

DOI 10.32820/2079-1747-2018-22-72-80

УДК 621.97.07

**К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ
ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ И ПРЕССОВАНИЯ**

©Агарков В.В.¹, Ясько С.Г.², Фролов Е.А.², Дерябкина Е.С.³

Державне підприємство "Харківстандартметрологія"¹,

Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка²,

Українська інженерно-педагогічна академія³

Інформація про авторів:

Агарков Віктор Васильович: ORCID 0000-0001-9883-0480, 290@mti.kharkov.ua; кандидат технічних наук, заст. директора лабораторії, Державне підприємство "Харківстандартметрологія", вул. Мироносицька, 36, м. Харків, 61003, Україна.

Ясько Станіслав Григорович: ORCID 0000-0001-6228-705X, s.g.yasko@gmail.com.; ст. викладач кафедри технології машинобудування, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, 36011, м. Полтава, Україна.

Фролов Євгеній Андрійович: ORCID 0000-0002-9415-1066, naumova_olga1@mail.ru; доктор технічних наук, професор, професор кафедри технології машинобудування, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, Першотравневий проспект, 24, 36011, м. Полтава, Україна.

Дерябкина Євгенія Станіславівна: ORCID: ORCID 0000-0002-5531-0124, 216464@mail.ru, кандидат технічних наук, доцент кафедри інтегрованих технологій в машинобудуванні і зварювального виробництва, Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Розглянуто методологію автоматизованого проектування переналагоджуваної технологічної оснастки для листового штампування й пресування (переналагоджувані штампи і прес-форми для термопласт-автоматів і ливарних машин) на прикладі розробленого технологічного процесу виготовлення виливки корпусної деталі з використанням наскрізного комп'ютерного проектування на основі CAD / CAM систем проаналізовано досвід по проектування і виготовлення технологічного оснащення, зокрема переналагоджуваних штампів і прес-форм. Порівняння базового і спроектованого варіанта показало скорочення термінів у всіх етапах впровадження у виробництво (від проектування до виготовлення готового виробу) в 3-5 разів. Отримані дані досліджень процесу лиття та охолодження, а також експлуатаційних напружень і деформацій на корпус деталі дають можливість підвищити якість готових виробів і знизити кількість вибракуваних деталей. Результатом виконання даного проекту стало впровадження розробок у виробництво на ВАТ «ПААЗ» м Полтава.

Ключові слова: автоматизоване проектування, переналагоджувані штамп, прес-форма, програмне забезпечення.

Агарков В.В., Ясько С.Г., Фролов Е.А., Дерябкина Е.С. «К вопросу автоматизированного проектирования переналаживаемой технологической оснастки для листовой штамповки и прессования».

Рассмотрена методология автоматизированного проектирования переналаживаемой технологической оснастки для листовой штамповки и прессования (переналаживаемые штампы и пресс-формы для термопласт-автоматов и литейных машин) на примере разработанного технологического процесса изготовления отливки корпусной детали с использованием сквозного компьютерного проектирования на основе CAD/CAM систем, проанализирован опыт по проектированию и изготовлению технологической оснастки, в частности переналаживаемых штампов и пресс-форм. Сравнение базового и спроектированного варианта показало сокращения сроков во всех этапах внедрения в производство (от проектирования до изготовления готового изделия) в 3-5 раз. Полученные данные исследований процесса литья и остывания, а также эксплуатационных напряжений и деформаций на корпус детали дают возможность повысить качество готовых изделий и снизить количество отбракованных деталей. Результатом выполнения данного проекта стало внедрение разработок в производство на ОАО «ПААЗ» г. Полтава.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, переналаживаемый штамп, пресс-форма, программное обеспечение.

Agarkov V., Yasko S., Frolov E., Deryabkina E. «To the problem of computer-aided design of a retoolable tooling for sheet punching and pressing»

The methodology of computer-aided design of a retoolable tooling for sheet metal stamping and pressing (adjustable molds and molds for thermoplastic automata and casting machines) is considered in the example of the developed technological process for manufacturing a casting of a body component using end-to-end computer design based on CAD / CAM systems. designing and manufacturing of technological equipment, in particular adjustable molds and molds. Comparison of the basic and projected version showed a reduction of 3-5 times in all stages of introduction into production (from design to manufacturing of the finished product). The obtained data of research of the process of casting and cooling, as well as operational stresses and strains on the body of the part make it possible to improve the quality of finished products and reduce the number of rejected parts. The result of the implementation of this project was the introduction of developments in production at JSC PAAZ (Poltava).

