

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Энергетический
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Атомных и тепловых электростанций

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Сравнительный анализ технологических и экономических аспектов способов заливки баббитовых подшипников.

УДК 621.822.5-047.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б11	Юзва Евгений Валерьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры атомных и тепловых электростанций	К.Б. Ларионов	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры менеджмента	Н.Г. Кузьмина	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	М.Э.Гусельников	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры атомных и тепловых электростанций	В.Н. Мартышев	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Энергетический
Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра: Атомных и тепловых электростанций

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

ВКР бакалавра

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б11	Юзва Евгений Валерьевич

Тема работы:

**Сравнительный анализ технологический и экономических аспектов способов
заливки баббитовых подшипников.**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Приказ №1815/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10 июня 2016 года

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Исходные данные:

- данные научно-технической и учебной литературы, периодических изданий.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Введение. 2. Способы заливки подшипников. 3. Надежность работы заливки. 4. Социальная ответственность. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность. 6. Заключение.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Н.Г. Кузьмина
Социальная ответственность	М.Э.Гусельников
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: 	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику				
Задание выдал руководитель:				
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры атомных и тепловых электростанций	К.Б. Ларионов			
Задание принял к исполнению студент:				
Группа	ФИО		Подпись	Дата

3-5Б11	Юзва Евгений Валерьевич		
--------	-------------------------	--	--

**Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы
бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**

Код резу- ль- тата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации,

	эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Содержание

РЕФЕРАТ	7
СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ	8
ВВЕДЕНИЕ	9
1 СПОСОБЫ ЗАЛИВКИ ПОДШИПНИКОВ БАББИТОМ	10
2 НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ЗАЛИВКИ	23
3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Ошибка! Закладка не определена.
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ	30
Заключение	Ошибка! Закладка не определена.
Список литературы	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение	Ошибка! Закладка не определена.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 62 страницы, 7 рисунков, 6 таблиц, 23 источников, 1 приложения.

Ключевые слова: БАББИТ, ЦЕНТРОБЕЖНАЯ ЗАЛИВКА, СТАТИЧЕСКАЯ ЗАЛИВКА, ЛУЖЕНИЕ, ВКЛАДЫШ, ПОДШИПНИК, ПАРОВАЯ ТУРБИНА.

Объектом исследования является методы заливки подшипников баббитом.

Цель работы – анализ надежности и возможностей использования способов заливки подшипников баббитом.

В процессе выполнения работы были рассмотрены технические и экономические аспекты заливки подшипников баббитом.

В результате исследования было определено, что центробежная заливка подшипника баббитом более экономичнее в отличии от статической.

Область применения: теплоэнергетика, машиностроение и судостроение.

СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

а.с.- антифрикционный сплав.

з.п.- заливка подшипника.

с.з.- статическая заливка

ц.з.- центробежная заливка.

ВВЕДЕНИЕ

Нарушения работы машины, механизма или агрегата основной причиной является износ подшипников скольжения.

Износ, появившийся в сопряжении подшипника и вала, увеличивается между ними зазор, ухудшаются условия смазки и в итоге приводит к сухому или полусухому трению, увеличивается нагрев подшипника, а следовательно, уменьшается твердость антифрикционного (баббита) сплава и создает условия для затягивания канавок и смазочных отверстий подплавленным а.с.

Операция з.п. баббитом или свинцовой бронзой широко применяется во всех отраслях машиностроения. Заливке подвергаются внутренние поверхности стальных (или Чугунных) вкладышей, так что рабочая поверхность (поверхность скольжения) подшипника оказывается оснащенной а.с.

Для уменьшения трения производится з.п. и предохранения от износа а.с. подшипников, валов и осей. Материалом для з.п. служат специальные а.с. Их так наз. баббиты — пластичная вязкая масса, в которой распределены равномерно твердые кристаллики, которые лучшего приработку (прилегания) трущихся поверхностей шейки вала или оси и подшипника. Баббиты, в которых является основным элементом Sn (олово), наз. оловянистыми. В наше время на железнодорожном транспорте для з. п. подвижного состава являются баббиты на свинцовой основе, в которых содержится Pb (свинца) до 98% и по 1% натрия и кальция. Производится плавка баббита в специальных тигелях и особых камерных печах, где а.с. нагревают до температуры 400—450°C и в жидком состоянии заливают в специальные, заранее нагретые опалубки, к которым прикрепляются заливаемые подшипники. Оловянистые баббиты подогреваются до температуры 420—470°C.

1 СПОСОБЫ ЗАЛИВКИ ПОДШИПНИКОВ БАББИТОМ

1.1 Технология

Ремонт наплавкой антифрикционного слоя подшипников допускается при условии, если суммарная площадь дефектов — выкрашивания, раковин, трещин и др. после их разделки не превышает 25 % рабочей (опорной) поверхности подшипников. При большей площади дефектов подшипники подлежат перезаливке.

В случае принятия решения о необходимости перезаливки подшипников, перед удалением из вкладыша старого баббита необходимо проверить наличие на чертеже указаний о размерах и конструкции расточки баббитовой заливки и организации масляных карманов на разъеме вкладыша. При отсутствии чертежа вкладыша необходимо снять точный эскиз баббитовой расточки с указанием размеров и расположения масляных канавок, карманов, скосов, закруглений и других элементов расточки.[5]

Удаление старого баббита производится путем нагрева вкладыша в печи, горне или газовой горелкой с обратной стороны вкладыша до температуры, соответствующей началу размягчения баббита (240...380 °С); после этого вкладыш встряхивается и баббит должен отстать от тела вкладыша. Не рекомендуется производить нагрев и выплавление баббита, направляя пламя горелки непосредственно на баббит, так как он при этом интенсивно окисляется. Нагревать подшипник до полного расплавления а.с. запрещается, т.к. при этом получается выгорание сурьмы и ухудшения баббита. Старый баббит в канавках и углублениях удалить полностью без остатка.

После выплавления баббита внутренняя поверхность вкладыша тщательно очищается шабером, стальной щеткой и наждачной шкуркой.

Подготовка вкладыша к перезаливке определяет качество заливки вкладыша и обеспечивает необходимую адгезию баббита с телом вкладыша. Подготовка к перезаливке включает в себя обезжиривание заливаемой поверхности, ее протравливание и покрытие оловом (полуду).

