УДК 621

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВКИ КОРПУС НАСОСА И ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОЛЕС НАСОСА КМ 50-32-125

Максим Олегович Моногаров

Студент 6 курса,
кафедра «Технологии машиностроения»
Ливенский филиал Госуниверситета – УНПК

Научный руководитель: Ю.А. Бакурова,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии машиностроения»

В работе выполнен анализ действующей технологии изготовления отливки со сложной геометрией, разработана новая технология получения отливки с оптимизацией процесса и освещены основные преимущества использования различных систем компьютерного 3D моделирования литейных процессов, используемых в ОАО ГМС «Ливгидромаш». Проведена оценка эффективности специального программного обеспечения, используемого при конструкторской подготовке литейного производства обеспечивающее повышение качества отливок.

Для улучшения качества выпускаемых изделий и экономии всех видов ресурсов возникает острая необходимость во внедрении в деятельность предприятий новых технологий, в том числе и информационных, что является наиболее актуальным в современных условиях конкуренции.

На предприятиях используются различные пакеты прикладных программ для проектирования литейной оснастки изделий из стали, чугуна, пластмассы и т.д. Для создания сложно-профильных литейных форм и поверхностей используются автоматизированные системы конструкторской подготовки, например Solid Works, Power SHAPE и LVM Flow и др [1-3].

Целью работы является разработка оптимальной технологии изготовления отливки корпус насоса КМ 50-32-125 и центробежных колес для указанного насоса.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1 – выполнить анализ действующей технологии изготовления;

2 – выявить основные причины получения брака при изготовлении отливок по действующей технологии;

3 – разработать технологию получения отливок и осуществить ее оптимизацию с использованием соответствующих пакетов прикладных программ;

4 – выполнить проверку адекватности полученной технологии в соответствии с требованиями, предъявляемыми к точности отливок.

Методы исследования: в работе используются методы имитационного моделирования с использованием соответствующих программных продуктов. Экспериментальные исследования проводились на базе ОАО ГМС «Ливгидромаш» с использованием современных средств компьютерного моделирования и 3D-печати.

Новизна работы заключается в том, что разработана, оптимизирована и апробирована новая технология получения отливок, позволяющая получать отливки сложно-профильной геометрической формы требуемой точности при полном отсутствии брака.

Деталь «Корпус насоса» (рис. 1), насоса КМ 50-32-125 является основной деталью сборочной единицы в готовом изделии, которая имеет как конструктивно сложную гидравлическую напорную часть, так и большое количество поверхностей для позиционирования остальных деталей сборочной единицы и это является основополагающим фактором к предъявлению к ней особого внимания на начальной стадии проектирования.

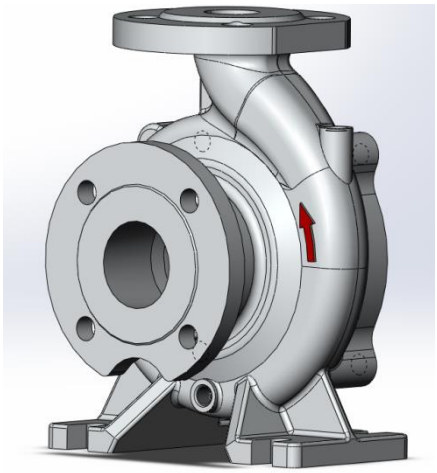

Рис. 1 - Корпус насоса КМ 50-32-125

Во многих случаях решающим фактором является изначальная технология производства заготовок в литейном цехе. Данный вид деталей традиционно, в соответствии с заводской технологией, изготавливался на конвейере в песчано-глинистых формах.

В большинстве случаев (более 40%) данная деталь имела брак в виде скрытых дефектов (усадка, газовая сыпь), которые вскрывались на окончательной стадии механической обработки, а также дефектов в виде перекосов (отсутствие геометрической точности). Все эти факторы в сумме оказывали негативное влияние на производственный процесс уже изделия в целом. Дефекты в виде газовой сыпи, либо раковины на чистовых размерах не допускаются технологическими требованиями чертежа и кроме того портят товарный вид, так как имеют место и на необрабатываемой поверхности.