Keywords: computer-aided design, readjustable stamp, mold, software.

1. Введение

Основой подготовки выпуска новой продукции на предприятиях является технологическая подготовка производства – самый долговременный и затратный процесс. Проектирование и изготовление технологической оснастки составляет 65-75% от стоимости затрат, связанных с освоением выпуска новой продукции. Поэтому применение средств, позволяющих существенно сократить время, а значит и затраты на подготовку производства, особенно в современных условиях жесткой конкуренции, является первоочередной задачей для обеспечения стабильной деятельности предприятия.

2. Постановка проблемы

Именно в условиях жесткой конкуренции приходит понимание того, что система автоматизированного проектирования и изготовления переналаживаемой оснастки для листового штампования и прессования является одним из условий решения данной задачи [1]. Кроме того, большое значение приобретает подготовка на предприятии квалифицированных кадров для работы с программами САПР [1,2].

Целью работы является изучение выхода из ситуации, когда у предприятия есть богатый опыт по проектированию и изготовлению технологической оснастки, в частности переналаживаемых штампов и пресс-форм, но нет достаточно средств, чтобы приобрести имеющиеся компьютерные программы по автоматизированному проектированию, в дальнейшем САПР, или возможности по разработке программ для развития собственного производства.

3. Основной материал

Сутью использования программных продуктов автоматизированного проектирования есть максимальное использование решений, полученных в ходе развития конструкторской и технологической мысли, а также стандартных элементов и стандартных конструкций, собранных в библиотеки элементов и конструкций переналаживаемых штампов и пресс-форм [3 – 5]. Одной из особенно полезных возможностей при этом является параметризация трехмерных моделей, которая позволяет задавать и связывать между собой алгебраическими функциями геометрические параметры модели.

В настоящее время приобретение компьютерной техники с техническими характеристиками, позволяющими работать с современными программами, при наличии средств у предприятия, не составляет большой проблемы. В тоже время стоимость систем САПР является значительной. В связи с постоянным развитием этих систем необходимо постоянное обновление программного обеспечения, что в свою очередь приводит к дополнительным затратам на его приобретение и обучение пользователей. При проектировании технологической оснастки во многих случаях функциональные возможности САПР используются не в полной мере, что снижает экономический эффект от применения этих систем. Так же существует проблема совместимости форматов моделей не только между САПР разных разработчиков, но и между версиями САПР одного разработчика.

Выходом из создавшегося положения, с нашей точки зрения, является использование подписки на программные продукты. Подписка позволяет клиентам приобретать срочные лицензии на программные продукты в соответствии с индивидуальными условиями, определяемыми бюджетом и бизнес-потребностями. Годовые и многолетние предложения обеспечивают экономию при долгосрочном использовании программного обеспечения, а месячные подписки идеально подходят для краткосрочных нужд в рамках работы над конкретным проектом или найма временных сотрудников. Опыт проектирования оснастки, в частности

штампов и пресс-форм с использованием САПР лидеров в области разработки решений для 3D-проектирования, например, компании Autodesk (Inventor, Fusion 360) показывает, что обучение выполнению проектирования на компьютере длится не более 1-2х месяцев. За это время конструктор осваивает 2D, 3D - проектирование, позволяющее выполнять чертежи штампов и пресс-форм, а также любой другой оснастки за более короткое время и с высокой точностью.

Autodesk Inventor — система трёхмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования компании Autodesk, предназначенная для создания цифровых прототипов промышленных изделий. Инструменты Inventor обеспечивают полный цикл проектирования и создания конструкторской документации: 2D-/3D-моделирование.

