



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого»  
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

ИНН 7804040077, ОГРН 1027802505279,  
ОКПО 02068574

Политехническая ул., 29, С.-Петербург, 195251  
Телефон (812) 297-20-95, факс 552-60-80  
E-mail: office@spbstu.ru

28.11.2016 № 31-05/023/8  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

### ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Сотникова Алексея Леонидовича на тему «Развитие научных основ и практика обеспечения точности конструктивных и технологических параметров машин непрерывного литья заготовок», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 Машины, агрегаты и процессы (металлургия)

Диссертация Сотникова А.Л. состоит из введения, 6-ти разделов, заключения, списка использованной литературы и 3-х приложений. Диссертация изложена на 390 страницах машинописного текста, в том числе 335 страниц основного текста, 27 страниц списка литературы из 260 наименований и приложений на 28 страницах.

#### Актуальность выбранной темы исследования

Актуальность исследования вопросов формирования и обеспечения заданных значений конструктивных и технологических параметров механического оборудования участка формирования непрерывнолитого слитка сортовой радиальной МНЛЗ связана с практической точки зрения с тем, что производительность (за счет высоких значений коэффициента использования и скорости разливки стали) машины и качество получаемых литых заготовок зависят от безотказности и технического состояния оборудования, режимов его работы и качества ремонтных работ. Параметры оборудования МНЛЗ определяются на этапе проектирования, а на этапе эксплуатации поддерживаются в установленных пределах значений механоремонтной службой металлургического предприятия. Точность выполнения проектировочных и проверочных расчетов элементов оборудования МНЛЗ, диагностирования технического состояния, контроля положения и выставки оборуду-

003834

дования при проведении ремонтных работ зависит от применяющихся инструментов и методов.

В связи с этим, можно утверждать, что диссертация Сотникова А.Л., направленная на развитие теоретических основ и практическую реализацию комплексной технологии обеспечения точности конструктивных и технологических параметров оборудования МНЛЗ, включая нормирование допустимых пределов точности и режимов работы, актуальна и найдет применение в практике непрерывной разливки стали на МНЛЗ различного вида.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Экспериментальные исследования в рамках диссертации проведены на действующих образцах промышленного оборудования, включая сортовые и слябовые МНЛЗ и т.д., а также в лабораторных условиях на специально сконструированном стенде, имитирующем режимы нагружения упругих элементов рессорного механизма качания кристаллизатора, с применением современных сертифицированных средств измерения.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, достоверность полученных результатов подтверждается использованием:

- теории механизмов и машин, теорий прочности и упругости, теории разрушения твердых тел;
- положений и методов динамики машин, сопротивления материалов, численных методов моделирования, диагностики и надежности оборудования;
- инструментов и методов инженерной геодезии, виброметрии, тензометрии, компьютерного и физического моделирования;
- сертифицированных средств технических измерений, включая первичные преобразователи и приборы, а также современной вычислительной техники и широко опробованного программного обеспечения.

### **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Научная новизна диссертации Сотникова А.Л. не вызывает сомнений и определяется следующими положениями.

1. Предложены методические основы увеличения производительности сортовых радиальных МНЛЗ из условия обеспечения долговечности механического оборудования машины и максимальной расчетной скорости разливки стали.

2. Получили развитие представления о влиянии инерционно-массовых характеристик рычажного механизма качания кристаллизатора МНЛЗ на схему рабочих нагрузок и нагруженность его звеньев при различных режимах работы.

3. Получили развитие теоретические основы выбора рациональных режимов работы рычажного механизма качания кристаллизатора из условия разрушения его звеньев из-за высоких динамических нагрузок и резонансных явлений в электромеханическом приводе механизма качания.

4. Создана методология формирования фактической технологической оси ручья МНЛЗ с минимально возможными отклонениями от требований проектно-конструкторской документации.

5. Определены границы технического состояния (целостности) деталей и узлов электромеханического привода механизма качания кристаллизатора МНЛЗ по общему уровню вибрации (виброскорости) на основе установленных зависимостей влияния усталостного разрушения деталей и узлов на амплитудно-частотные характеристики привода.