Для исключения дефектов по геометрической точности (перекосам) автором было принято решение применить процесс, при котором форма застывает с оснасткой, т.е. после заполнения полуформы составом и уплотнения формовочной смеси, и только после того, как состав затвердеет, идет извлечение модели заготовки. Это позволит исключить нарушение геометрической точности поверхности, а использование нового оборудования позволит выйти на новый технологический уровень производства [4].

Для данной номенклатуры деталей была разработана следующая технология:

1) изготовление стержней по Cold-box-amin процессу на стержневых автоматах Laempe, что позволило изготавливать и получать стержни высокой точности в большом количестве;

2) изготовление форм из химически твердеющих смесей (ХТС) на автоматической линии безопочной формовки FAT. Это позволило увеличить точность поверхности отливок. Кроме того, применение формовки на этой линии дало возможность увеличить количество отливок в форме до 8 штук (по формовке в ПГС было 2шт.)

3) покраска форм антипригарными красками, что позволило улучшить качество поверхности заготовки;

4) моделирование процесса заливки и выявления оптимальной технологии изготовления в системе LVM Flov.

Рассмотрим более подробно процесс проектирования отливки корпуса насоса КМ 50-32-125 в программе LVM Flow.

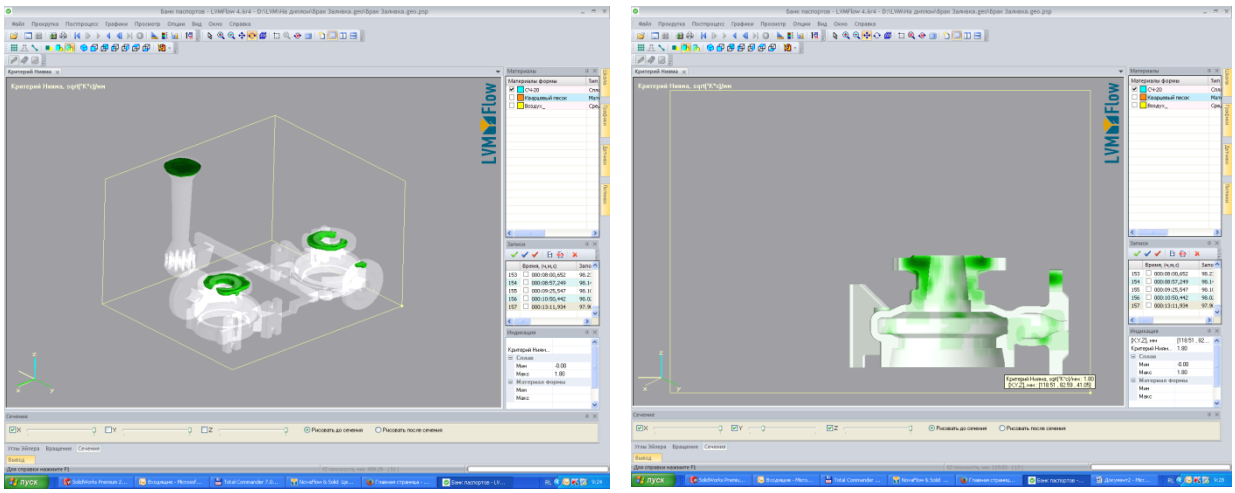

Рис. 2 - Критерий Нияма

Воспользовавшись возможностями программного комплекса LVM Flow автором был смоделирован процесс получения отливки корпуса насоса с применением технологии, предложенной выше. В ходе моделирования полученные результаты, представленные на рисунках 2 и 3. Использование встроенных модулей «Критерий Нияма» (рис. 2) и «Усадка» (рис. 3) позволило обнаружить и визуализировать дефекты, наибольшая концентрация которых наблюдается во фланцах. При реализации технологии литья до использования программного комплекса LVM Flow подобные дефекты вскрывались только на стадии чистовой обработки. В результате отливки с указанными дефектами оказывались не пригодны к исправлению.

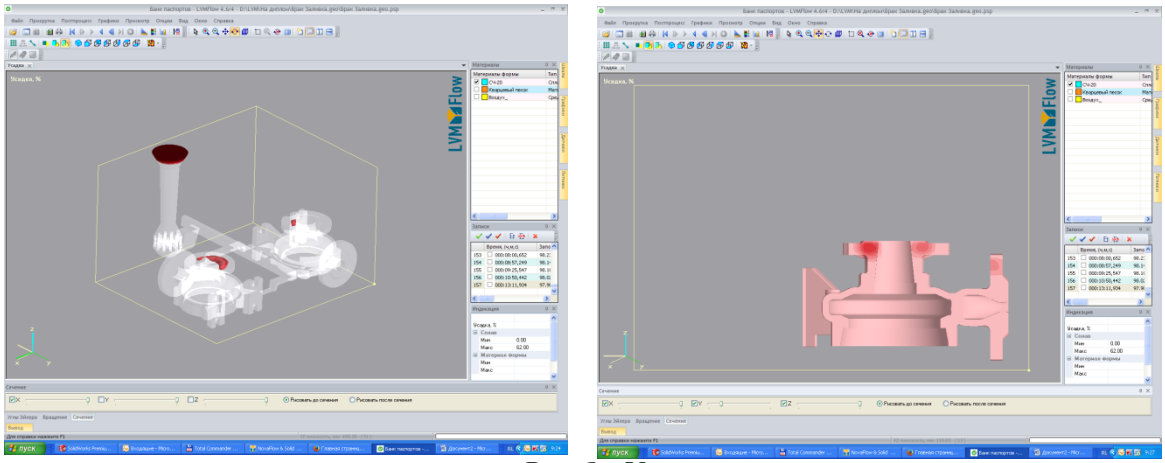

Рис. 3 - Усадка

Доработка и модернизация технологии получения отливки корпуса насоса КМ 50-32-125 заключалась в добавлении выпаров для частичной подпитки и обширного выхода газов из заполняемой полости металлом (рис. 4):

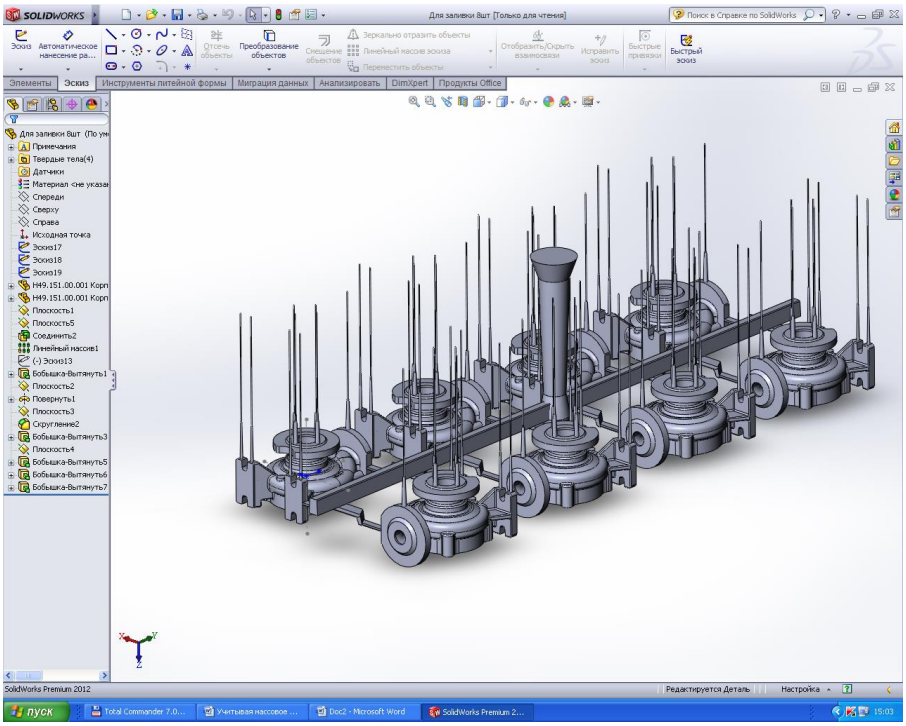

Рис. 4 – Результат моделирования получения отливок корпуса насоса КМ 50-32-125 после модернизации и оптимизации.

После проведенной модернизации удалось исключить дефекты в получаемых отливках, в том числе и во фланцах (рис. 5).

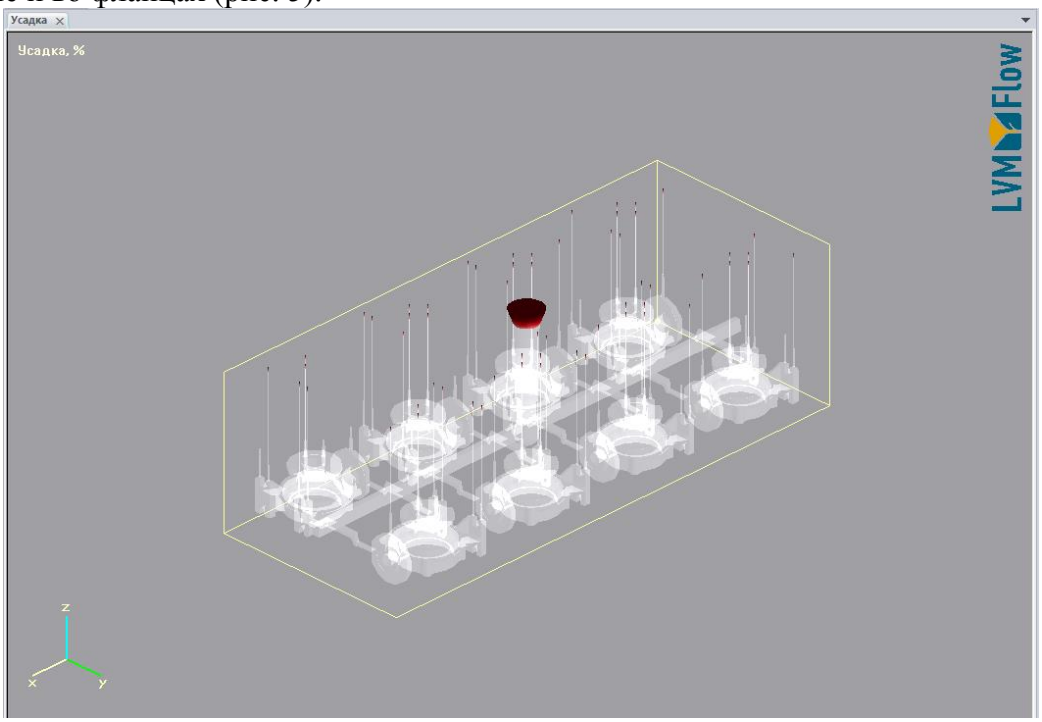

Рис. 5 – Усадка

Для того, чтобы удостовериться в том, что дефекты отливки исключены полностью необходимо выполнить сечение отливки (рис.6). В результате видим, что дефекты исключены полностью