Autodesk Fusion 360 – это САПР нового поколения. Программный продукт представляет собой средство 3D-проектирования и разработки изделий на основе облачных технологий, в котором сочетаются возможности совместной работы, цифрового проектирования и механической обработки в одном пакете. Fusion 360 позволяет быстро и без труда изучать проектные идеи с помощью первой в мире интегрированной платформы, охватывающей все этапы от разработки концепции до стадии производства.

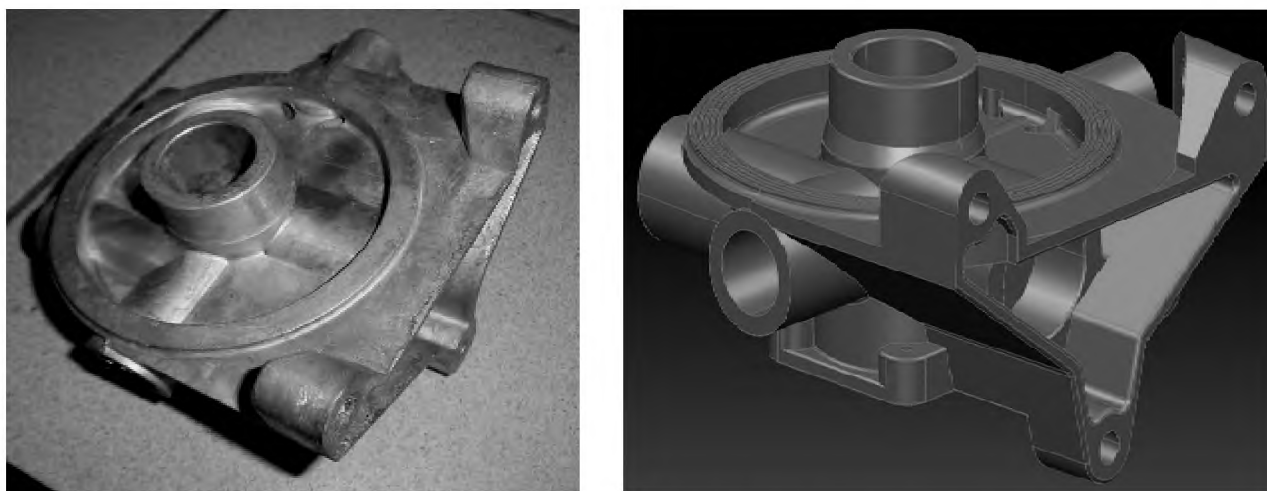


Рис.1 - Литая заготовка и модель детали «Корпус адсорбера».

Начальным этапом перед проектированием оснастки является получение готовой трехмерной модели изделия или самостоятельное моделирование по чертежам или моделирование методом обратного инжиниринга (рис. 1). Затем приступают к проектированию оснастки (рис. 2).

С момента начала проектирования первой единицы оснастки, в частности штампа или пресс-формы, начинается создание собственной библиотеки конструкций проектируемой оснастки, а также библиотеки стандартных элементов, таких, как втулки, колонки, толкате-

ли, выталкиватели и прочих элементов. Это позволяет в дальнейшем использовать заранее подготовленные, или ранее использованные конструкции, элементы конструкций в последующих проектируемых штампах и пресс-формах. Даже используя вышеуказанный способ проектирования оснастки, который не полностью соответствует идеологии САПР, разработчик при приобретении достаточных навыков в использовании программ, повышает свою производительность не менее чем на 30-40%.

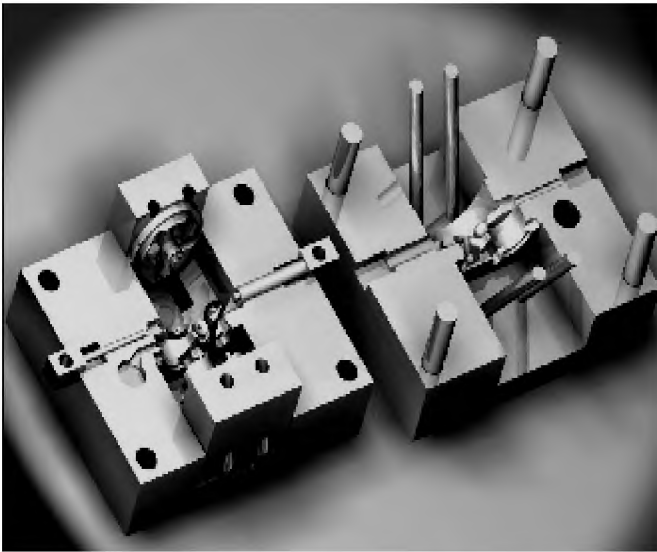


Рис. 2 - Модели подвижной и неподвижной плит пресс-формы.

Кроме повышения производительности труда повышается качество проектирования оснастки, заключающееся в том, что после создания модели формуемой детали с учетом усадки и определения исходных данных, таких как габаритные размеры пресс-формы и необходимое оборудование, конструктор как и при обычном проектировании обрисовывает формующими элементами, т.е. матрицей, пуансонами, знаками и прочими элементами необходимыми для формования и извлечения детали из пресс-формы.

При этом параметризация моделей и использование скриптов позволяет вносить сквозные изменения вплоть до разработки управляющих программ станочного оборудования для производства пресс-форм и штамповой оснастки. Существующее программное обеспечение обладает возможностью ассоциативного влияния на изменения в конструкции при изменении конфигурации или размера какой-либо детали штампа или пресс-формы, выбранной из библиотек программы, либо новой разрабатываемой конструкции – изменяются размеры и конфигурация деталей, взаимодействующих с изменяемой. Если данное изменение ведет к нарушению основных или исходных параметров оснастки выдается предупреждение о несоответствии.

В настоящее время просматривается некая общая тенденция, общее направление у разработчиков программ для проектирования технологической оснастки – это создание обширных библиотек конструкций, в частности, штампов и пресс-форм.

Следующим этапом проектирования оснастки является сборочных моделей, которое возможно с применением объемных вышеназванных программ. Объемный, способ проекти-

рования очень эффективен, т.к. конструктор может увидеть и проверить работоспособность конструкции.

В частности, программы (Inventor, Fusion 360) позволяют имитировать работу пресс-формы на ТИЛ (термопласт-автомате), и особенно это наглядно видно при имитации работы пресс-формы с ползунами (клиновые формы). Конструктор видит перемещения и стыковку (либо нестыковку) формующей и выталкивающих систем формы. Также имеется возможность моделировать механическую обработку на оборудовании с программным управлением с получением кода управляющих программ для этого оборудования (рис. 3).

