

2. Павкин, Д. Ю. Бесконтактная оценка упитанности молочных коров с использованием ToF-технологии / Д. Ю. Павкин [и др.] // Агроинженерия. – 2021. – № 2 (102). – С. 39–44.

УДК 621.74

Андрушевич А.А.¹, кандидат технических наук, доцент;

Калиниченко В.А.², кандидат технических наук, доцент,

Ласоцкий С.А.¹; Шатилло С.Д.², студенты

¹*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

²*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ «ПОЛИГОНСОФТ»

Аннотация. Приведены сведения об инновационной разработке технологического процесса литья деталей сельхозтехники на основе системы компьютерного моделирования «ПолигонСофт». Рассмотрены особенности применения системы для оптимизации режимов получения чугунной заготовки с минимальными потерями на примере детали «Стакан».

Abstract. In the paper provided some information about innovative development of the technological process of casting agricultural machinery parts based on the computer modeling system "PolygonSoft". Features of the application of the system for optimizing the modes of obtaining a cast iron blank with minimal losses are considered using the example of the part "Glass".

Ключевые слова Литьё, технологический процесс, заготовка, деталь, система, компьютерное моделирование

Введение. При производстве сельхозмашин первостепенное значение приобретает применение более прогрессивных методов изготовления деталей в массовом производстве, а также их ремонте. Важным является правильный выбор метода получения заготовки для последующей механической обработки и совершенствование конструкции детали с целью уменьшения расхода и повышения коэффициента использования металла. Одними из экономически оправданных технологических методов получения заготовок в сельскохозяйственном машиностроении являются различные способы литья, которые постоянно совершенствуются и автоматизируются.

Основная часть. Многие детали сельскохозяйственной техники, например, фланцы, стаканы, фитинги, целесообразно изготавливать литейными технологиями, обеспечивая высокое качество, умеренную трудоемкость и низкую стоимость [1].

В последнее время для оптимизации технологических процессов литья, повышения качества литых заготовок успешно применяется система компьютерного моделирования литейных процессов (СКМ ЛП) «ПолигонСофт», PolygonSoft (далее «ПолигонСофт»), которая предназначена для решения задач литейного производства [2]. Это профессиональная программа, позволяющая прогнозировать и анализировать причины возникновения дефектов на стадии создания литейной технологии, конструкции литейного блока и выбора литниково-питающей системы. «ПолигонСофт» помогает создать и/или оптимизировать некоторые наиболее важные этапы технологического процесса на цифровом прототипе отливки, до проектирования и изготовления литейной формы, что снижает затраты на эксперимент, время на доработку литейной технологии и себестоимость конечной продукции.

СКМ ЛП представляет собой пакет математических моделей, позволяющих моделировать заполнение формы расплавом, перенос тепла (теплопроводностью, конвекцией и излучением), затвердевание отливки, образование усадочных дефектов (раковины, макро- и микропористость), напряжения, деформации и многое другое [2]. Моделирование большинства физических процессов ведется методом конечных элементов, который позволяет использовать наиболее близкие к реальности физические и геометрические модели. Структура программы представлена в виде схемы (рисунок 1).

Предварительно созданные в сеточном генераторе конечно-элементные сетки тел отливки и элементов формы загружаются в препроцессор «Мастер» для подготовки к расчету. В случае расчета сложного радиационного теплообмена обрабатывается в модуле «Трассировка». Расчет заполнения формы расплавом проводится решателем «Эйлер». Затем, в решателе «Фурье» рассчитываются поля температур и формирование раковин и пористости при затвердевании. Напряженно-деформированное состояние отливки рассчитывается в решателе «Гук». Необходимые свойства и условия расчета для всех трех решателей загружаются из баз данных. Результаты, полученные в решателе «Фурье» могут быть использованы в решателях «Термообработка» и «Структура 2D».

Результаты расчета просматриваются в постпроцессорах «Мираж» и «Мираж-Л». В модуле «Критерий» может быть проведена дополнительная критериальная обработка расчетных полей функциями (из библиотеки или созданными пользователем).

