. 35. Кристаллизация отливки “Крышка” (98 % твердой фазы)

На рис. 30 – 35 можно видеть, что в процессе кристаллизации выполняется принцип направленного затвердевания – от отливки к прибылям, снизу вверх. В результате картина распределения усадочных дефектов выглядит следующим образом (рис. 36 - 40).

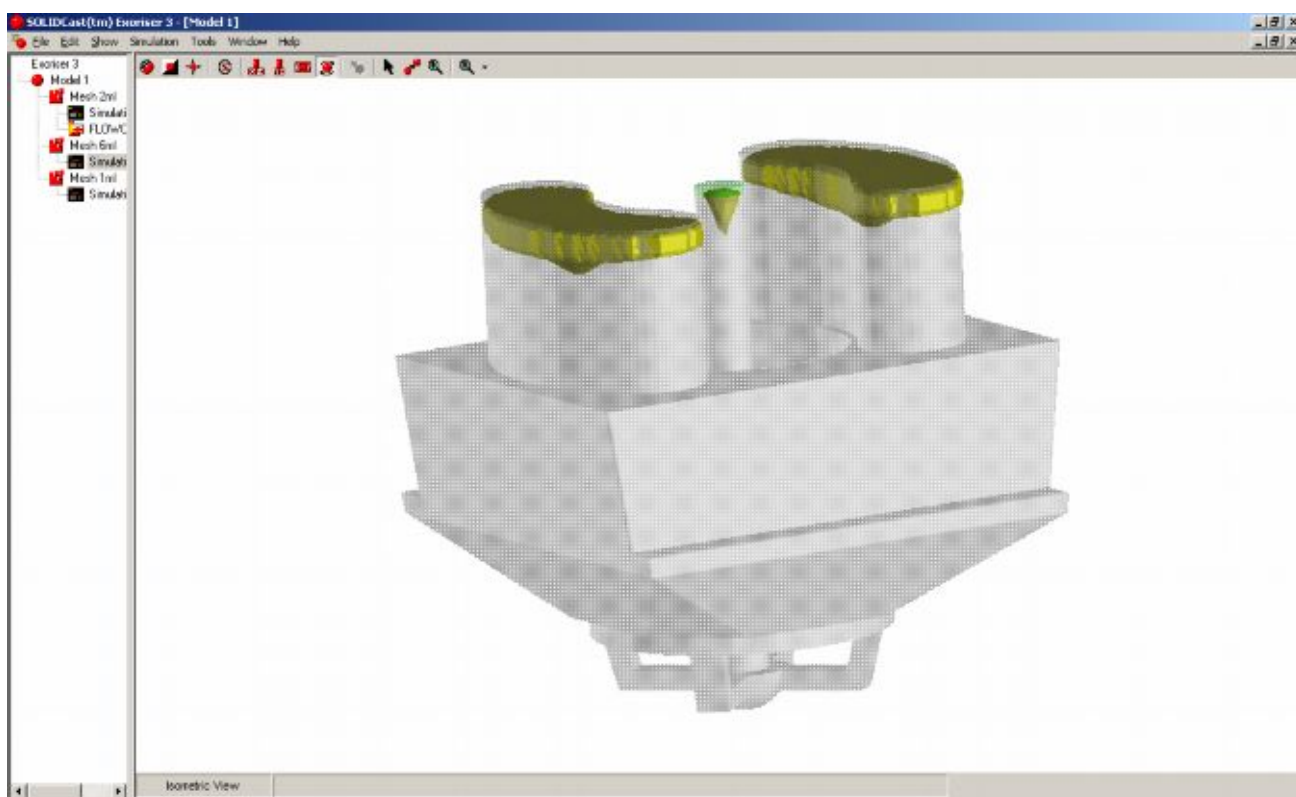


Рис. 36. Распределение усадочных раковин в отливке

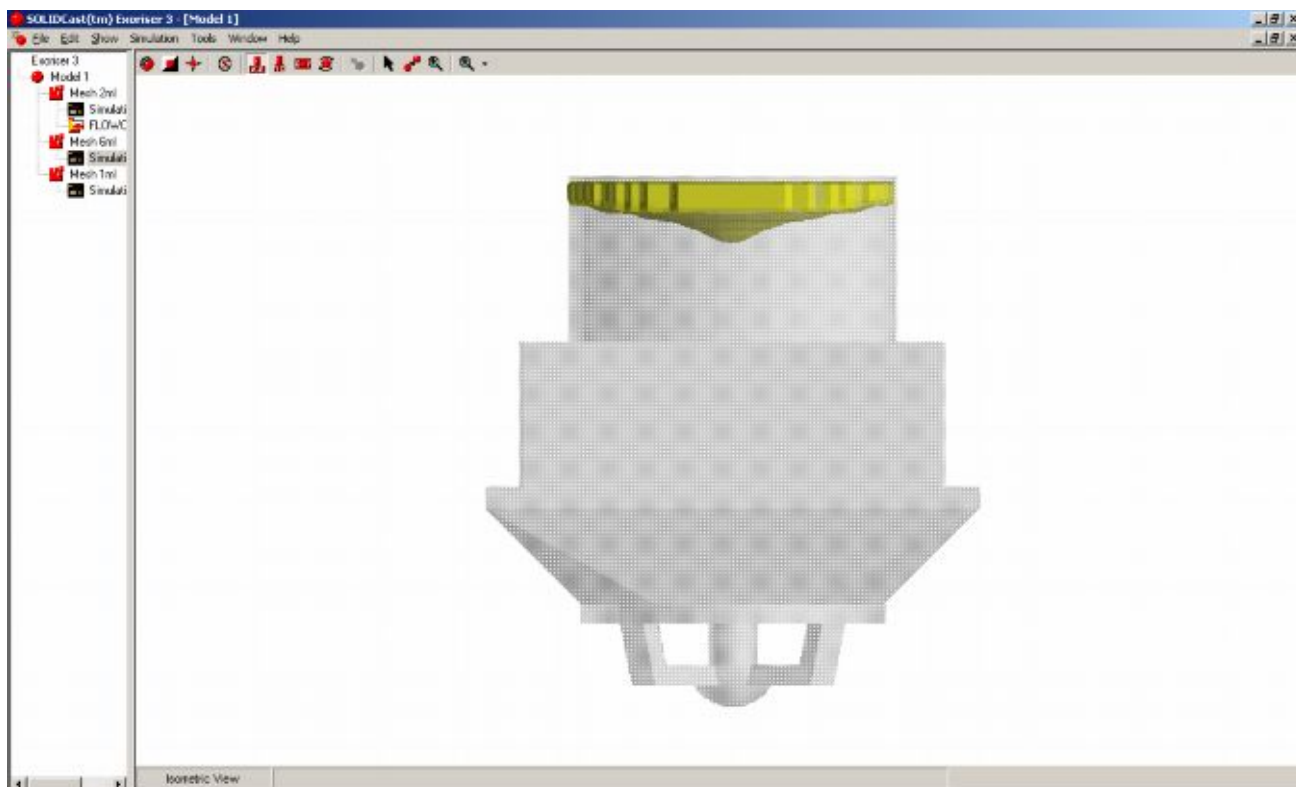


Рис. 37. Распределение усадочных раковин в отливке

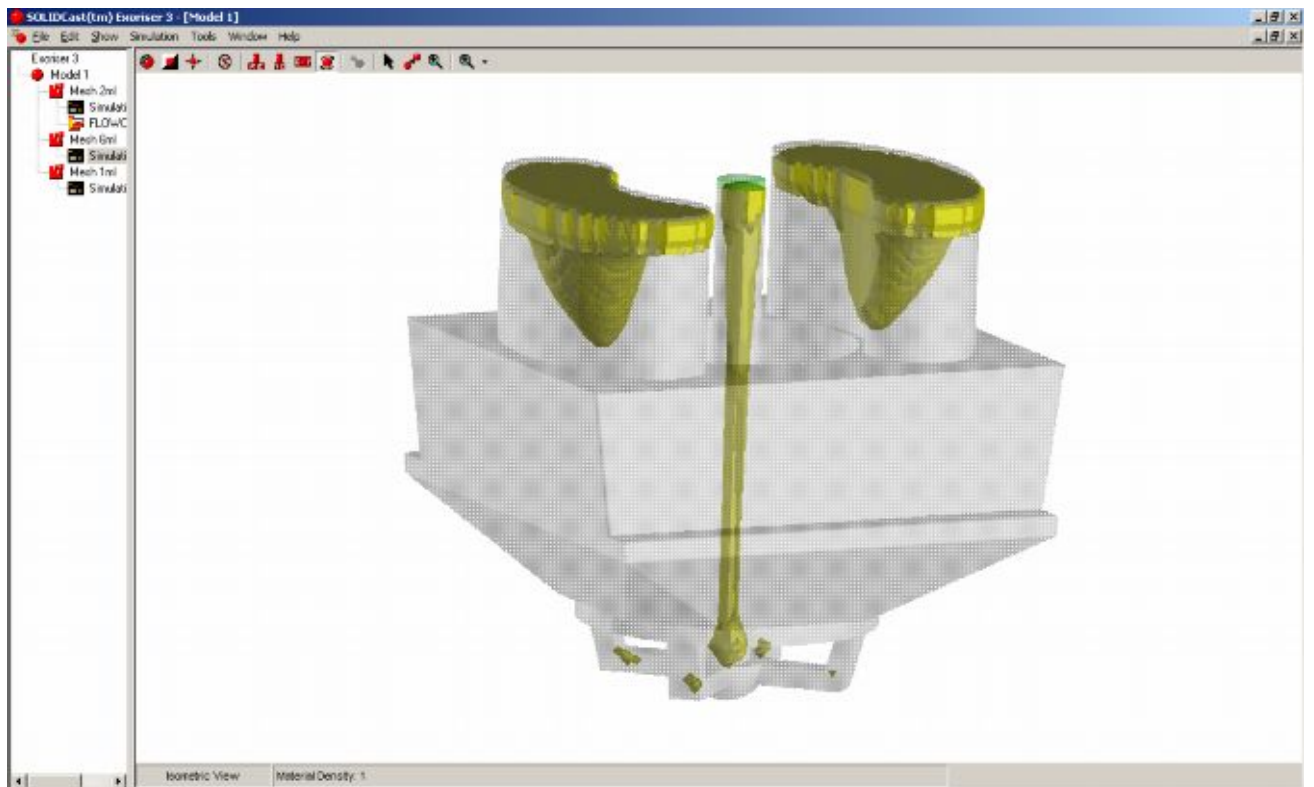


Рис. 38. Распределение усадочной пористости в отливке

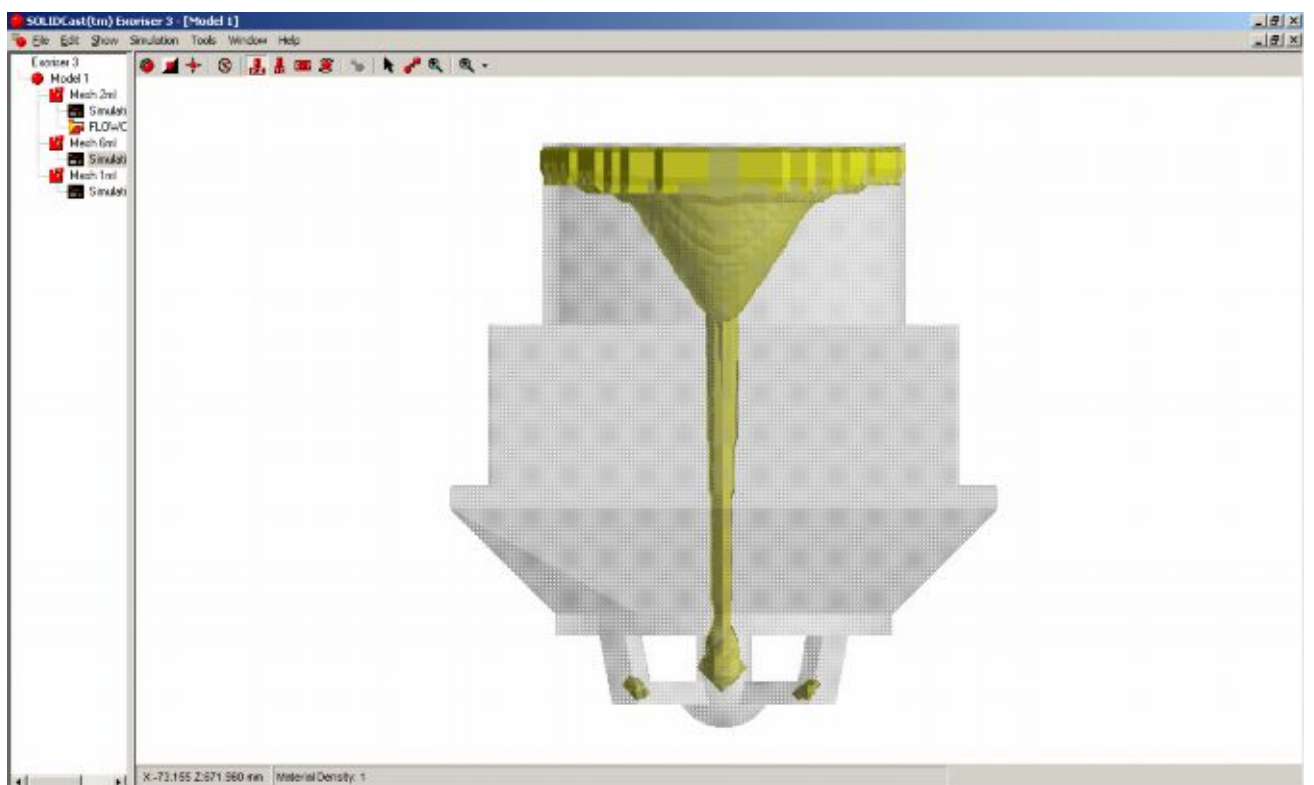


Рис. 39. Распределение усадочной пористости в отливке

