

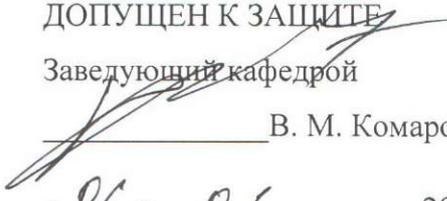
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНО – ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ

КАФЕДРА ВАКУУМНАЯ И КОМПРЕССОРНАЯ ТЕХНИКА

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

  
В. М. Комаровская

« 06 » 05 2021 г.

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Проектирование вакуумной камеры с термической футеровкой внутренних стенок для циркуляционного легирования стали

Специальность 1-36 20 04

Вакуумная и компрессорная техника

Обучающийся  
группы 30904116

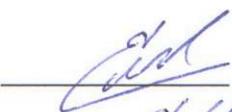
  
А. В. Горло

Руководитель

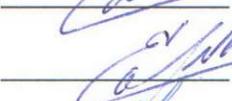
  
Е. П. Орлова

Консультанты:

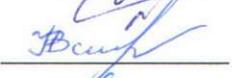
по разделу технологическому

  
Е. П. Орлова

по разделу конструкторскому

  
Е. П. Орлова

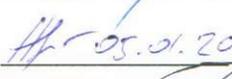
по разделу экономическому

  
Н. В. Зеленковская

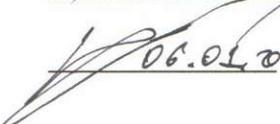
по разделу автоматизации

  
А. И. Савченко

по разделу охраны труда

  
Д. Автушко

Ответственный за нормоконтроль

  
06.05.2021 В. М. Комаровская

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка - \_\_\_\_ страниц

графическая часть - \_\_\_\_ листов

магнитные (цифровые) носители - \_\_0\_\_ единиц.

Минск 2021

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект: 119 с., 39 рис., 17 табл., 37 источников, 2 прил.

Объектом разработки является вакуумная камера для проведения процессов внепечной вакуумной обработки стали, а именно циркуляционный вакуумматор.

Целью проекта является проработать решения для увеличения эффективности вакуумирования стали, а именно: применение материалов и схемы футерования сталь-ковша и вакуумматора, значительно повышающих длительность службы данных агрегатов по количеству выдерживаемых плавов. Также необходимо обеспечить подачу в вакуумматор лигатур без развакуумирования самой камеры внепечной циркуляционной обработки стали.

В ходе дипломного проектирования были решены следующие задачи:

проведен литературный обзор, из которого были взяты характеристики методов внепечной обработки, рассмотрено само это понятие;

по имеющимся производственным данным были составлены сравнительные таблицы достоинств, недостатков, широты сферы применения различных видов внепечного вакуумирования. По результатам сравнения были сделаны выводы об актуальности и перспективности проработки циркуляционного (RH) метода внепечной обработки стали;

были рассмотрены конструктивные особенности главных узлов, входящих в состав установок для циркуляционного вакуумирования. На основании обзора конструктива узлов были приняты решения о модернизации продувочных фурм, устройств для подачи лигатур;

в ходе проработки общей конструкции установки для циркуляционного вакуумирования было принято решение о замене традиционной пароструйной системы откачки на когтевые вакуумные насосы, что привело к снижению издержек, затрачиваемых на использование пара и вакуумной системы, *базирующейся на его использовании;*

*Элементами научной новизны является применение шлюзовой системы для подачи лигатур и микролегирующих добавок непосредственно в циркуляционный вакуумматор, что позволило сохранять пониженное давление в системе даже при подаче легирующего материала. Помимо этого были применены инновационные материалы для блоков футеровки, на порядок увеличивающие количество плавов, которые может выдержать стальковши и погружные патрубки вакуумматора до профилактических работ.*

Областью возможного применения разработок является любое сталелитейное предприятие.

Результатом внедрения разработок является значительная экономия средств на профилактике и замены футеровки в сталь-ковше и вакуумматоре благодаря увеличению стойкости к плавке стали в среднем до 150 -200 раз.

Студент-дипломник подтверждает, что приведенный в дипломном проекте расчётно-аналитический материал объективно отражает состояние разрабатываемого объекта, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические приложения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ярмонов, А. Н. Вакуумные технологии: учебное пособие / А. Н. Ярмонов. - Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехи, ун-та, 2015. - 306 с.
2. Протасов, А. В. Электрометаллургические мини-заводы / А.В. Протасов, Н. В. Пасечников, Б.А. Сивак. - М.: Metallurgizdat, 2013. - 420 с.
3. Торговец, А.К. Теория, технология и оборудование внепечной обработки металлов: учебное пособие /А. К. Торговец, Ю. И. Шишкин, О. А.Артыкбаев. - Алматы: НИЦ «ФЫЛЫМ», 2004. -273 с.
4. Metallургические мини-заводы: Монография / А.Н Смирнов [и др.]; под общ. ред. А.Н. Смирнова. - Донецк: Норд-Пресс, 2005. - 469 с.
5. Повышение стойкости футеровки агрегатов внепечной обработки стали /А. А. Метелкин [и др.]; под общ. ред. В. Ф. Мысика - Нижний Тагил: НТИ УрФУ, 2015.-144 с.
6. Конструкция и проектирование агрегатов сталеплавильного производства: учебник для вузов / В.П. Григорьев [и др.]; под общ. ред. В.П. Григорьева. - М.: МИСИС, 1995.-512 с.
7. Валуев, Д. В. Внепечные и ковшовые процессы обработки стали в металлургии/ Д. В. Валуев. - Томск: Изд-во Томского политехи, ун-та, 2010. - 202 с.
8. Новик, Л. М. Внепечная вакуумная металлургия стали / Л. М. Новик. - М.: Наука, 1986.-192 с.
9. Гизатулин, Р. А. Внепечные и ковшовые процессы обработки стали: учебное пособие. Р. А. Гизатулин, В. И. Дмитриенко. - Новокузнецк, 2006. - 181 с.
10. Внедрение технологии РН-вакуумирования стали на примере российских заводов / Т. Айхерт // Metallургическое производство и технология. - 2012. - № 2. - С. 20-30.
- И. Конструкция и компоненты оборудования для циркуляционного вакуумирования / Р. Бирман [и др.] // Metallургическое производство и технология. - 2007. - №2. - С. 18-22.
12. Оборудование для вакуумной обработки стали в ковше. Традиции и тенденции развития / В. И. Кузнецов // НМ-оборудование. - 2005. - №3. - С. 4-9.
13. Обработка стали в ковше с использованием технологии циркуляционного вакуумирования / Д. Темберген [и др.] // Metallургическое производство и технология. - 2007. - № 2. - С. 12-16.
14. Оценка перспективы вакуумной обработки стали в ЭСГТЦ ПАО «ММК» / В. А. Биргеев [и др.] // Теория и технология металлургического производства. - 2019. №2. - С. 23-28.
15. Ковши сталеразливочные. Требования к качеству аттестованной продукции: ГОСТ 5.403-70. - Введ. 01.03.70. - Москва: Издательство стандартов, 1976. - 7 с.

16. Ковши сталеразливочные. Ряд вместимостей (с изменениями №1 и №2): ГОСТ 7358-78. – Введ. 01.01.80. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 3 с.
17. Metallicheckiy-portal. Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс] /– Режим доступа : [http://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/08Y](http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/08Y).
18. ЕЕС. Европейская электротехническая компания [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://euroec.by/catalog/product/siemens/s7\\_1200](https://euroec.by/catalog/product/siemens/s7_1200).
19. ЕЕС. Европейская электротехническая компания [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://euroec.by/catalog/product/siemens/s7\\_1200](https://euroec.by/catalog/product/siemens/s7_1200).
20. INTECH. Вакуумное оборудование [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://www.intech-group.ru/directions/vacuum/vakuumnnye\\_klapanу/](https://www.intech-group.ru/directions/vacuum/vakuumnnye_klapanу/).
21. Ужанский, В.С. Автоматизация холодильных машин и установок / В.С. Ужанский – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. – 304 с.
22. Ндва. Передовые технологии производства газа [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.ndva.ru/>.
23. Адаменкова, С. И. Практическое налогообложение: исчисляем и уплачиваем налоги правильно / С.И. Адаменкова, О.С. Евменчик, Л.И.Тарарышкина. – Минск: Регистр, 2018. – 456 с.
24. Бабук, И.М. Экономика предприятия / И.М. Бабук. – Минск: НВЦ Минфина, 2006. – 327 с.
25. Сенько, А. Н. Экономика предприятия. Практикум: учебное пособие / А. Н. Сенько, Э. В. Крум. – Минск: Вышэйшая школа, 2002.
26. Экономика и финансы предприятия: практикум для учащихся колледжей/ О. В. Володько [и др.] – Минск: Беларусь, 2007. – 232 с.
27. Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях: СанПиН 33. – Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2015. – 19 с.
28. Шум на рабочих местах и транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: СанПиН. №115 от 16.11.2011. Минск: Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 2011. – 12 с.
29. Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий: СанПиН №132 от 26.12.2013. Минск: Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 2013. – 25 с.
30. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.04-153-2009. Минск: Минскстройархитектура, 2010. – 104 с.

31. Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний: ТКП 339-2011. Минск: Минэнерго, 2011.-600 с.
32. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок: ТКП 427-2012. Минск: Минэнерго, 2013. - 156 с.
27. Безопасность производственных процессов. Справочник / С.В. Белов [и др.]; под ред. С.В. Белова. - Москва: Машиностроение, 1985. -488 с.
33. Институт промышленной безопасности, охраны труда и социального партнерства [Электронный ресурс]. - Электронные данные. - Режим доступа: [https://www.safework.ru/prof\\_list/](https://www.safework.ru/prof_list/).
34. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: ТКП 474-2013. Минск: Промбытсервис, 2013. - 57 с.
35. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-315-2018. Минск: Минскстройархитектура, 2018.-56 с.
36. Применение средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, необходимые для эвакуации людей в случае возникновения пожара: ТКП 475-2013. Минск: Промбытсервис, 2013. - 11 с.
37. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации: ТКП 295-2011. Минск: Промбытсервис, 2017. - 19 с.