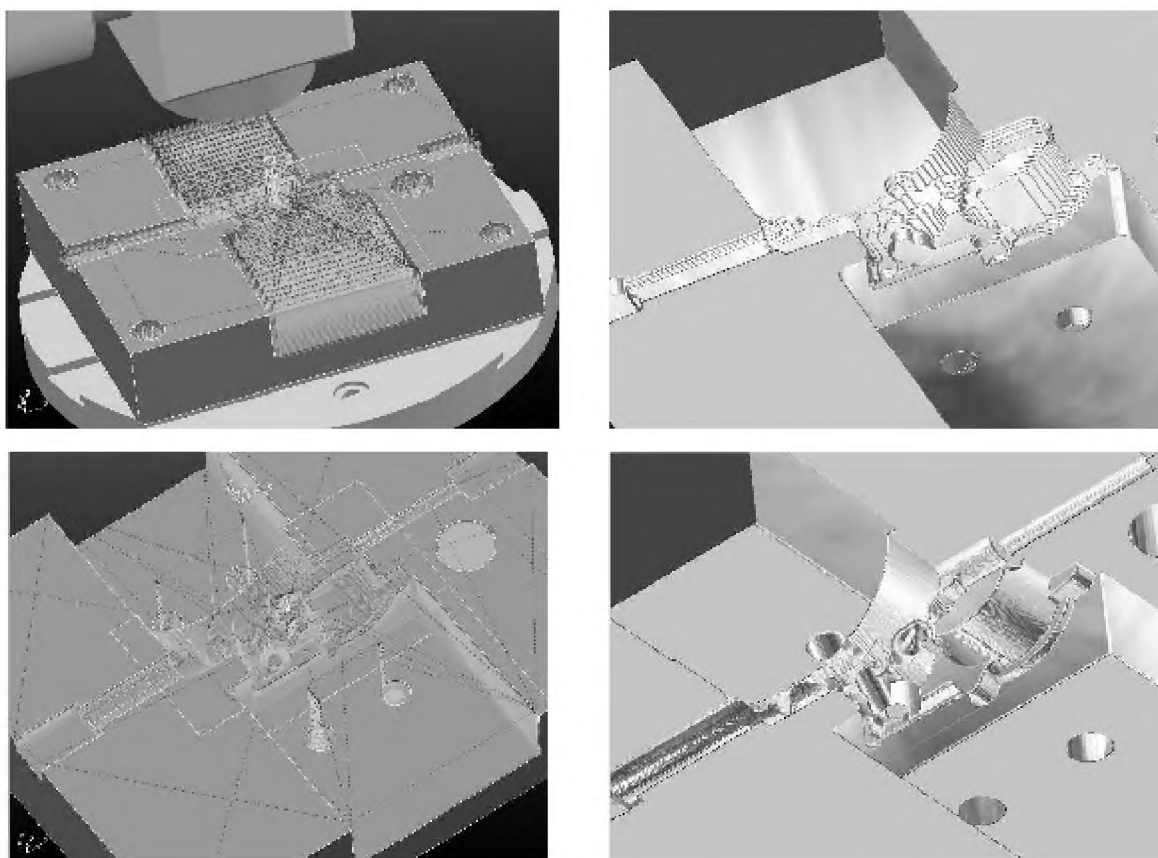


Рис. 3 - Моделирование мехобработки подвижной плиты в PowerMILL Autodesk.

Одна из основных проблем получения качественных литых изделий – грубая литейная технология, разрабатываемая технологами-литейщиками. Исходя из нашего практического опыта, в зависимости от метода литья, сложности получаемого изделия количество бракованных отливок на стадии отработки литейной технологии варьируется от 10 до 90%. В некоторых случаях брак, связанный с усадочными раковинами, отсутствует. Однако в этом случае, выход годного не превышает 20-25%. Решить обозначенную проблему позволяют системы компьютерного моделирования литейных процессов (рис. 4-6).

LVMFlow – это мощный инструмент технолога-литейщика и "литейная" программа с поддержкой многопроцессорных и многоядерных платформ, которая обеспечивает пользователю потрясающую производительность на "обычных" компьютерах.

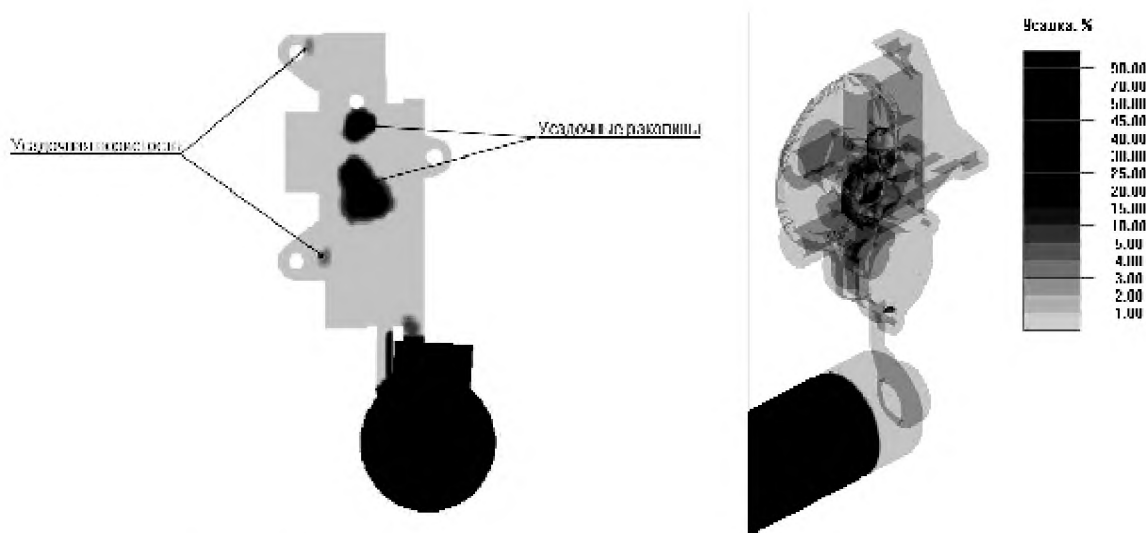


Рис. 4- Моделирование областей с усадочными дефектами.