Обезжиривание производится погружением вкладыша в горячий 10 % - ный раствор едкого натра или каустической соды (на 10 л воды 1 кг каустической соды) на 10-15 мин. Далее вкладыш промывается горячей проточной водой для удаления грязи и щелочи.

Первоначальное протравливание вкладыша производится погружением на 10... 15 мин в 10 % - ный раствор соляной или серной кислоты (1 л концентрированной кислоты на 10 л воды). При приготовлении раствора кислоты необходимо соблюдать правила техники безопасности, добавляя концентрированную кислоту в воду и ни в коем случае не наоборот.

После протравливания вкладыш промывается горячей проточной водой и высушивается.

Вторичное протравливание и лужение вкладыша производятся следующими способами:

Лужение погружением.

Лужение паяльником или обмазкой

При лужении погружением, перед вторичным протравливанием, производится окраска поверхностей, не подлежащих лужению, меловой краской, препятствующей пристаиванию полуды.

Вторичное протравливание заливаемой поверхности вкладыша производится насыщенным раствором хлористого цинка ("травленной" кислотой). Способ ее приготовления следующий: в четырех весовых частях концентрированной соляной кислоты растворяется одна весовая часть цинка. Процесс растворения должен продолжаться до тех пор, пока не прекратится выделение пузырьков водорода, а на дне сосуда останется некоторое избыточное количество нерастворенного цинка. Протравливание производится путем нанесения раствора с помощью волосяной кисти или пакли. В случае, если обезжиривание произведено некачественно, протрава не ложится ровным слоем на поверхность, а сбегает с поверхности. В этом случае операцию обезжиривания необходимо повторить.

По окончании протравливания нагретый до температуры 220...230 °С вкладыш медленно (во избежание выплескивания) погружается в расплав чистого олова (возможно применение для полуды смеси 50 % олова и 50 % свинца; баббита Б-83) на 5...7 мин. Температура полуды должна быть 350...400 °С. Полуда должна покрыть поверхность вкладыша сплошным ровным тонким слоем и иметь тускло серебристый цвет, за исключением поверхностей, покрытых меловой краской.

Если на облуженной поверхности вкладыша остались черновины, окисленности, места с отставанием полуды, их необходимо протравить и залудить.

Этот способ нанесения полуды целесообразно применять в местах централизованной перезаливки вкладышей.

При лужении паяльником или обмазкой на облуживаемую поверхность вкладыша производится нанесение насыщенного раствора хлористого цинка. Поверхность покрывается порошком сухого нашатыря, вкладыш нагревается до температуры 220...230°С, и с помощью паяльника наносится олово на облуживаемую поверхность.

Заливка вкладыша баббитом требует тщательного выполнения всех правил заливки, так как от ее качества зависит нормальная работа подшипника.

Перед производством заливки вкладыша баббитом все имеющиеся во вкладыше отверстия и масляные каналы уплотняются асбестом. Вкладыш (его верхняя или нижняя половины) устанавливается на приспособление для перезаливки; места сопряжения вкладыша и приспособления уплотняются шнуровым асбестом. Если для заделки отверстий и масляных каналов использовался мокрый асбест, вкладыш вместе с приспособлением предварительно сушится, а затем нагревается в печи, горне или газовой горелкой до температуры 400...440 °С.

Ко времени окончания прогрева вкладыша, для предохранения и предотвращения окисления луженой поверхности должно быть подготовлено

к заливке необходимое количество баббита, которое определяется по формуле:

$$G = \pi \cdot D \cdot x \cdot b \cdot y, \quad (1.1)$$

где G — масса баббита, необходимая для заливки; D — диаметр расточки вкладыша под заливку; x — толщина заливаемого слоя баббита; b — длина вкладыша, включая припуск на обработку; y — удельный вес баббита (7,2 г/см³).

Баббит расплавляется в специальном тигле и нагревается до температуры 400...440 °С; при этом следует учитывать, что значительный перегрев баббита приводит к интенсивному его окислению и выгоранию сурьмы (баббит следует перегревать не более чем на 50...60 °С выше температуры плавления). Для снижения окислообразования, на поверхность расплавляемого баббита насыпается слой мелкого древесного угля.

Перед заливкой расплавленный баббит подвергают операции рафинирования путем добавления в расплав хлористого аммония (для этого 15...20 г сухого нашатыря погружают в тигель с расплавленным баббитом). Процесс рафинирования считается окончанным, тогда когда при тщательном перемешивании расплава прекращается его кипение и выделение из него газов (процесс происходит в течение 10...15 мин). В процессе рафинирования хлористый аммоний ошлаковывает окислы, и шлак всплывает на поверхность расплава. [17]

Непосредственно перед производством заливки вкладыша с поверхности расплавленного баббита необходимо тщательно удалить древесный уголь и образовавшиеся шлаки.

Заливку вкладыша желательно производить в один прием непрерывной струей баббита. После заполнения формы баббитом для удаления остатков воздуха в "ласточкиных" хвостах и других выборках в теле вкладыша залитый баббит необходимо "прошуровать" с помощью стального стержня достаточной длины или другого приспособления.

Для получения плотной качественной заливки баббита процесс остывания вкладыша необходимо регулировать. Остывание должно происходить снизу вверх в вертикальном направлении и от тела вкладыша в сторону приспособления в поперечной плоскости, так как в процессе остывания происходит усадка баббита и возможны возникновения полостей и пор в процессе кристаллизации в зонах, где скорость остывания ниже. Для организации этого процесса производится охлаждение нижней части тела вкладыша сжатым воздухом и подогрев верхней части оснастки газовой горелкой.

По мере усадки баббита в процессе остывания производится его доливка до заполнения формы. Доливка должна производиться до начала кристаллизации баббита.

Организация перезаливки вкладышей подшипников по описанной технологии может быть осуществлена в условиях специализированных подразделений энергоремонтных предприятий или на заводе. В условиях станции выполнить все требования приведенной технологии не представляется возможным.

В случае, если перезаливка вкладыша производится в результате его частичного подплавления, выработки или при других дефектах, не связанных с отслоением баббита от тела вкладыша, возможно применение упрощенного варианта перезаливки.

Вкладыш очищается от грязи и масла, нагревается в печи, горне или газовой горелкой (с обратной стороны) до температуры 400...440 °С и аккуратно устанавливается на верстак в специально приготовленный поддон. Газовой горелкой производится оплавление баббита до появления "ласточкиных хвостов". На поверхности вкладыша оставляется слой баббита толщиной 1...2 мм, который будет являться полудой для будущей заливки вкладыша. Для удаления окислов полуды в процессе оплавления поверхность протирается паклей или брезентовой варежкой.