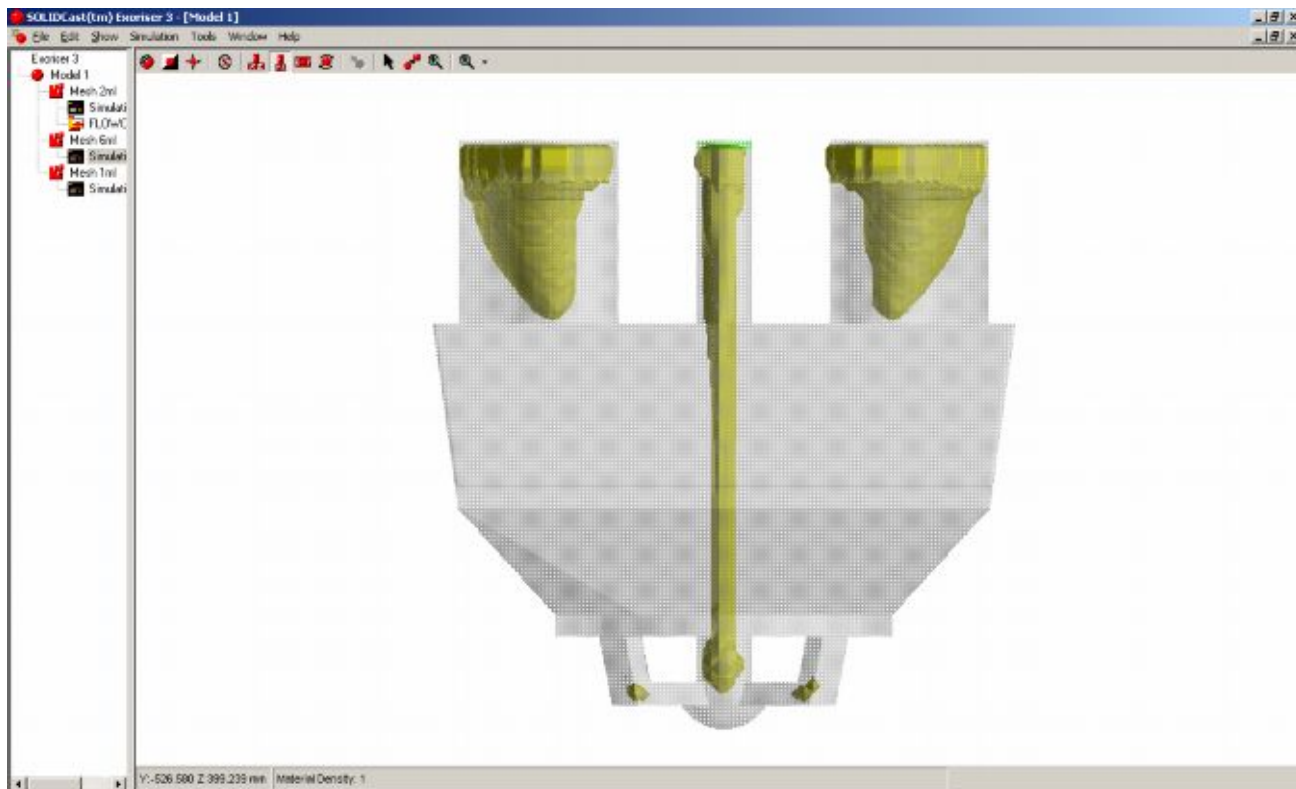


Рис. 40. Распределение усадочной пористости в отливке

Все усадочные дефекты сконцентрированы в прибылях, плотность отливки – 100 %.

Окончательный результат расчета прибылей в программе SolidCast:

- масса отливки – 617 кг;
- масса прибылей и литниковой системы – 178 кг;
- выход годного – 77,6 %.

Временные затраты на компьютерный анализ двух вариантов технологий.

Моделирование литейных процессов произведено в программном комплексе SolidCast (моделирование заливки формы проводилось в гидродинамическом модуле FlowCast).

Время на подготовку входных данных, настройка программы – 1,5 часа.

Время расчета – 6 часов, при расчете на ПК следующей конфигурации: P-IV 1,5 MHz, 1 Gb ОЗУ.