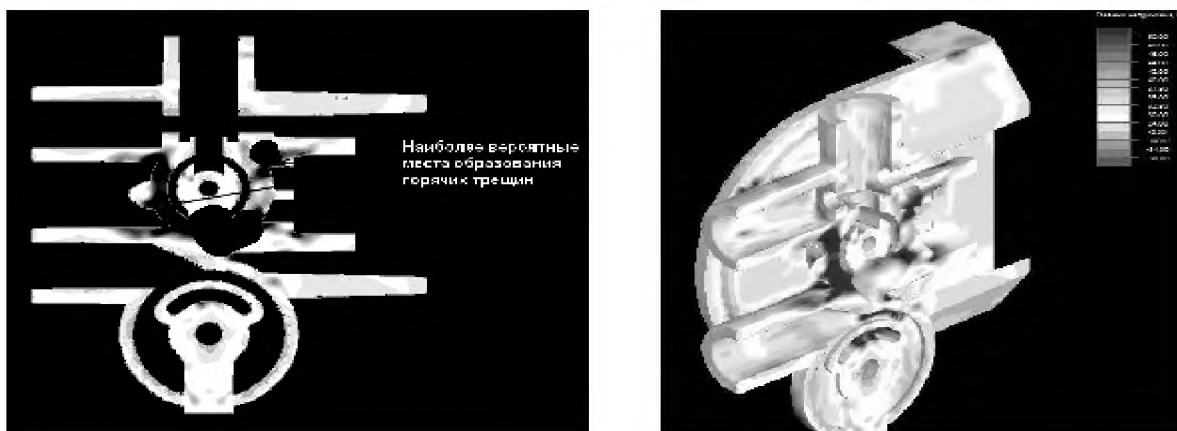


Рис. 5 - Моделирование областей горячего трещинообразования.

Система предлагает широкий набор инструментов для моделирования, исследования и создания оптимальной литейной технологии. Модульная структура позволяет быстро и удобно адаптировать и настроить систему к условиям любого производства. Это позволяет значительно удешевить и ускорить исследовательскую работу по проектированию и разработке технологии производства отливок. Она широко используется в учебных заведениях при подготовке квалифицированного персонала для литейных производств. LVMFlow CV основана на методе контрольных объемов, позволяющем точно воспроизвести сложную тон-

костенную геометрию отливки и при этом обеспечить высокую скорость расчета (~5-10 мин на один расчет).

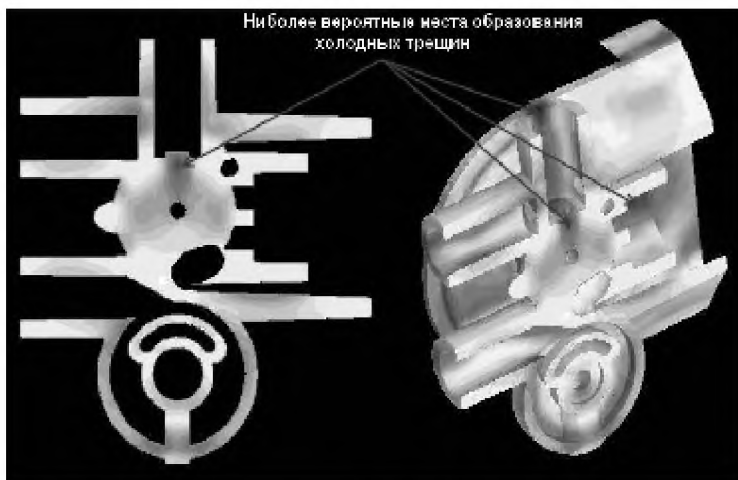


Рис. 6 - Моделирование областей холодного трещинообразования.