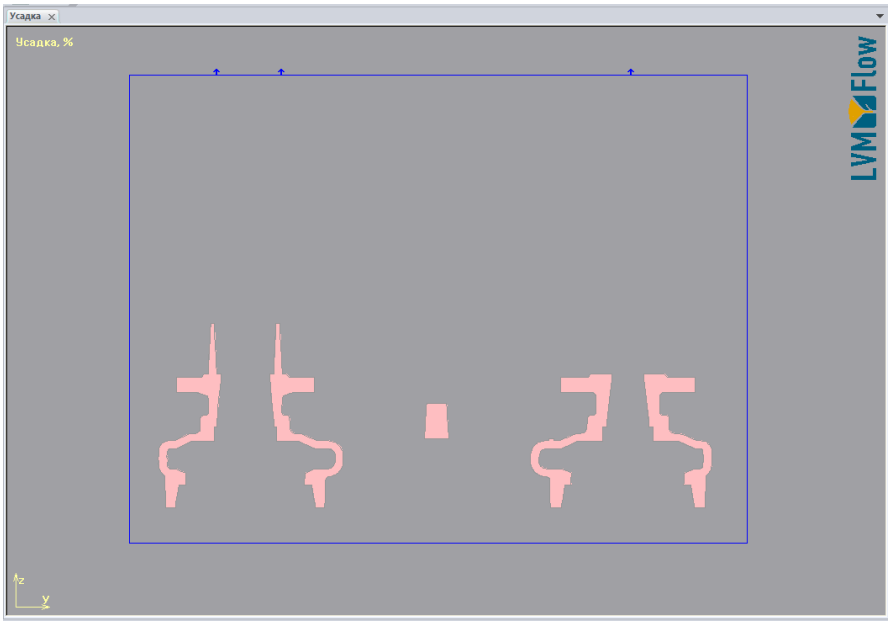

Рис. 6 – Усадка (сечение отливки)

