

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (НИУ «БелГУ»)

«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. проректора по науке, к.т.н.,

— Мишунин В.В.

«04» октября 2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Денисова Максима Сергеевича

«Автоматизация производства заготовок из высокопрочных алюминиевых сплавов», представленную на соискание ученой кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (машиностроение)».

Для подготовки отзыва представлены:

- диссертационная работы объемом 161 страница, включающая 64 рисунка и 17 таблиц;
- автореферат диссертации на 20 страницах, включающий список из 17 публикаций по теме диссертации.

При подготовке отзыва были рассмотрены работы автора, опубликованные в открытых научных изданиях. Основное содержание диссертации нашло отражение в этих работах.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 125 наименований и 4 приложений, включающих документы о внедрении результатов в производство и программные коды.

Оценка актуальности диссертационной работы.

Повышение требований к качеству заготовок из алюминиевых сплавов, ужесточение экономических и экологических требований диктуют необходимость дальнейшего повышения эффективности процессов обработки металлов, в частности, процессов литья. Наиболее важными задачами совершенствования процессов литья являются сокращение расхода металла, повышение качества выпускаемой продукции, повышение безопасности производства. Решению вышеизложенных задач способствует внедрение современных автоматизированных систем, совершенствование методов управления процессами наложения давления на кристаллизующийся металл.

Решение этих задач с использованием компьютерных систем управления обеспечивает высокую производительность, контроль на всех этапах технологического процесса, а также обеспечивает высокое качество выпускаемой продукции.

Конечной целью разработки системы управления процессом наложения давления на кристаллизующийся металл является создание системы управления, обеспечивающей оптимальную работу оборудования для обеспечения плановых показателей качества и производительности при минимальной себестоимости продукции с учетом ограничений, обусловленных требованиями технологии. В области управления процессами наложения давления сегодня необходимо на основе современных средств получения объективной информации о показателях технологического процесса и имеющихся возможностях использования средств обработки и моделирования максимально приблизить управление процессом литья с кристаллизацией под давлением к автоматизированному.

В этой связи тема диссертационной работы Денисова М.С., направленная на создание автоматизированной системы управления процессом производства заготовок из высокопрочных алюминиевых сплавов, является весьма важной и актуальной.

Краткое содержание диссертации

В первой главе проанализированы особенности обработки жидкого и кристаллизующегося металла давлением. Проведен анализ методов управления сложными производственными процессами. На основе анализа выявлена целесообразность разработки автоматизированной системы управления процессом наложения давления на кристаллизующийся металл. Проведен обзор современных систем управления.

Показано, что высокое качество готовой продукции при минимальных материальных и энергетических затратах возможно обеспечить за счет автоматизации управления основными параметрами технологического процесса с использованием современных контрольно-измерительных систем и средств автоматизации, интегрированных в АСУ.

Соискатель справедливо отмечает, что решение задач контролируемого наложения давления на кристаллизующийся металл позволит управлять процессом формирования физико-механических свойств металлопродукции.

На основании проведенного аналитического обзора состояния вопроса сформулирована цель работы и поставлены задачи исследования.

Вторая глава посвящена проектированию и созданию оборудования, технологической оснастки, методики исследования, средств измерения и контроля.

Обработка кристаллизующегося металла давлением и возможность реализации идеи управления процессом формирования свойств литых заготовок осуществляет на специальном исследовательском технологическом комплексе, в составе которого используется гидравлический пресс. Управление работой гидравлического пресса осуществляется от ЭВМ.

Автором спроектирована и изготовлена технологическая оснастка, разработана контрольно-измерительная система, позволяющая осуществлять запись основных параметров технологического процесса. Результаты измерений, в графическом виде отражают ход технологического процесса во времени с учетом фактического перемещения прессующих плунжеров, изменения температуры формы и металла, а также давления в гидросистеме.

Показания, получаемые с контрольно-измерительной системы, служат источником информации для принятия решений о характере управляющих воздействий.

Третья глава посвящена математическому обеспечению процесса. Здесь представлен комплекс математических моделей, отражающих работу гидравлической системы и поведение жидкого металла в условиях наложения давления. В итоге разработанная математическая модель позволяет установить зависимость сжимаемости кристаллизующегося металла от величины накладываемого давления и скорости его наложения, а разработанная модель гидропривода предоставляет возможность изменять величину давления во времени не только в установившемся стационарном режиме, но и в режиме переходного процесса.