LVMFlow учитывает: дозаливку (подкачку) формы, заливку из много стопорных ковшей, тип заливочных ковшей, моделирование теплоэлектронагревателей, моделирование каналов охлаждения, моделирование фильтров, противопригарные покрытия, цикличность кокилей, предварительный прогрев кокилей, разработку технологии ЛПД, расчет ЛПС.

Применение этой и аналогичных систем позволяет проследить: заполнение формы металлом, объемное затвердевание отливки, формирование усадочных дефектов, образование микропористости, прогнозирование недоливов, образование трещин и деформацию отливки, линейную усадку отливки, температурные поля отливки и формы, движение шлаковых частиц, захват воздуха в процессе заливки. Вышеуказанная система может быть использована для моделирования следующих способов литья: литье в землю (ПГФ, ХТС, ЖСС и др.), литье в кокиль (учет всех особенностей способа), литье по выплавляемым моделям, литье под высоким и низким давлением (отдельный модуль разработки технологии), литье в изложницу, литье по газифицируемым моделям.

Выводы.

В данной работе на примере разработанного технологического процесса изготовления отливки корпуса адсорбера с использованием сквозного компьютерного проектирования на основе CAD/CAM систем проанализирован опыт по проектированию и изготовлению технологической оснастки, в частности переналаживаемых штампов и пресс-форм. Сравнение базового и спроектированного варианта показало сокращения сроков во всех этапах внедрения в производство (от проектирования до изготовления готового изделия) в 3-5 раз. Полученные данные исследований процесса литья и остывания, а также эксплуатационных напряжений и деформаций на корпус детали дают возможность повысить качество готовых изделий и снизить количество отбракованных деталей. Результатом выполнения данного проекта стало реальное внедрение разработок в производство на ОАО «ПААЗ» г. Полтава.

Список использованных источников:

1. Гаврилов А. А. Универсальные переналаживаемые пресс-формы для термопластавтоматов / А. А. Гаврилов // Науч.-практич. журнал «Прогрессивные виды универсальной сборной переналаживаемой оснастки» – К. Информатика. –1988. – Вып. 4. – С. 40–50.
2. Резниченко Н.К. Универсально-сборные переналаживаемые штампы для листовой штамповки / Н.К. Резниченко, Г.И. Ищенко, В.В. Агарков, А.Я. Мовшович // Вісник інженерної академії України: теор. і наук.-практич. журнал Інжен. акад. України. – Вип. 3. –К., 2011. – С. 95 – 98.
3. Математика и САПР: в. 2-х кн. / П. Шенен, М. Коснар, И. Гардан и др. – Мир. – 1988. – Кн. 1. – 204 с.
4. Математика и САПР: в 2-х кн. / П. Жермен-Лакур, П.Л. Жорж, Ф. Пистр, П. Безье. – М.: Мир. – 1989. – Кн. 2 – 264 с.
5. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. - СПб.: Питер, 2004.- 560 с.

References

1. Gavrilov, AA Universalnyye perenalazhivayemye press-formy dlya termoplastavtomatov / A. A. Gavrilov // *Nauch.-praktich. zhurnal «Progressivnyye vidy universalnoy sbornoй perenalazhivayemoy osnastki»* – K. Informatika. –1988. – no. 4. – pp. 40–50
2. Reznichenko, NK Universalno-sbornyye perenalazhivayemye shtampy dlya listovoy shtampovki / N.K. Reznichenko. G.I. Ishchenko. V.V. Agarkov. A.Ya. Movshovich // *Visnik inzhenernoї akademii Ukraini: teor. i nauk.-praktich. zhurnal Inzhen. akad. Ukraini.* – no. 3. –K. 2011. – pp. 95 – 98.
3. Matematika i SAPR: v. 2-ch. / P. Shenen. M. Kosnar. I. Gardan i dr. – Mir. – 1988. – Kn. 1. – 204 p.
4. Matematika i SAPR: v 2- ch. / P. Zhermen-Lakur. P.L. Zhorzh. F. Pistr. P. Bezye. – M.: Mir. – 1989. – Kn. 2 – 264 p.
5. Li K. Osnovy SAPR (CAD/CAM/CAE) / K. Li. - SPb.: Piter. 2004.- 560 p.

Стаття надійшла до редакції 24 вересня 2018 р.