

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФТИ НАН Беларуси



В.Г. Залесский

2024г.

ОТЗЫВ

оппонирующей организации по диссертационной работе

Литвинко Артема Анатольевича

«Технология горячего брикетирования отходов черных металлов в пресс-формах с подвижной матрицей»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – технологии и машины обработки давлением

1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки

Диссертационная работа, ее основные результаты и выносимые на защиту положения соответствуют специальности 05.02.09 – технологии и машины обработки давлением и относятся к указанным в паспорте специальности (утвержден Приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 18 декабря 2017 г. № 292) областям исследований: п. III.1 (Механика силового воздействия на обрабатываемый материал, обеспечивающего в зависимости от поставленной цели его деформацию, упрочнение или разрушение с изменением физико-механических свойств и структуры), п. III.3 (Физическое и математическое моделирование процессов обработки давлением материалов, в том числе композиционных, наноструктурных и аморфных), III.4 (Инструменты, технологическая оснастка и машины, обеспечивающие эффективные процессы обработки материалов давлением), III.5 (Формирование требуемых структуры и свойств в материалах в процессе обработки давлением), III.6 (Способы и технологии обработки материалов давлением, в том числе при использовании вторичных материалов, придающие им новые потребительские свойства и обеспечивающие повышение уровня ресурсосбережения). Работа направлена на разработку технологии горячего брикетирования дискретных материалов в пресс-формах с подвижной матрицей и соответствует отрасли технических наук.

2. Научный вклад соискателя в разработку научной проблемы с оценкой ее значимости

Соискателем предложена схема нагружения дискретных металлических материалов с учетом минимизации трения и силового воздействия. На основе разработанной схемы создана физико-математическая модель процесса горячего брикетирования структурно-неоднородных дискретных металлических материалов, позволяющая прогнозировать поведение тела в

Вх. № 11-52/163
от 13.11.2024

процессе прессования в зависимости от температуры, давления, основных физико-механических свойств материала. Для определения структурно-реологических характеристик шихтовых материалов (предел текучести, относительное сжатие, показатель степени объемной деформации) соискателем разработан экспериментально-аналитический метод. Данные научные результаты имеют важное значение при проведении инженерных расчетов деформационного уплотнения структурно-неоднородных материалов, к каковым относятся стружка, шламы, отсеvy ферросплавов и другие отходы металлообработки. Уравнения физико-механической модели позволяют производить построения полей напряжений и плотности по координатам очага деформации на различных этапах нагружения, определять энергосиловые параметры процесса горячего брикетирования, исходя из критериев плотности и прочности горячепрессованных брикетов.

Исследованные зависимости влияния давления прессования и сил контактного трения на величину и распределение плотности по объему брикета позволяют определить основные закономерности процесса горячего брикетирования дискретных металлических материалов в пресс-форме с подвижной матрицей и минимизировать перепад плотности по объему прессовки. Полученные результаты являются научно-обоснованными, направлены на решение научно-технической проблемы, связанной с переработкой и использованием вторичных сырьевых ресурсов Республики Беларусь.

3. Конкретные научные результаты (с указанием их новизны и практической значимости), за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень

Соискателю Литвинко А.А. может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – технологии и машины обработки давлением за:

- разработку физико-математической модели горячего брикетирования отходов черных металлов с различными структурно-реологическими свойствами, позволяющей производить построение полей напряжений и плотности по объему прессовки на любом этапе с учетом условий нагружения (вид шихты, ее исходные структурно-реологические характеристики, начальная плотность, температура, трение и другие факторы), что послужило основой для определения необходимых параметров нагружения (давление, усилие, работа деформации) в соответствии с требуемыми физико-механическими характеристиками (плотность, прочность, осыпаемость) готовых брикетов:

- разработку оригинального экспериментально-аналитического метода определения структурно-реологических характеристик брикетируемых материалов (предел текучести, относительное сжатие, показатель степени объемной деформации), позволяющего с достаточной для практики точностью производить расчеты технологических параметров процесса

брикетирования, осуществлять выбор и проектирование промышленного оборудования:

- новые результаты исследования влияния величины и направления действия сил контактного трения на напряженно-деформированное состояние прессовки и сопротивление деформированию в условиях всестороннего неравномерного сжатия в пресс-формах с подвижной матрицей, на основании которых установлено, что силы контактного трения на боковой поверхности и у основания прессовки играют незначительную роль (практически отсутствуют), процесс брикетирования в основном происходит под воздействием сил нормального давления и нормальных непрерывно возрастающих напряжений, благодаря чему снижаются давление и усилие прессования;

- результаты исследования влияния напряженно-деформированного состояния прессовки на величину и распределение плотности по объему под воздействием распределенной поверхностной нагрузки со стороны прессующего пуансона и подвижной матрицы, согласно которым формирование фронта уплотнения прессовки при минимальном относительном сдвиге контактирующих с матрицей поверхностей приводит к значительному увеличению плотности стальных и чугунных брикетов, снижению остаточной пористости в центре брикета.

В совокупности полученные результаты позволили соискателю разработать технологию горячего брикетирования неоднородных дискретных материалов, обеспечивающую достижение поставленной в работе цели – снижение энергосиловых параметров, износа инструмента, повышение качества брикетов.

4. Замечания по диссертационной работе

1. Одной из целей разрабатываемой технологии горячего брикетирования является повышение стойкости инструмента. Однако в работе не приводится экспериментальное подтверждение повышения этой характеристики. Кроме того, не учтен и тот факт, что при непрерывной работе пресс-формы при температуре 700–850 °С возможно разупрочнение контактирующих деталей, влияющих на стойкость инструмента.

2. Несмотря на тот факт, что горячепрессованный брикет, отличается более высокой плотностью, прочностью, отсутствием осыпаемости при транспортировке эта технология не нашла широкого применения не только в Республике Беларусь, но и за рубежом. Это связано в первую очередь, с себестоимостью продукции, которая зачастую превышает стоимость компактных шихтовых материалов. Практика использования установок сушки стружки в защитной от окисления среде пиролиза продуктов разложения (масло, СОЖ) и очистка вентиляционного воздуха отходящих газов и др. вредных веществ на абсорбционно-биохимических устройствах также оказалась малоэффективной, энергозатратной и технологически сложной в реализации. Поэтому следовало не только описать, то что

делалось в 70-80-е годы в СССР и за рубежом, и по чьей воле не нашло применение, а критические проанализировать те узкие области применения разработки технологии, где она могла занять достойное место, к примеру для получения лигатур, ферросплавов, специальных высоколегированных сплавов и др.

3. Важной характеристикой брикетов при плавке, особенно в электропечах, является созданный металлический контакт (типа сварки) между отдельными дискретными частицами. Из теории и практики горячего прессования он достигается температурными, скоростными (статическое, динамическое, импульсное формование) параметрами, наложением дополнительных сдвиговых деформаций и др. Однако в работе отсутствуют данные по оптимизации этих параметров. Так же следовало бы привести данные о влиянии соотношения высоты к диаметру (h/D) получаемых брикетов на их плотность (пористость).

4. В качестве материала для исследований автор приводит углеродосодержащий материал – отсев кокса. Однако не приводит его состав или технические условия на него. Некоторые составы кокса отличаются повышенным содержанием серы и фосфора, что негативным образом сказывается на качестве металла и потребует дополнительной десульфурации расплава.

5. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Объем и уровень проведенных теоретических и экспериментальных исследований свидетельствует о способности Литвинко А. А. самостоятельно решать сложные научно-технические задачи. Полученные соискателем научные результаты подтверждают его достаточно высокую квалификацию в области обработки металлов давлением.

Анализ содержания диссертационной работы, обоснованность приведенных выводов, научная новизна и практическая значимость полученных результатов свидетельствуют о том, что научная квалификация Литвинко А. А. соответствует требованиям, предъявляемым к соискателям ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – технологии и машины обработки давлением.

Диссертационная работа соискателя Литвинко Артема Анатольевича «Технология горячего брикетирования отходов черных металлов в пресс-формах с подвижной матрицей» представляет собой законченную квалификационную научную работу, которая выполнена на высоком научном уровне, содержит новые теоретические и экспериментальные результаты и соответствует требованиям ВАК Республике Беларусь, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соискатель Литвинко Артема Анатольевича заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – технологии и машины обработки давлением в соответствии с «Положением о

присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь» за новые научно-обоснованные результаты в области обработки металлов давлением, включающие:

- физико-математическую модель процесса брикетирования отходов черных металлов с различными структурно-реологическими свойствами в виде замкнутой системы уравнений, полученной методом совместного решения дифференциальных уравнений равновесия металлического пористого тела (прессовки) и условия пластичности с учетом условий нагружения в пресс-формах с подвижной матрицей, позволяющей определить для различных этапов нагружения плотность по объему прессовки в зависимости от давления горячего прессования;