В четвертой главе отражен материал по проектированию системы управления и разработки алгоритмов управления, описано программное обеспечение для решения задач управления процессом производства заготовок из высокопрочных алюминиевых сплавов.

Представленный в главе алгоритм автоматизированного управления процессом программно-корректируемого наложения давления на кристаллизующийся металл достаточно четко структурирован, а каждый структурный элемент алгоритма детально описан с учетом входных данных и использования результатов.

Необходимо отметить, что автор выбрал для реализации современные технологии и средства автоматизации. В частности:

- аппаратная часть реализована на контроллерах OVEN в полном соответствии со стандартом ГОСТ Р 51840-2001 (IEC 61131-2), что обеспечивает высокую аппаратную надежность;
- программирование контроллеров осуществляется в профессиональной OVEN среде CoDeSys v.2.3.x., на языке ST;
- Выбранные контрольно-измерительные приборы отвечают современным требованиям надежности производительности и быстродействием.

В пятой главе представлены примеры использования автоматизированной системы на реальном объекте. Показаны результаты механических испытаний и структурных исследований, опытных образцов из высокопрочного алюминиевого сплава В95.

В заключении сформулированы основные выводы диссертации. В приложениях приведены акты внедрений в промышленность и учебный процесс, листинг программы.

Научная новизна и достоверность полученных результатов

Научная новизна диссертации заключается в ряде научных положений, выдвинутых на защиту.

Первое научное положение. Принцип программно-корректируемого управления наложением давления путем изменения начального давления в гидросистеме, на основе которого осуществляется автоматизация производства заготовок из высокопрочных алюминиевых сплавов. В частности, автор предложил изменять начальное давление в гидросистеме путем изменения настроек регулятора давления и тем самым влиять на характер наложения давления, а значит и на условия формирования свойств отливки.

Второе научное положение. Математическая модель гидравлического привода, учитывающая значения возмущающих воздействий, действующих в процессе обработки металла в режиме реального времени, позволяющая

осуществить алгоритмизацию управления и обеспечить поддержку на заданном уровне параметров, осуществляющих управление процессом по заранее заданному закону управления, согласованному с сжимаемостью металла.

Третье научное положение. Закономерности изменения свойств от степени сжимаемости расплава, зависящей от температуры, величины давления и скорости его наложения, составляющая научную основу построения АСУ ТП производства заготовок из высокопрочных алюминиевых сплавов.

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций обеспечивается соответствием полученных результатов современным знаниям о закономерностях процесса кристаллизации алюминиевых сплавов в условиях наложения давления, сопоставлением результатов моделирования с экспериментальными данными, использованием современных методов и средств разработки программного обеспечения для автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Значимость результатов, полученных автором диссертации, для науки и производства

Результаты, полученные соискателем, показывают возможность снижения затрат при производстве заготовок из высокопрочных алюминиевых сплавов за счет использования автоматизированной системы управления процессом наложения давления на кристаллизующийся металл. Они расширяют и углубляют теоретические знания о методах постановки, математического моделирования, алгоритмизации и решения задач управления с учетом многовариантности возможных решений; предоставляют возможность использования разработанной системы для экспериментальных исследований режимов обработки алюминиевых сплавов различного химического состава.

Значимость практических результатов, полученных автором диссертации, заключается в использовании разработанной автоматизированной системы управления процессом наложения давления на кристаллизующийся металл на одном из научно-производственных предприятий г. Королёва. Учитывая относительно большие масштабы потребления сырьевых и энергетических ресурсов, объема выплавки алюминиевых сплавов, а также выпуска продукции литейного цеха, существенно возрастают риски от неправильного выбора технологических режимов обработки, поэтому применение разработанной системы управления имеет несомненные преимущества и приносит положительный эффект от ее практического использования.

Практическая значимость работы подтверждается также использованием в учебном процессе при подготовке студентов ВУЗа по направлению подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств».

Рекомендации по практическому использованию результатов и выводов диссертационной работы

Разработка автоматизированной системы управления процессом наложения давления на кристаллизующийся металл может быть использована для эффективного управления работой гидропрессового оборудования обрабатывающих предприятий. С помощью разработанной системы инженерно-технологический персонал может обоснованно проводить реализацию мероприятий, направленных на оптимизацию технологических процессов производства заготовок из высокопрочных алюминиевых сплавов. Внедрение автоматизированной системы позволит повысить эффективность управления технологическими процессами в условиях изменения характеристик наложения давления, нестабильности состава и качества, используемых металлов и шихтовых материалов.