На участках, где было отставание баббита от тела вкладыша, появится необлуженный металл вкладыша, так как скорость прогрева баббита в этих местах при плавлении баббита будет выше. В этих местах отставания полуды необходимо разделить шабером, обезжирить, протравить и облудить паяльником.

Этот способ перезаливки вкладышей является менее трудоемким, так как не требует сложных подготовительных работ, связанных с использованием кислоты и щелочи, и в то же время отвечает всем требованиям к перезаливке вкладыша.

Расточка перезалитых подшипников. После перезаливки вкладыша его вынимают из формы, удаляют все установленные пробки, асбест, заполнявший масляные карманы, фрезеруют технологический припуск баббита в горизонтальном разъеме и шабруют горизонтальный разъем в соответствии с требованиями, предъявляемыми к разъему вкладыша.

Вкладыш собирается по горизонтальному разъему под расточку (в зависимости от типа расточки и требований чертежа в разъем, если это необходимо, устанавливается прокладка. Расточка баббита производится на токарном или карусельном станке.[20]

Вкладыш под расточку выставляется по контрольным поясам; все обнаруженные бои (в вертикальной и горизонтальной плоскости) чаще всего располювиниваются.

В процессе расточки производится визуальный контроль качества залитого баббита. В случае обнаружения пор или раковин принимается решение об исправлении баббитовой расточки наплавкой или повторной перезаливкой вкладыша. Наплавку дефектных мест необходимо производить до окончательной расточки вкладыша.

Правильность выбора направления механической обработки перезалитых подшипников имеет большое значение. Необходимо учитывать, что прочность адгезии наплавленного баббита и тела вкладыша не превышает 48 МПа; при неправильной механической обработке под

действием сил резания можно оторвать наплавленный баббит от тела вкладыша. Для исключения отрыва баббита от тела вкладыша движение режущей кромки инструмента должно быть направлено от баббита, на тело вкладыша.

После расточки опорной поверхности вкладыш в обязательном порядке проверяется на качество адгезии баббита с телом вкладыша. Разъемы и торцевые поверхности вкладыша проверяются визуальным осмотром и цветной дефектоскопией. Баббитовая расточка вкладыша проверяется методом ультразвуковой дефектоскопии.

После контроля качества заливки баббита производится расточка масляных карманов и другие выборки в соответствии с чертежом или заранее выполненным эскизом вкладыша.

Перезаливка сегментов упорного подшипника производится с соблюдением всех условий, указанных для перезаливки вкладышей опорных подшипников. Для заливки сегменты укладываются в специальную форму, имеющую высоту, равную сумме толщины тела сегмента, необходимой толщины заливки и припуска на обработку. После заливки, выполняемой по технологии, аналогичной описанной выше для опорных подшипников, производятся обработка сегментов для удаления всех посторонних включений в баббит, шабровка для обеспечения равномерного прилегания всех колодок к упорному диску и выполняется закругление кромок баббита, обеспечивающее беспрепятственное поступление масла к рабочим поверхностям.

1.2 Центробежная заливка подшипника

Для осуществления центробежной заливки вкладышей использую приспособление, устанавливаемое в патроне токарного станка, переносный станок. При заливке в приспособлении нагревают вкладыш 1 до 400 — 450°С и зажимают между дисками 2, после чего включают станок и при вращении шпинделя заливают в воронку 3 необходимое количество расплавленного баббита.

Оптимальное число оборотов n шпинделя станка, при котором создается необходимое центробежное усилие, определяют по формуле:

$$n = \frac{K}{\sqrt{r_0}}, \quad (1.2)$$

где K — коэффициент, принимаемый для баббита на свинцовистой основе 1400, а на оловянистой основе 1700; r_0 — внутренний радиус вкладыша перед заливкой баббитом.

Это приспособление неудобно тем, что необходимо занимать токарный станок, который может быть использован по своему прямому назначению. Кроме того, плавить баббит и заливать его во вкладыш приходится в токарном цехе, что не всегда возможно и весьма небезопасно для работающих на соседних станках.[13]