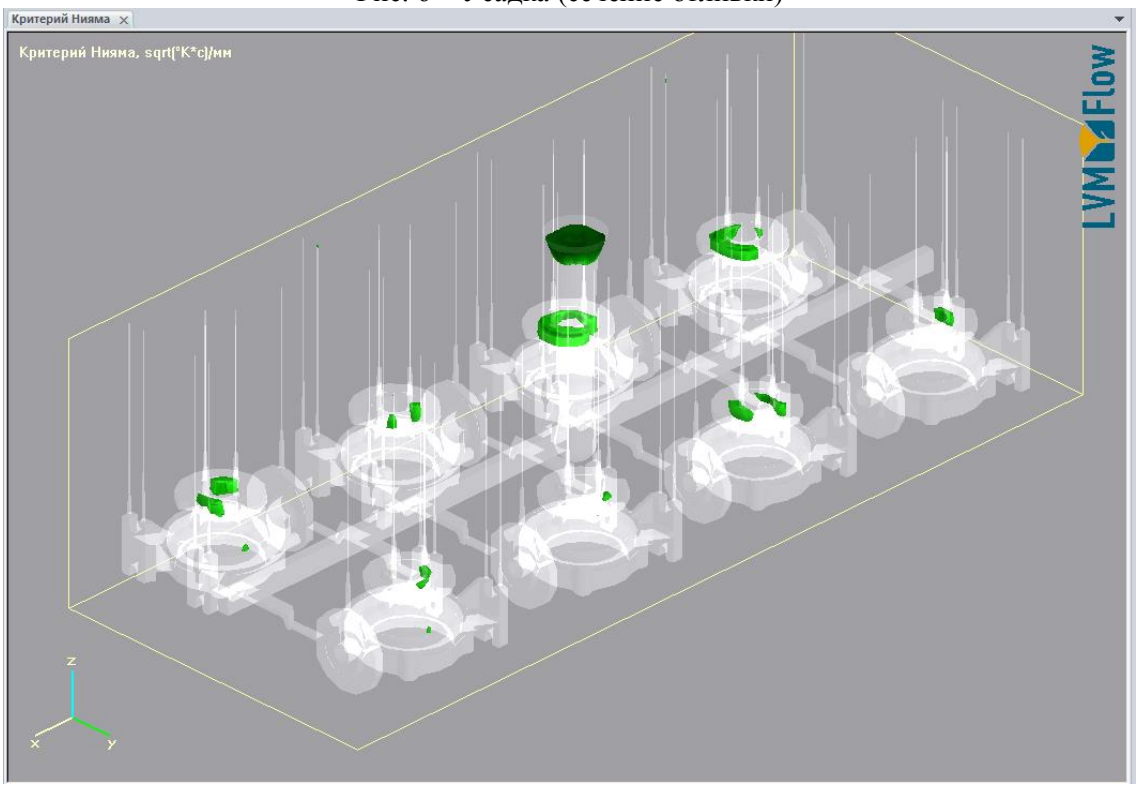

Рис. 7 - Критерий Нияма

Таким образом, предложенная технология позволяет обеспечить получение отливок требуемой геометрической точности, и, как следствие, высокое качество изделий. Улучшение качества литья за счет применения формовки на линии FAT с последующей покраской поверхности и изготовление стержней на стержневых автоматах Laempe позволило снизить припуски на механическую обработку и добиться снижения металлоемкости детали: вес отливки до модернизации технологии составлял 12,4 кг, после модернизации - 10,0 кг, при этом вес детали составляет 8,8 кг.

В указанных центробежных насосах в виде рабочих элементов используются центробежные колеса, которые также требуют особого внимания по требованиям к точности т.к. имеют пространственные лопасти. Из – за сложности геометрической формы и наличия поднутрений традиционным вариантом технологии получения такого колеса является

изготовление стержней проточной части вручную. Лопатки для модельной оснастки данных колес изготавливаются по шаблонам вручную из алюминиевой заготовки, что неизбежно ведёт к нарушению геометрической точности и влиянию человеческого фактора.

Для данной детали автором было предложено применить **Gold-box-amin** процесс. В ходе проведенных исследования было выявлено, что алюминий из-за своих физических свойств не позволяет получить готовый стержень без разрушений последнего из-за наличия поднутрений и выгнутой геометрии. В этой связи было предложено изготовление лопастей рабочего колеса для модельной оснастки из литьевых смол в силиконовых формах по мастер-модели, напечатанной на 3D принтере (рис. 8).

Рис. 8 - Элемент модельной оснастки, изготовленный на 3D принтере.

По технологии процесса, применение материала использованного на 3D принтере в **Gold-box-amin** процессе, не позволяет использовать напечатанную модель в производственном цикле из-за малой его пластичности. Поэтому было принято решение использовать напечатанный элемент как высокоточную мастер-модель (точность печати 16-39 мкм), по которой будет изготавливаться отпечаток из технического силикона (рис. 9).

Рис.9 - Изготовление отпечатка

Полученный отпечаток на мастер-модели имеет точную копию модели. В дальнейшем в полученный отпечаток заливаем материал для будущей оснастки. В данный момент для изготовления использовались эластичные полиуретановые литьевые смолы (рис. 10).

Рис. 10 - Залитая мастер-модель.

Готовый элемент модельной оснастки повторяет точные контуры мастер-модели (рис. 11), и имеет хорошие физические свойства - очень высокая абразивность, низкая усадка, высокая ударостойкость и прочность на разрыв, что позволяет нам использовать её в производственном процессе.

Рис. 11 - Готовый элемент (на фотографиях – объект слева).

Таким образом, в ходе проделанной работы удалось выявить основные причины получения брака отливок, разработать, оптимизировать и апробировать новую технологию изготовления отливок и литейных форм для их получения, обеспечивающих требуемую геометрическую точность, стабильность показателей качества и, как следствие, экономию материальных ресурсов, а также повышение темпов производства. Разработанная технология с использованием специального программного обеспечения позволяет обеспечить создание адекватных сложно-профильных поверхностей, соответствующих требованиям заказчика, выполнить оптимизацию созданной литейной оснастки; а также повысить качество литейного производства и, как следствие, качества изделий предприятия в целом.

Литература

1. http://www.solidworks.ru
2. http://www.powershape.com
3. http://www.lvmflow.ru/index.php/examples
4. *Бакурова, Ю.А.* Изготовление сложно-профильной литейной оснастки с использованием систем автоматизированного проектирования [Текст] / *Ю.А. Бакурова, М.О. Моногаров*. Труды XVI научной конференции «Математическое моделирование и информатика». / под ред. Д.Ю. Рязанова. – М.: ИЦ ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», 2014. –С. 150-153.