Результаты диссертационного исследования можно применить при создании современных автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами в промышленности.

Соответствие паспорту научной специальности

Рассматриваемая диссертация соответствует формуле паспорта научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность) по следующим областям исследования:

1. разработан принцип программно-корректируемого управления наложением давления путем изменения начального давления в гидросистеме, на основе которого осуществляется автоматизация производства заготовок из высокопрочных алюминиевых сплавов (соответствует п. 1 паспорта специальности *«Автоматизация производства заготовок, изготовления деталей и сборки»*);

2. разработана математическая модель гидравлического привода, учитывающая значения возмущающих воздействий, действующих в процессе обработки металла в режиме реального времени, позволяющая осуществить алгоритмизацию управления и обеспечить поддержку на заданном уровне параметров, осуществляющих управление процессом по заранее заданному закону управления, согласованному с сжимаемостью металла (соответствует п. 4 паспорта специальности *«Теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация»*);

3. установлены закономерности изменения свойств от степени сжимаемости расплава, зависящей от температуры, величины давления и скорости его наложения, составляющая научную основу построения АСУ ТП производства заготовок из высокопрочных алюминиевых сплавов (соответствует п. 3 паспорта специальности *«Методология, научные основы и*

формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП)»).

Замечания и вопросы по работе

1. В работе недостаточно внимания уделено анализу современных трудов зарубежных ученых в области автоматизации процессов литья под давлением и известных примеров реализации современных автоматизированных линий для литейного производства.

2. В разделе практическая значимость указано, что применение предложенной методики построения системы управления процессом наложения давления на кристаллизующийся металл позволяет повысить качество проектирования, эффективность расчетов и моделирования технологических процессов наложения давления на кристаллизующийся металл на 15%. Сократить затраты на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в 1,5 раза, а также стендовых и натурных испытаний в 2 раза; получить экономию материалов и ресурсов на 20% с повышением физико-механических и эксплуатационных свойств выпускаемых деталей и изделий на 30%, но в тексте автореферата и диссертационной работы не указано, каким образом были посчитаны эти цифры.

3. Неясно, относятся ли приведенные в п. 3.1 допущения к математической модели, предлагаемой соискателем, или к модели Н.В. Петрова.

4. В работе мало внимания уделено стохастическому характеру процессов литья, связанному с разбросом химического состава расплава, колебаниями его температуры и т.д.

5. В работе имеются отдельные неточности и опечатки, например пропуск и перестановка букв в названиях раздела 1.3 и 2 главы,

несогласованность числа подлежащего и сказуемого в 3 пункте научной новизны, отклонения от стандартов в оформлении списка литературы и т.д.

Заключение

Основные результаты, изложенные в диссертационной работе Денисова М.С., прошли достаточную апробацию и приняты к практической деятельности на научно-производственном предприятии, что свидетельствует о состоятельности и практической ценности предложенных в диссертации идей и подходов. Очевидно, что данное научное направление будет развиваться и дальше, это позволит последовательно формировать новые подходы к созданию систем управления технологическими процессами литья с наложением давления.

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод, что представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук диссертация является научно-квалификационной работой, в которой решена научная проблема, имеющая важное практическое значение.

Указанные в отзыве замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, которая выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и практической значимостью.

Основные результаты подробно освещены в 36 научных публикациях, из них 14 в рецензируемых печатных изданиях, утвержденных ВАК России, из которых 4 представлены в реферативной базе данных Scopus и Web Of Science, 3 научных доклада конференций проиндексированы в базах данных Scopus и Web Of Science, получено 2 патента на изобретение и 2 патента на полезную модель, а также 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Работа успешно прошла апробацию на конференциях международного и всероссийского уровней.

Автореферат достоверно отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа полностью соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, изложенным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года, № 842, а ее автор, Денисов Максим Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (машиностроение)».

Диссертационная работа Денисова Максима Сергеевича и настоящий отзыв были обсуждены на расширенном заседании кафедры информационных и робототехнических систем ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», протокол №2 от 30.09.2019. Присутствовало на заседании 14 человек. Результаты голосования: За – «14», против – «0», воздержалось – «0».

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»)

Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85. Тел: (4722) 30-12-11. E-mail: Info@bsu.edu.ru

Зав. кафедрой информационных
и робототехнических систем,
д.т.н. проф.

Ольга Александровна
Иващук

Профессор кафедры
информационных и
робототехнических систем, д.т.н.

Андрей Николаевич
Афонин