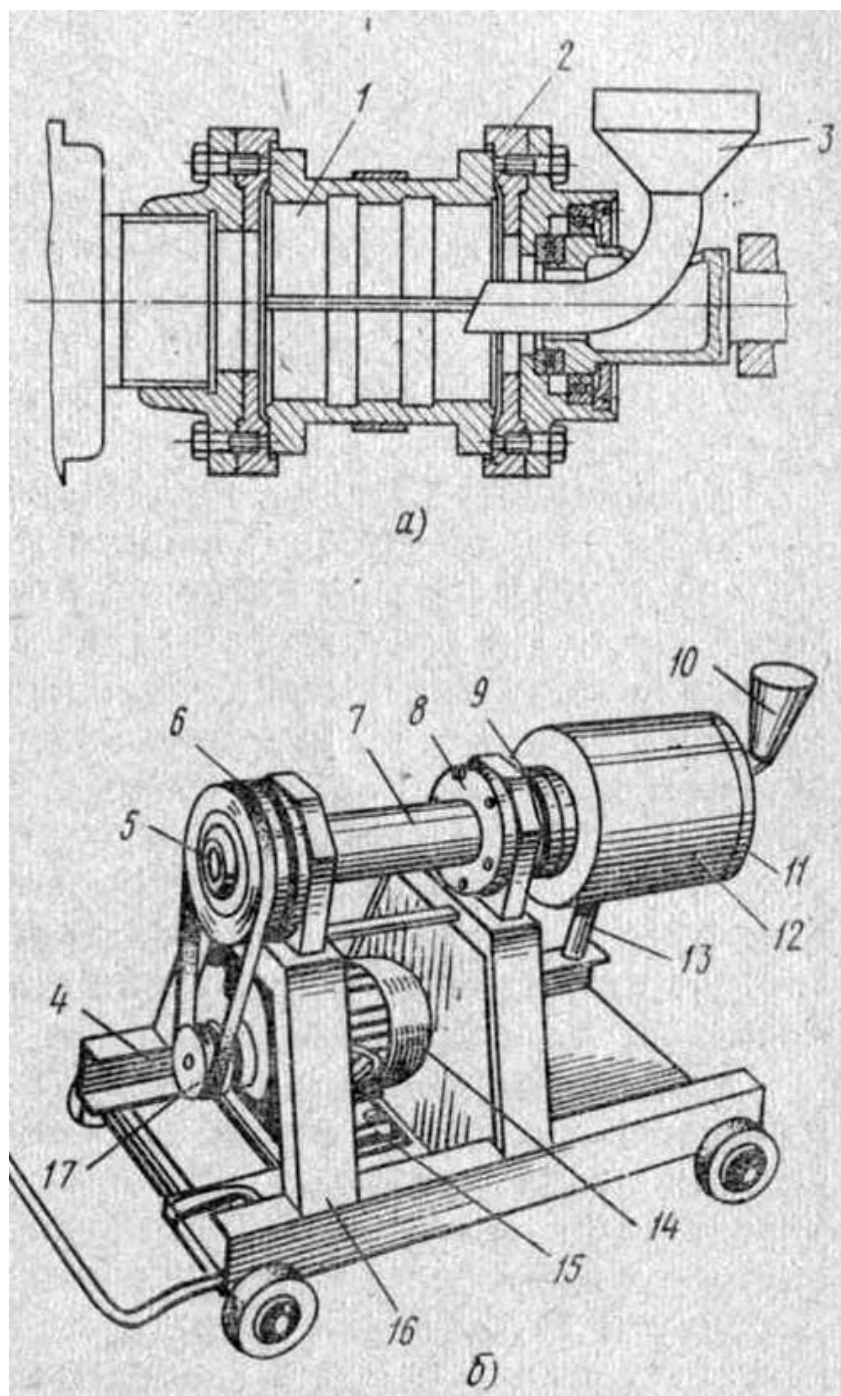


Рисунок 1 - а — в приспособлении к токарному станку, б — в переносном станке (кожух снят);

1 — вкладыши, 2 — диск, 3 и 10 — воронки, 4 — станина, 5 — головка, 6 и 17 — шкивы, 7 — шпиндель, 8 и 12 — буксы, 9 — упорное кольцо, 11 — крышка, 13 и 16 — поворотная и опорная стойки, 14 — двигатель, 15 — плита.

Все эти неудобства устраняются при применении специального переносного станка для центробежной заливки вкладышей баббитом. На

сварной станине 4 станка, выполненной из швеллеров, установлены две стойки 16 для корпусов шарикоподшипников.

Шпиндель 7 станка изготовлен из толстостенной трубы диаметром 76 мм. На шпиндель насажены два шарикоподшипника, заключенные в буксы 8, шкив 6 с двумя ручьями для клиновидных ремней и упорное кольцо 9, приваренное к шпинделю.

В конец шпинделя вварена гайка с резьбой МЗО, в которую ввернут выпрессовочный винт МЗО с головкой 5, обработанной под квадрат.

На втором конце шпинделя (со стороны упорного кольца) нарезана резьба, на которую навернута чугунная букса 12 с внутренней поверхностью, проточенной на конус. В буксу закладывают выпрессовочный диск и вкладыши, подлежащие заливке, предварительно вложенные в переходную чугунную втулку.

Втулка имеет продольный разрез по всей длине. Конусность наружной поверхности втулки соответствует конусности внутренней поверхности буксы. Внутренняя поверхность втулки цилиндрическая и соответствует наружному диаметру вкладышей.

Букса с заложенным в нее выпрессовочным диском и вкладышами в переходной втулке закрывается крышкой 11, закрепляемой болтами. В центре крышки имеется отверстие для прохода трубы от воронки 10, через которую вкладыши наполняют расплавленным баббитом. Воронка с вваренной в нее трубой укреплена на поворотной стойке 13, положение которой после установки вкладышей, закрепления крышки и ввода трубы от воронки в отверстие крышки фиксируется пружинным устройством.

Под шпинделем станка, на станине, размещена плита 15, на которой установлен двигатель 14 мощностью 1,7 кВт со скоростью вращения 1420 об/мин. На станине имеется болт для присоединения станка к сети заземления. [10]

На валу двигателя насажен шкив 17. Передача (1:2) от шкива двигателя к шкиву на шпинделе осуществляется клиновидными ремнями. Все вращающиеся части, кроме буксы 12, закрываются съемным кожухом.

Чтобы можно было заливать вкладыши подшипников разных габаритных размеров, станок имеет несколько переходных втулок, внутренние диаметры которых соответствуют наружным диаметрам вкладышей. Расточка внутренней поверхности буксы рассчитана на установку переходной втулки для вкладышей наибольшего диаметра. Вкладыши заливает один рабочий.

Таблица 1.1 - Для центробежной заливки подшипников баббитом.

D — диаметр расточки вкладыша под заливку мм.	x — толщина заливаемого слоя баббита мм.	Припуск на механическую обработку мм.
До 50	4	2-3
До 100	7	3-6
До 200	10	6-9
До 300	12	10



Рисунок 2 – Подшипник залитый центробежным способом.

На рисунке 2 показан подшипник, залитый центробежным способом.

1.3 Статическая заливка подшипника.

Старый баббит выплавляют путем подогрева вкладышей паяльной лампой, нагреванием в специальных электрических печах или погружением в ванну с расплавленным баббитом, нагретым до 380 — 400 °С. В ремонтной практике чаще всего баббит из дефектного вкладыша выплавляют пламенем паяльной лампы, как показано на рисунке.

Затем вкладыши обезжиривают, погружая на 1 — 2 мин в 10%ный раствор каустической соды, нагретый до 70 — 80 °С, промывают в горячей воде и насухо вытирают чистыми тряпками.

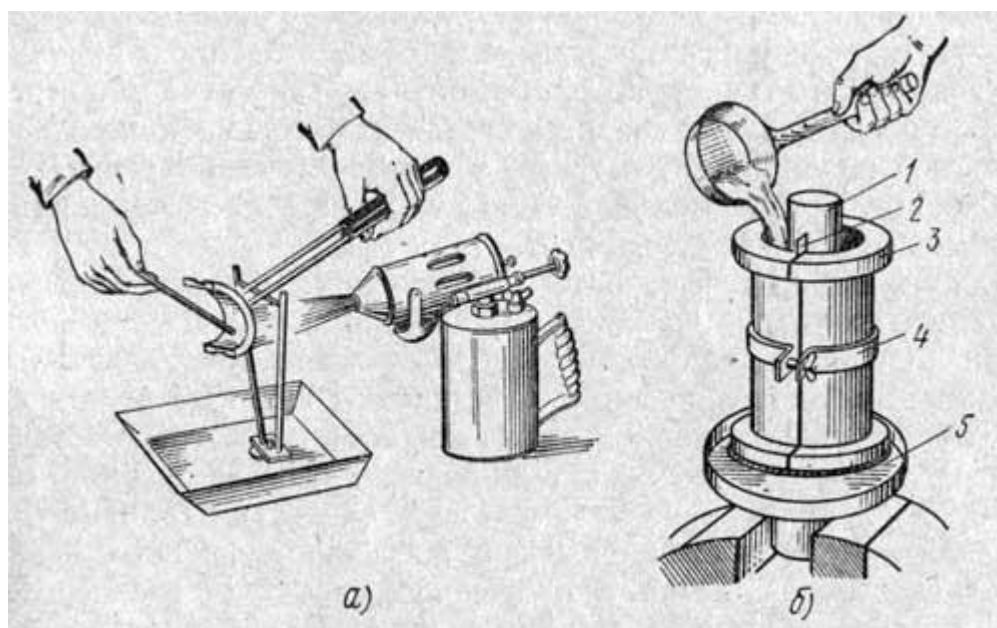


Рисунок 3 = Статическая заливка подшипника.

а — выплавка старого баббита, б — заливка баббитом;

1 — стержень, 2 — дистанционная прокладка, 3 — втулка, подготовленная к заливке баббитом, 4 — хомут, 5 — поддон.

После этого на поверхность вкладышей, подлежащих заливке, наносят кистью флюс (раствор хлористого цинка), а затем на эту же поверхность вручную наносят тонкий слой припоя ПОС-40 — полуды.

Для нанесения полуды вкладыши нагревают пламенем паяльной лампы до 300 — 320 °С, после чего натирают палочкой олова или припоя до тех пор, пока вся поверхность не покроется ровным слоем полуды.

Чтобы избежать повторного нагрева вкладыша и окисления слоя полуды, заливку баббитом производят не более чем через 1 — 2 мин после лужения. Баббит плавят в тиглях, нагреваемых в электропечах, или пламенем двух паяльных ламп. Температура баббита при заливке должна быть 400 — 420 °С, температура вкладыша 200 — 260 °С.

При плавлении баббита следят за его температурой, не допуская недогрева или перегрева, так как в обоих случаях снизится способность соединения сплава с поверхностью подшипника, а также ухудшатся механические качества слоя баббита. При нормальной температуре нагрева поверхность баббита имеет серебристо-белый цвет.[8]

Таблица 1.2 - Для статической заливки подшипников баббитом.

D — диаметр расточки вкладыша под заливку мм.	x — толщина заливаемого слоя баббита мм.	Припуск на механическую обработку мм.
До 50	6	3-5
До 100	10	5-9
До 200	15	10-15
До 300 и больше	20 и больше	15 и больше



Рисунок 4 – Подшипник залитый статическим способом.

На рисунке 4 показан подшипник, залитый статическим способом.

2 НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ЗАЛИВКИ

При перезаливке вкладышей кустарным способом, если даже она производится очень квалифицированным заливщиком, получить такое качество заливки, как на заводе,— невозможно. Поэтому прибегать к ней следует только в тех случаях, когда нельзя достать вкладыши заводского изготовления. Все последующие рекомендации по перезаливке вкладышей даются именно на этот случай.

Вкладыши с подпиленными стыками, забоинами на них и на наружных поверхностях, с поврежденными фиксирующими выступами и плохим прилеганием в постелях к перезаливке не допускаются.

В условиях ремонтных мастерских вкладыши можно заливать стандартными баббитами Б83, БН или БТ (ГОСТ 1320-41). Заливку рекомендуется производить центробежным способом (особенно в случае применения баббитов БН и БТ). Толщина слоя заливки должна быть при этом минимальной, потому что баббит, вследствие своей неоднородности, при центробежной заливке подвержен ликвации (расслоению составляющих по удельному весу): при заливке свинцовистыми баббитами БН или БТ легирующие составляющие будут сосредотачиваться в наружных слоях, удаляемых механической обработкой. А при заливке оловянистым баббитом Б83 на внутренних слоях — у стали. В первом случае слой баббита, оставшийся на вкладыше после расточки, будет обеднен легирующими составляющими, во-втором — обогащен ими. В обоих случаях структура баббита будет неудовлетворительной.[23]

Ц.з. имеет бесспорное преимущество перед статической, давая более плотный слой баббита и лучшую связь со стальной лентой. Кроме того, она уменьшает количество раковин в баббите, усадку его в процессе эксплуатации и значительно снижает расход металла.

Качество перезаливки проверяется простукиванием баббитовой заливки молотком, при этом она должна издавать чистый звук. Глухой или дребезжащий звук указывает на плохую связь баббита с вкладышем.

При необходимости заливать каждый вкладыш в отдельности, применяют приспособление, которое имеет корпус, сменные металлические сердечники, хомут. Перед заливкой приспособление и вкладыши подогревают до температуры 300-400°С при заливке баббитом БГ и 380—420°С при заливке баббитом Б83. Баббит необходимо заливать непрерывной низкой и толстой струей, чтобы предотвратить образование окислов.

Статическая заливка баббита имеет недостатки:

- 1) большая затрата времени на вспомогательные работы;
- 2) малая плотность залитого баббита;
- 3) большие потери баббита;
- 4) часто образуются раковины и другие пороки, что приводит к браку.

Затрата времени на вспомогательные работы, для охлаждения подшипника после заливки состоит в том, что при центробежной подшипник охлаждается за счет скорости вращения, а при статической заливке приходится следить чтобы охлаждения осуществлялось со внешней стороны.

Лучшим решением этого вопроса является применение центробежной заливки подшипников, для чего требуется соответствующее оборудование.

Ц. з. подшипников является наиболее производительным и надежным способом, обеспечивающим плотное и равномерное прилегание баббита к вкладышам. Этот способ заливки дает возможность получить мелкозернистую структуру, без раковин и экономию баббита, сводя к минимуму припуск на обработку, отходы в виде стружки и потери металла через не плотности.

Ц. з. подшипников баббитом дает плотный баббитовый слой. В приспособление должна заливаться точно рассчитанная порция баббита.

Ц. з. по сравнению с литьём в разовые формы имеет следующие преимущества. Производительность труда при работе на центробежной

машине увеличивается в несколько раз, отпадает потребность в площадях охлаждения подшипника после заливке.

Ц. з. отличаются повышенными механическими свойствами баббита. При этом значительные технико-экономические преимущества центробежной заливке достигаются вследствие экономии металла, энергоносителей и продолжительности производственного цикла.

Однако, ц. з. имеет и недостатки: необходимы специальные машины; формы должны быть повышенной прочности и герметичности, необходимо строгое дозирование баббита для получения нужного размера внутреннего отверстия; усиливается ликвация компонентов сплавов по плотности. Сама отливка может иметь только форму тела

Баббит, свободно заливаемый во вращающуюся вокруг горизонтальной оси форму, растекается по ней под действием кинетической энергии струи и вовлекается во вращательное движение за счёт сил трения металла о форму.

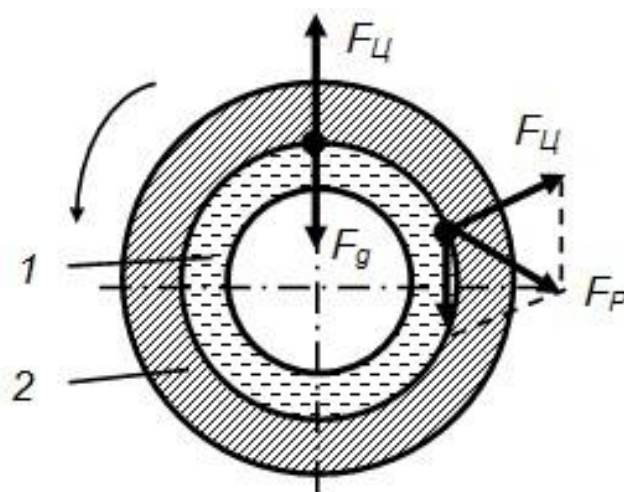


Рисунок 5 – Гидростатические силы, действующие на металл при вращении формы относительно горизонтальной оси: 1-расплав; 2-форма; F_p – равнодействующая сил центробежной (F_c) и тяжести (F_g)

Однако, такая скорость частиц металла при его вращении вокруг горизонтальной оси не может быть постоянной из-за пульсации результирующей силы в течение оборота формы, так как она складывается из

постоянной по величине и направлению силы тяжести и постоянной по величине, но меняющейся по направлению центробежной силы. Это приводит к тому, что свободная поверхность металла, залитого в форму, смещается к низу от оси вращения (рисунке 5).

2.1 Определение расхода баббипа на заливку для центробежного и статического метода.

2.1.1 Определим расход баббита на заливку подшипников центробежным и статическим способом, для разных диаметров используя формулу 1.1 и таблиц 1.1 и 1.2.

2.1.2 Для подшипника диаметром 50 мм и длиной вкладыша 150 мм.

$$G = \pi \cdot D \cdot x \cdot b \cdot y$$

Центробежным способом

$$G_{ц50} = 3,14 \cdot 5 \cdot 0,4 \cdot 15,3 \cdot 7,2 = 1,4 \text{ кг} \quad (2.1)$$

Статическим способом

$$G_{ст50} = 3,14 \cdot 5 \cdot 0,6 \cdot 15,3 \cdot 7,2 = 2,1 \text{ кг} \quad (2.2)$$

2.1.3 Для подшипника диаметром 100 мм и длиной вкладыша 150 мм.

Центробежным способом

$$G_{ц100} = 3,14 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 15,3 \cdot 7,2 = 4,8 \text{ кг} \quad (2.3)$$

Статическим способом

$$G_{ст100} = 3,14 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 15,3 \cdot 7,2 = 7 \text{ кг} \quad (2.4)$$

2.1.4 Для подшипника диаметром 200 мм и длиной вкладыша 200 мм.

Центробежным способом

$$G_{ц200} = 3,14 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 20,9 \cdot 7,2 = 13,9 \text{ кг} \quad (2.5)$$

Статическим способом

$$G_{ст200} = 3,14 \cdot 20 \cdot 1,5 \cdot 20,9 \cdot 7,2 = 21,2 \text{ кг} \quad (2.6)$$

2.1.5 Для подшипника диаметром 300 мм и длиной вкладыша 300 мм.

Центробежным способом

$$G_{ц300} = 3,14 \cdot 30 \cdot 1,2 \cdot 31 \cdot 7,2 = 25,2 \text{ кг} \quad (2.7)$$

Статическим способом

$$G_{ст300} = 3,14 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 31,5 \cdot 7,2 = 43,4 \text{ кг} \quad (2.8)$$

Полученные данные сведем в таблицу

Таблица 2.1 - Расход баббита на заливку

Диаметры мм,	50	100	200	300
Центробежным способом кг,	1,4	4,8	13,9	25,2
Статическим способом кг,	2,1	7	21,2	43,4

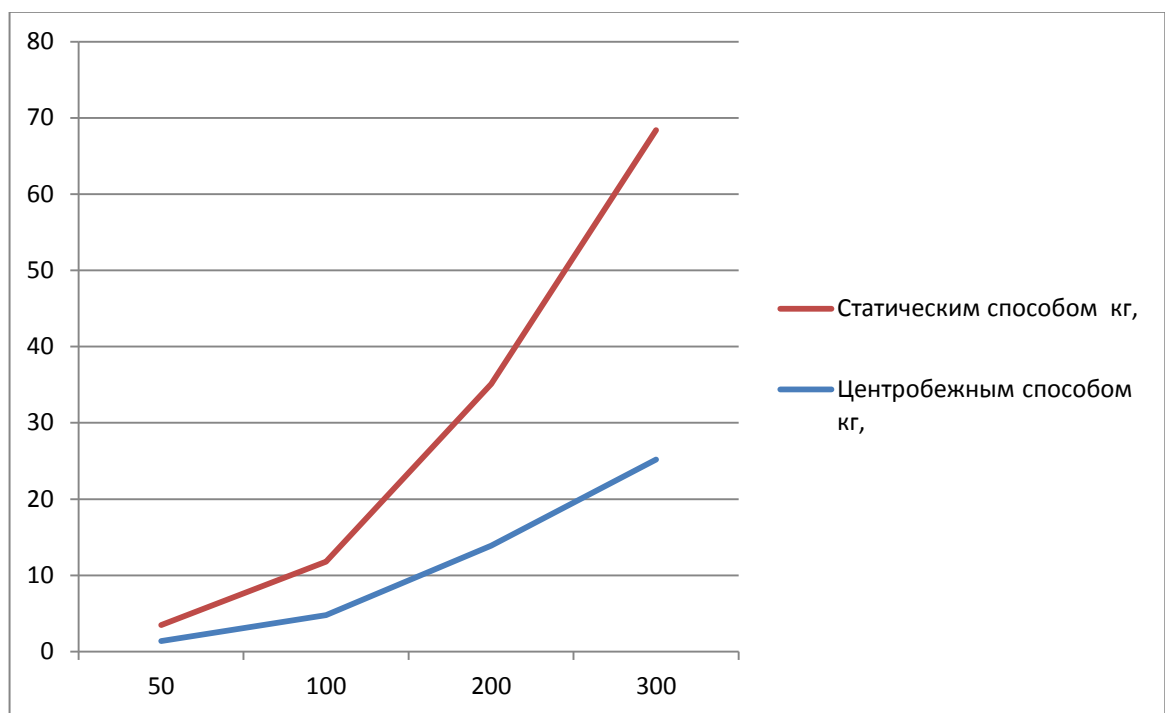


Рисунок 6 - Расхода баббита при увеличении внутреннего диаметра подшипника (таблица 2.1).

Экономическая разница между статическим и центробежным способом заливки подшипников баббитом рассмотрена в пункте 4,2 и сведена в таблицу 4.2.

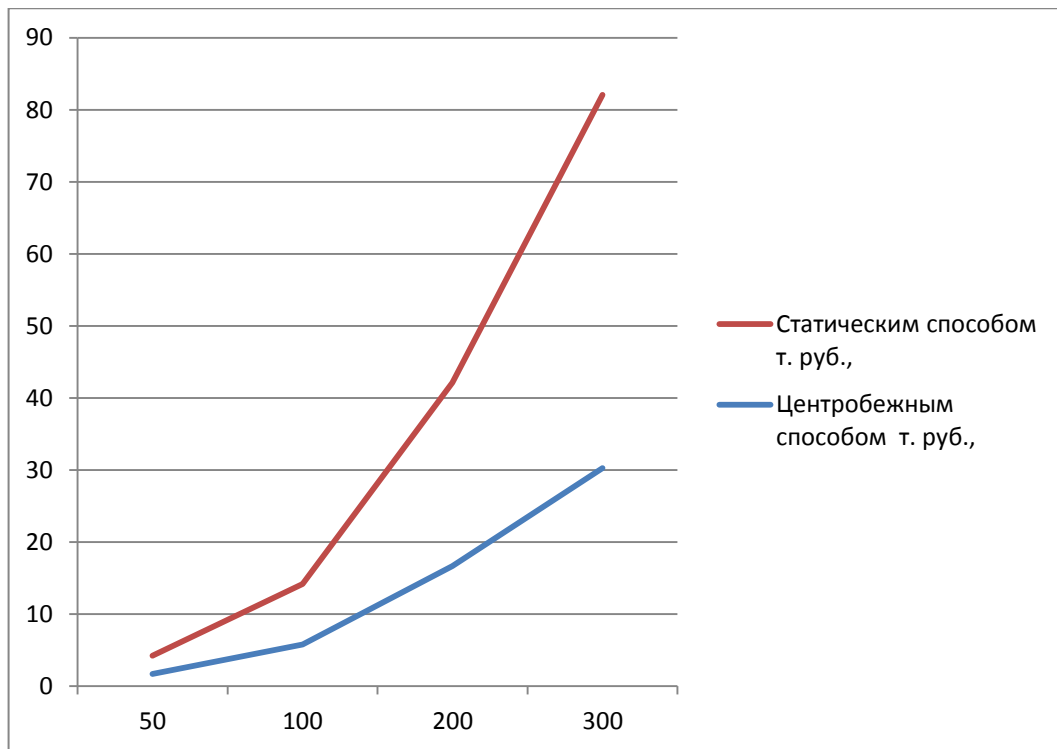


Рисунок 7 - Расход денежных средств на приобретение баббита при увеличении внутреннего диаметра подшипника (таблица 4.2).

Из рисунков видно, что центробежная экономически выгоднее чем статическая заливка подшипника.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б11	Юзва Евгений Валерьевич

Институт		Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Анализ экономических аспектов способов заливки баббитовых подшипников Прочие расходы: Проектировщик- инженер Руководитель - ассистент
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Принять на основании проведенных расчетов
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисление на собственные нужды 30% Районный коэффициент 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Расчет затрат на проектирование
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Эксплуатационные расходы
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка экономичности эффекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры менеджмента	Н.Г. Кузьмина			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б11	Юзва Евгений Валерьевич		

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ

4.1 Расчет затрат на проектирование

4.1.1 Проанализируем затраты на приобретение баббита при центробежной и статической заливке баббитовых подшипников.

4.1.2 Определяем затраты на проектирование по формуле:

$$K_{пр} = I_{\text{мат}} + I_{\text{ам}} + I_{\text{соц}} + I_{\text{пр}} + I_{\text{зн}} + I_{\text{накл}} \quad (4.1)$$

где, $I_{\text{мат}}$ = 3500 руб материальные затраты,

$I_{\text{ам}}$ - амортизация оборудования,

$I_{\text{соц}}$ - социальные отчисления,

$I_{\text{пр}}$ - прочие издержки,

$I_{\text{зн}}$ - затраты на заработную плату,

$I_{\text{накл}}$ - накладные издержки.

4.1.3 Определим издержки на амортизацию оборудования:

$$I_{\text{ам}} = T_{\text{исп}} / T_{\text{кал}} \cdot C_{\text{т}} \cdot 1 / T_{\text{сл}} = 60 / 365 \cdot 29000 \cdot 1 / 7 = 681 \text{ руб}, \quad (4.2)$$

где, $T_{\text{исп}}$ = 60 дней, время использования оборудования,

$T_{\text{кал}}$ = 365 дней - календарный год,

$C_{\text{т}}$ = 29000 руб, стоимость оборудования,

$T_{\text{сл}}$ = 7 лет - срок службы оборудования.

4.1.4 Затраты на заработную плату рассчитываются как:

$$\Phi ЗП = ЗП_{\text{рук}} + ЗП_{\text{инж}} \quad (4.3)$$

где: $ЗП_{\text{рук}}$ – заработная плата руководителя;

$ЗП_{\text{инж}}$ – заработная плата инженера.

Таблица 4.1 – Перечень работ и оценка времени их выполнения

Наименование работ	Количество исполнителей	Продолжительность, в днях
1. Выдача и получение задания	НР Инженер	1
2. Исследование литературы	Инженер	12
3. Консультация	НР Инженер	2
4. Анализ способов заливки подшипников баббитом	Инженер	14
5. Исследование возможных вариантов решения	Инженер	8
6. Расчет оптимального варианта	Инженер	21
7. Консультация	НР Инженер	2
8. Оформление работы согласно нормам	Инженер	16
9. Подписание работы руководителем, консультация	НР Инженер	2
	НР Инженер	7 71

4.1.5 Заработная плата руководителя рассчитывается как:

$$I_{3П}^{мес} = (3П_0 \cdot K_1 + Д) \cdot K_2; \quad (4.4)$$

где:– месячный оклад 14500 руб;

K_1 – коэффициент учитывающий отпуск 10%;

$Д$ – доплата за интенсивность труда 1900 руб;

K_2 – районный коэффициент 30%;

$$I_{3П}^{рук.мес} = (14500 \cdot 1,1 + 1900) \cdot 1,3 = 23205 \text{ рублей.} \quad (4.5)$$

4.1.6 Фактическая зарплата руководителя:

$$I_{3П}^{рук.факт} = \frac{I_{3П}^{рук.мес}}{21} \cdot n_{\phi}; \quad (4.6)$$

где $I_{3П}^{мес}$ – заработная плата руководителя за месяц;

n_{ϕ} – количество дней консультации у руководителя по факту, принимаем из таблицы 1.

$$I_{3П}^{\phi} = \frac{I_{3П}^{мес}}{21} \cdot n_{\phi} = \frac{23205}{21} \cdot 7 = 7735 \text{ руб.} \quad (4.8)$$

4.1.7 Заработная плата инженера рассчитывается как:

$$I_{3П}^{мес} = 3П_0 \cdot K_1 \cdot K_2; \quad (4.9)$$

где $3П_0$ – месячный оклад 14500 руб;

K_1 – коэффициент учитывающий отпуск 10%;

K_2 – районный коэффициент 30%;

$$I_{3П}^{инж.мес} = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20735 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

4.1.8 Работа для инженера длится 71 дней (согласно таблице 1), рассчитаем зарплату:

$$I_{3П}^{инж} = \frac{I_{3П}^{инж.мес}}{21} \cdot n_{\phi} = \frac{20735}{21} \cdot 71 = 70104 \text{ рублей.} \quad (4.11)$$

4.1.9 Издержки на заработную плату составят:

$$\Phi 3П = I_{3П}^{рук.факт} + I_{3П}^{инж.факт} = 7735 + 70104 = 77839 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

4.1.10 Социальные отчисления рассчитываются как:

$$I_{со} = \Phi 3П \cdot 0,3 = 77839 \cdot 0,3 = 21031,21 \text{ руб.} \quad (4.13)$$

4.1.11 Прочие затраты рассчитываются как:

$$I_{проч} = 0,1 \cdot (I_{мат} + I_{ам} + I_{зн} + I_{со}), \quad (4.14)$$

$$I_{проч} = 0,1 \cdot (3500 + 681 + 77839 + 21031,21) = 10305,12 \text{ руб.} \quad (4.15)$$

4.1.12 Накладные расходы рассчитываются как:

$$I_{накл} = 200\% \cdot \Phi 3П = 200\% \cdot 77839 = 158678 \text{ руб.} \quad (4.16)$$

4.1.13 Смета затрат на проект составит:

$$K_{пр} = I_{мат} + I_{ам} + I_{зн} + I_{со} + I_{пр} + I_{накл}, \quad (4.17)$$

$$K_{пр} = 3500 + 681 + 77839 + 21031,21 + 10305,12 + 155678 = 269034,33 \text{ руб.} \quad (4.18)$$

Полученные результаты затрат на проект приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Данные затрат на выполнение ВКР

Вид затрат	Стоимость, руб.
Материальные затраты	3500
Амортизационные затраты	681
Затраты на заработную плату	77839
Социальные отчисления	21031,21
Прочие затраты	10305,12
Накладные расходы	158678
Итого	269034,33

Целью данного раздела является определение экономической эффективности проекта и расчет технико-экономических показателей.

4.2 Расход и затраты на приобретение баббита при центробежной и статической заливке по таблице

4.2.1 Определим затраты на приобретение баббита

$$I = C_{\text{б}} * m; \quad (4.19)$$

где $C_{\text{б}}$ - цена баббита за кг, $C_{\text{б}} = 1200$ руб/кг m - масса баббита для заливке.

4.2.2 При заливки подшипника с диаметром 50 мм,

Центробежная заливка;

$$I_{\text{ц.50}} = 1200 * 1,4 = 1,68 \text{ т. руб.} \quad (4.19)$$

Статическая заливка;

$$I_{\text{ст.50}} = 1200 * 2,1 = 2,52 \text{ т. руб.} \quad (4.20)$$

4.2.3 При заливке подшипника с диаметром 100 мм,

Центробежная заливка;

$$I_{ц.100} = 1200 * 4,8 = 5,76 \text{ т. руб.} \quad (4.21)$$

Статическая заливка;

$$I_{ст.100} = 1200 * 7 = 8,4 \text{ т. руб.} \quad (4.22)$$

4.2.4 При заливке подшипника с диаметром 200 мм,

Центробежная заливка;

$$I_{ц.200} = 1200 * 13,9 = 16,68 \text{ т. руб.} \quad (4.23)$$

Статическая заливка;

$$I_{ст.200} = 1200 * 21,2 = 25,54 \text{ т. руб.} \quad (4.24)$$

4.2.5 При заливке подшипника с диаметром 300 мм,

Центробежная заливка;

$$I_{ц.300} = 1200 * 25,2 = 30,24 \text{ т. руб.} \quad (4.25)$$

Статическая заливка;

$$I_{ст.300} = 1200 * 43,4 = 51,84 \text{ т. руб.} \quad (4.26)$$

Таблица 4.3 - Затраты на приобретение баббита.

Диаметры мм,	50	100	200	300
Центробежным способом т. руб.	1,68	5,76	16,68	30,24
Статическим способом т. руб.	2,52	8,4	25,44	51,84

Из таблицы 4.3 видно, что центробежная заливка экономически выгоднее т.к. затраты на приобретение баббита меньше в отличие от статической заливке баббитовых подшипников.