- полученные теоретические и экспериментальные диаграммы прессования для различных пластичных низко- и среднеуглеродистых сталей – $\sigma_s = 340\text{--}400$ МПа, $\varepsilon = 0,5\text{--}0,8$, $m = 2,5\text{--}3,5$; труднодеформируемых (углеродистых) сталей – $\sigma_s = 360\text{--}400$ МПа, $\varepsilon = 0,3\text{--}0,5$, $m = 2,0\text{--}2,5$; для мало пластичных чугунов – $\sigma_s = 380\text{--}410$ МПа, $\varepsilon = 0,3\text{--}0,5$, $m = 1,15\text{--}1,5$;

- результаты теоретического и экспериментального исследования влияния величины и направления действия контактного трения на напряжено-деформированное состояние прессовки и сопротивления деформированию в условиях всестороннего неравномерного сжатия в пресс-формах с подвижной матрицей, показывающие снижение на 15–20 % энергосиловых параметров прессования;

- закономерности изменения прочностных характеристик и распределения плотности по объему, подтверждающие формирование в пресс-форме с подвижной матрицей более равномерной плотности (на 3,0–3,2 % для стальных и на 7,6–8,8 % для чугунных) брикетов, способных противостоять ударным нагрузкам в 1,5–1,7 раза выше, чем брикеты, полученные в пресс-формах с неподвижной матрицей.

6. Рекомендации по практическому применению результатов диссертации

Результаты диссертационной работы могут применяться инженерами-технологами на практике при расчетах энергосиловых параметров процесса горячего брикетирования структурно-неоднородных материалов. Внедрение разработанной теории и методики расчета позволят существенно улучшить качество и точность проводимых расчетов, обеспечить более обоснованный выбор приемлемых технических решений.

Разработанная технология горячего брикетирования отходов черных металлов в пресс-формах с подвижной матрицей является ресурсосберегающей. Данная технология может быть использована на машиностроительных и металлургических предприятиях, перерабатывающих отходы металлообработки для получения лигатур, специальных сплавов и др. Возможности предложенного метода заготовки на различных этапах прессования может найти применение для закрытой штамповки деталей из дискретных, в т.ч. порошковых, материалов. Внедрение технологии позволит

сократить в составе шихты чушкового чугуна стального лома, повысить технико-экономические показатели плавки и повысить качество отливок.

Результаты данного исследования рекомендуются к внедрению в учебный процесс по дисциплинам «Рециклинг отходов черных металлов», «Машины и технология обработки металлов давлением».

Отзыв обсужден после заслушивания доклада соискателя на расширенном заседании секции «Технологическая» Ученого совета ФТИ НАН Беларуси.

СЛУШАЛИ:

1. Доклад Литвинко Артема Анатольевича, который изложил краткое содержание, основные положения и выводы представленной диссертации.

2. Проект отзыва оппонировавшей организации, представленный д.т.н. профессором Волочко А.Т. – экспертом оппонировавшей организации, назначенным приказом № 138 от 08 октября 2024 года.

В обсуждении принимали участие д.т.н., профессор Поболь И.Л., к.т.н. Вегера И.И., к.т.н. Покровский А.И., к.т.н. Марков Г.В., к.т.н. Лебедев В.Я.

В голосовании приняли участие 19 членов семинара, имеющие ученые степени. Результаты открытого голосования: «За» – 19, «Против» – нет, «Воздержались» – нет.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Рекомендовать к защите диссертацию Литвинко Артема Анатольевича «Технология горячего брикетирования отходов черных металлов в пресс-формах с подвижной матрицей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.09 – технологии и машины обработки давлением.

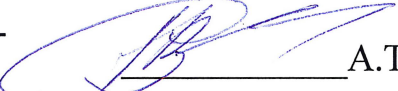
2. Одобрить отзыв оппонировавшей организации.

ФТИ НАН Беларуси дает согласие на публикацию отзыва в открытом доступе на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии РБ и сайте БНТУ.

Председатель научного семинара,
доктор технических наук, академик

 А.П. Ласковнёв

Эксперт,
начальник отдела материаловедения
и литейно-деформационных технологий-
заведующий лабораторией,
доктор технических наук, профессор,

 А.Т. Волочко

Ученый секретарь ФТИ НАН Беларуси,
кандидат технических наук

 А.В. Басалай

Отзыв в совет поступил 13.11.2024



ут. секрет.
совета
Литвинко А.К.

С отзывом ознакомлен
13.11.2024  А.А. Литвинко