Использование данной Системы можно оценить на примере проектирования технологического процесса литья заготовки детали «Стакан», часто используемой в сельхозмашиностроении для присоединения трубопроводов к оборудованию, соединения арматуры и т.п. (рисунок 2). Материал стакана – серый чугун СЧ20 (ГОСТ1412-85), который отличается хорошей обрабатываемостью резанием и имеет требуемые механические свойства. При этом масса готовой детали составляет 2,7 кг. Программа

выпуска – ориентировочно 10 000 штук. Для оптимизации условий заливки выбрана кустовая схема отливки на четыре заготовки.

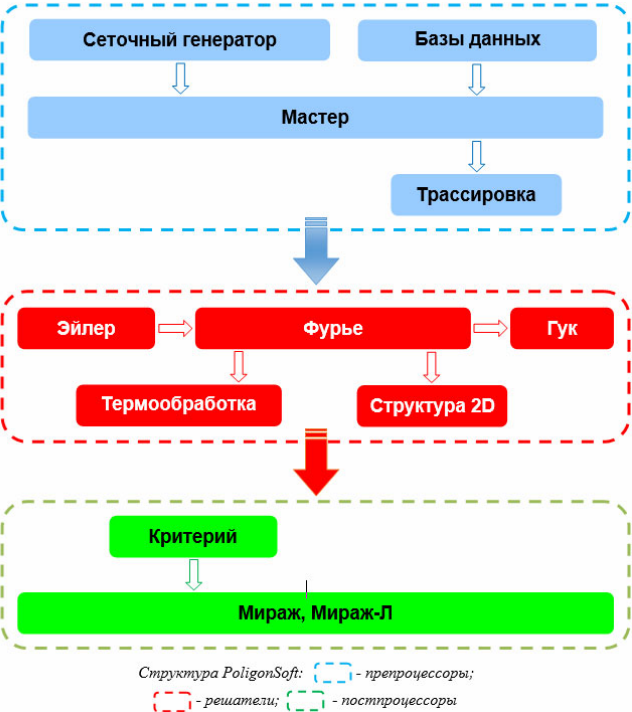


Рисунок 1 – Принципиальная схема СКМ ЛП «ПолигонСофт»

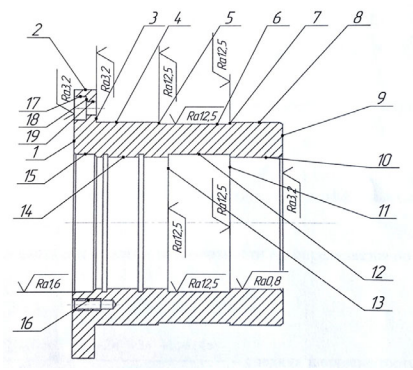


Рисунок 2 – Рабочий чертеж детали «Стакан»

Параметры, при которых происходило моделирование технологического процесса литья в разовую литейную форму:

Чугун СЧ20. Температура заливки – 1390 °С. Масса заливаемого металла 15 кг. Материал формы – песчано-глинистая смесь. Скорость заливки – 0,6 м/с. Диаметр подвода – 30 мм.

Наиболее оптимальным является вариант с ускоренным временем заливки. Полная заливка прошла за 5,5 секунд. Охлаждение до 500 градусов составило 3385 секунд. Доля жидкой фазы при затвердевании отливок с течением времени показана на рисунке 3.

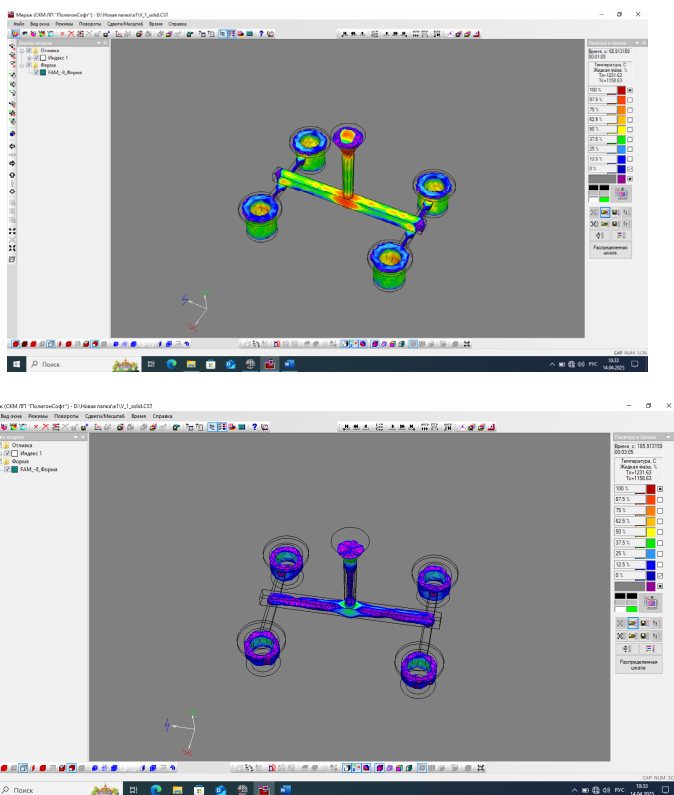


Рисунок 3 – Процесс затвердевания куста заготовок детали «Стакан»

На рисунке 4 показано распределение пористости по объёму заготовок в момент окончания кристаллизации. Уменьшение доли жидкой фазы ведет к перераспределению пористости и её снижению в отливке.

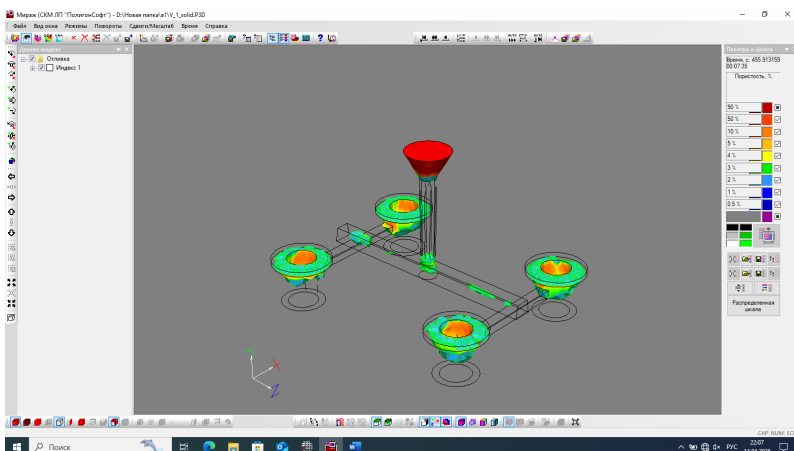


Рисунок 4 – Вероятность образования пористости в отливке в зависимости от времени затвердевания

Оценка образования пористости, проведенная СКМ ЛП, что в основной части отливки она не превышает 0,5–1%, вся пористость выведена в литниковую систему.

Заключение. Применение инновационной системы компьютерного моделирования технологий литейного производства позволяет существенно уменьшить временные и трудовые затраты при разработке и проектировании технологических процессов получения литых заготовок в сельхозмашиностроении при обеспечении их высокого качества.

Список использованной литературы

1. Толочко, Н. К. Современные литейные технологии: монография / Н. К. Толочко [и др.]; под ред. Н. К. Толочко, А. С. Калиниченко. – Минск: БГАТУ, 2009. – 358 с.
2. Polygonsoft [Электронный ресурс]. – Электронный данные. Режим доступа: <https://polygonsoft.ru/> Время доступа 02.05.2024, 16:30.

Summary. Application of an innovative system of computer foundry simulation production technologies allows for a significant reduction in time and labor costs in the development and design of technological processes for producing cast blanks in agricultural machinery while ensuring their high quality.