**Практическая значимость результатов диссертации** заключается в создании и внедрении на таких предприятиях, как ПАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», ПАО «Металлургический комбинат «Азовсталь», ЗАО «Миниметаллургический завод «Истил (Украина)», ПАО «Новокраматорский машиностроительный завод», ПАО «Енакиевский металлургический завод», следующих научно-технических решений:

- технологии выставки оборудования МНЛЗ на базе геодезических измерений координат оборудования машины и вычислении минимальных корректирующих воздействий из условия обеспечения минимальных отклонений оборудования от технологической оси ручья;

- способа синтеза рычажного механизма качания кристаллизатора МНЛЗ на базе математической модели механизма качания из условия обеспечения минимального отклонения кристаллизатора от технологической оси ручья;

- методики проектировочного и проверочного расчета статически неопределимых упругих элементов (направляющих и шарниров) рессорного механизма качания кристаллизатора МНЛЗ на базе математической модели продольно-поперечного изгиба стержня в зависимости от формы и размеров упругих элементов, схем нагружения и режимов работы механизма качания;

- способов контроля и диагностирования электромеханического привода механизма качания кристаллизатора МНЛЗ на базе сопоставления результатов измерения общего уровня вибрации с установленными границами технического состояния звеньев привода.

### **Замечания**

1. Согласно пункта 4 научной новизны, соискатель предлагает уменьшить частоту качания кристаллизатора с проектного значения 310 до 200 кач./мин, а скорость вытягивания слитка из кристаллизатора с 5 до 4,75 м/мин, что фактически ведет к снижению производительности МНЛЗ, а не к её повышению, как декларируется в формулировке актуальности работы. Это обстоятельство вызывает недоумение и требует пояснений от соискателя.

2. На рисунке 3.22 на оси времени не показан отсчет значений времени, что затрудняет анализ цикличности изменения внутренних силовых факторов и напряжения в опасном сечении эксцентрикового вала.

3. В выводах к разделу 3, в части исследования инерционно-массовых характеристик механизма качания, имеются противоречивые положения; так, в пункте 2 говорится о возможности уменьшения материалоемкости звеньев на основании значительного запаса статической прочности, а в пункте 3 речь идет о недостаточной долговечности при повышенных частотах качания. Поэтому считаю, что рекомендации относительно конструктивных изменений звеньев механизма качания должны идти в комплексе, а не отдельно по каждому из критериев.

4. При разработке динамической модели электромеханического привода в разделе 3.2, наверное, целесообразно было бы рассмотреть более простой вид модели, так как в представленной модели коэффициенты жесткости соединений элементов привода практически не соизмеримы между собой (различие, в некоторых случаях, доходит до четырех порядков).

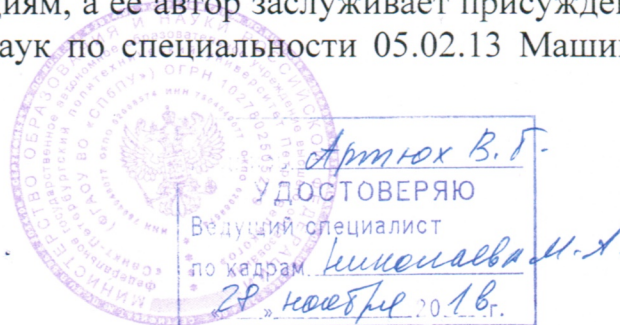
5. Очевидно, что материалы 4-го раздела опубликованы не полностью, так как в конце раздела указана ссылка только на одну публикацию соискателя в далеком 2005 г.

### Заключение

Несмотря на приведенные замечания, считаю, что диссертация Сотникова А.Л. является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований и разработок решены важные научные и технические задачи: разработаны математическая модель технологической оси ручья МНЛЗ и метод формирования на ее базе фактической оси; созданы модели напряженно-деформированного состояния звеньев и амплитудно-частотных характеристик электромеханического привода и метод расчета на их основе рациональных режимов работы механизма качания кристаллизатора; усовершенствованы модель рычажного механизма качания и метод синтеза на ее основе рациональных длин звеньев механизма; установлены зависимости для расчета напряженно-деформированного состояния упругих элементов рессорных механизмов качания; определены границы технического состояния узлов и деталей электромеханического привода механизма качания. Эти результаты имеют большое значение для металлургической практики непрерывной разливки стали на МНЛЗ.

Диссертация Сотникова А.Л. соответствует паспорту научной специальности и требованиям пункта 2.1 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.13 Машины, агрегаты и процессы (металлургия).

Официальный оппонент:  
профессор кафедры «Гидравлика»  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра Великого»,  
доктор технических наук, профессор.  
195251, РФ, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.  
+7 (812) 552-60-80, office@spbstu.ru, http://www.spbstu.ru/  
Артюх Виктор Геннадиевич



Я, Артюх Виктор Геннадиевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе