

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР / ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ /
TECHNICAL SCIENCES

DOI 10.54596/2309-6977-2022-3-149-158

УДК 622.242.6

МРНТИ 55.33.37

ИЗГОТОВЛЕНИЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ
ДЛЯ БУРОВЫХ НАСОСОВ В УСЛОВИЯХ ТОО «ВЕНЧУРНАЯ ФИРМА
«ПОИСК»

Иванов Е.А.^{1*}, Иванова О.В.², Грицына Н.И.³

^{1*}ТОО «Венчурная фирма «Поиск», Петропавловск, Республика Казахстан

²Северо-Казахстанский университет имени М. Козыбаева, Петропавловск,
Республика Казахстан

³ООО «ДорХан», Одинцово, Российская Федерация

E-mail: zhenya.kz@gmail.com, itf.nkzu@mail.ru, zelen1973@mail.ru

Аннотация

К оборудованию нефтегазовой отрасли предъявляются очень высокие требования к качеству и надежности изделий, т.к. выпускаемая продукция в большинстве случаев работает в крайне тяжелых условиях, что приводит к износу деталей и требует, как текущего, так и капитального ремонта насосов. В обоих случаях необходимо наличие запасных частей. В нефтегазовой отрасли промышленности Казахстана, России и других стран СНГ благодаря своей простоте в эксплуатации и обслуживании, надежности и работоспособности нашел широкое применение буровой поршневой насос НБ-125. В настоящее время ТОО «ВФ «Поиск» занимается изготовлением запасных частей к данному оборудованию и главным аспектом стала разработка и освоение выпуска биметаллических подшипников скольжения, что позволит продлить успешную эксплуатацию насосов данного вида. Разработка технологического процесса изготовления, выбора оборудования, проектирование приспособлений для обработки и заливки подшипника скольжения стало первоочередной задачей в условиях собственного производства ТОО «ВФ «Поиск».

Ключевые слова: нефтегазовая промышленность, буровой насос, запасные части, эффективность, работоспособность, биметаллический подшипник скольжения.

БҰРҒЫЛАУ СОРҒЫЛАРЫ ҮШІН БИМЕТАЛЛ СЫРҒАНАУ
МОЙЫНТІРЕКТЕРІН ЖАҒДАЙЛАРДА ДАЙЫНДАУ
«ПОИСК» ВЕНЧУРЛЫҚ ФИРМАСЫ» ЖШС

Иванов Е.А.^{1*}, Иванова О.В.², Грицына Н.И.³

^{1*}«Поиск» Венчурлық фирмасы» ЖШС, Петропавл, Қазақстан Республикасы

²М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл, Қазақстан
Республикасы

³«ДорХан» ЖШҚ, Одинцово, Ресей Федерациясы

E-mail: zhenya.kz@gmail.com, itf.nkzu@mail.ru, zelen1973@mail.ru

Аңдатпа

Мұнай-газ саласының жабдықтарына өнімнің сапасы мен сенімділігіне өте жоғары талаптар қойылады, өйткені өндірілетін өнім көп жағдайда өте ауыр жағдайларда жұмыс істейді, бұл бөлшектердің тозуына әкеледі және сорғыларды ағымдағы және күрделі жөндеуді қажет етеді. Екі жағдайда да қосалқы бөлшектердің болуы қажет. Қазақстан, Ресей және ТМД-ның басқа да елдерінің мұнай-газ өнеркәсібінде пайдаланудағы және қызмет көрсетудегі қарапайымдылығының, сенімділігі мен жұмысқа қабілеттілігінің

арқасында НБ-125 бұрғылау поршенді сорғысы кеңінен қолданылды. Қазіргі уақытта «ВФ «Поиск» ЖШС осы жабдыққа қосалқы бөлшектерді дайындаумен айналысады және биметалл сырғанау мойынтіректерін шығаруды әзірлеу және игеру басты аспект болды, бұл осы түрдегі сорғыларды табысты пайдалануды ұзартуға мүмкіндік береді. «ВФ «Поиск» ЖШС-нің жеке өндірісі жағдайында дайындаудың технологиялық процесін әзірлеу, жабдықты таңдау, сырғанау мойынтірегін өңдеуге және құюға арналған құрылғыларды жобалау бірінші кезектегі міндет болды.

Түйінді сөздер: мұнай-газ өнеркәсібі, бұрғылау сорғы, қосалқы бөлшектер, тиімділігі, жұмыс қабілеттілігі, биметаллический подшипник сырғу.

PRODUCTION OF BIMETALLIC SLIDING BEARINGS FOR DRILLING PUMPS IN CONDITIONS VENTURE FIRM POISK LLP

Ivanov E.A.^{1*}, Ivanova O.V.², Gritsyna N.I.³

^{1*}*Venture Firm Poisk LLP, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan*

²*M. Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan*

³*«DoorHan» LLC, Odintsovo, Russia*

E-mail: zhenya.kz@gmail.com, itf.nkzu@mail.ru, zelen1973@mail.ru

Abstract

The equipment of the oil and gas industry has very high requirements for the quality and reliability of products, because the products in most cases work in extremely difficult conditions, which leads to wear of parts and requires both current and major repairs of pumps. In both cases, it is necessary to have spare parts. Due to its ease of operation and maintenance, reliability and operability, the НБ-125 drilling piston pump has found wide application in the oil and gas industry of Kazakhstan, Russia and other CIS countries. Currently, VF Poisk LLP is engaged in the manufacture of spare parts for this equipment and the main aspect is the development and development of the production of bimetallic sliding bearings, which will prolong the successful operation of pumps of this type. The development of the manufacturing process, the selection of equipment, the design of devices for processing and pouring the sliding bearing has become a priority task in the conditions of its own production of VF Poisk LLP.

Key words: oil and gas industry, drilling pump, spare parts, efficiency, operability, bimetallic sliding bearing.

Введение

В своём Послании народу Казахстана от 1 сентября 2020 года Глава государства Касым-Жомарт Токаев отметил, что «важнейшей задачей, стоящей перед Казахстаном, является полное раскрытие своего промышленного потенциала. Несмотря на успехи в этой сфере, реализовать весь потенциал внутреннего рынка нам пока не удалось. Около двух третей обработанных товаров завозится из-за рубежа. Для обеспечения стратегической самодостаточности национальной экономики предстоит в срочном порядке приступить к развитию новых переделов в черной и цветной металлургии, нефтехимии, автомобиле- и машиностроении, производстве стройматериалов, продуктов питания и других секторах» [1]. Все эти меры являются логическим продолжением поэтапной реализации Государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020-2025 годы и утвержденной Дорожной карты по развитию машиностроения на 2019 – 2024 годы, которая разработана и принята при непосредственном участии Союза машиностроителей Казахстана [2, 3]. Для реализации задач, поставленных главой государства, необходимо внедрять в производство новейшие достижения науки и техники, ещё выше поднимать уровень индустриализации промышленного производства, расширять практику применения прогрессивных конструкций и материалов.

Нефтегазовая промышленность является одной из важнейших отраслей экономического развития любого государства, которая занимается разведкой и добычей на нефтяных и газовых месторождениях; решает вопросы переработки, организации транспортировки, складирования и продажи полезных природных ископаемых – газа, нефти и нефтепродуктов. На сегодняшний день всем участникам нефтегазового сектора приходится решать сложные и актуальные проблемы, связанные не только с эффективным использованием нефтегазовых ресурсов при максимальном извлечении доходов, изменениями цен на нефть, возросшей конкуренцией, развитием новых и современных технологий и оборудования, эффективным использованием привычных материалов, но и созданием новых конструкций и технологий [4, 5].

Буровой насос НБ-125 используется при бурении и капитальном ремонте нефтяных и газовых скважин для нагнетания промывочной жидкости, подъёма нефтяного флюида, сжиженного газа и сопутствующих жидкостей, а именно воды, химических реагентов, глинистых растворов и других примесей. Так же поршневые насосы используются для нагнетания воды в нефтяной пласт для интенсификации её добычи и перекачки по трубопроводам высоковязких и обводненных нефтей, различных неагрессивных жидкостей и воды [6].

В нефтяной промышленности насосы используются повсеместно и являются одним из важнейших элементов нефтяного оборудования, обеспечивая работу всего нефтегазового комплекса. Поэтому улучшение их технико-экономических показателей, а именно повышение эффективности и производительности, является одной из основных задач, стоящих перед производителями нефтегазового оборудования. С другой стороны, перед обслуживающим персоналом рассматриваемых гидравлических машин стоит задача использования полной мощности установок и сохранения коэффициента полезного действия в процессе эксплуатации. Достижение поставленных задач возможно при знании теории проектирования и добычи нефти и строгом соблюдении правил эксплуатации насосного оборудования.

Буровой насос НБ-125 был освоен и выпускался на заводе Российской Федерации. Несколько лет назад данное предприятие было перепрофилировано на выпуск другой продукции, что привело к отмене выпуска буровых насосов и запасных частей к ним. Однако потребность в данном изделии остается актуальной и на сегодняшний день. Отсутствие на рынке насосов НБ-125 и запасных частей к ним приведет к срыву сроков добычи пластового флюида.

Для решения возникшего дефицита на ТОО «ВФ «Поиск» освоено изготовление 90% запасных частей к данному виду насоса. Одним из таких изделий стал биметаллический подшипник скольжения. Разработка, освоение и выпуск этого изделия позволит продлить успешную эксплуатацию насосов данного вида.

Подшипник скольжения конструктивно чаще всего представляет собой вкладыш, втулку или подпятник, встроенный в станину машины. Его назначение состоит в восприятии нагрузки от вала и её передачи на корпус или иные части конструкции. В подшипниках скольжения используется принцип точного регулирования радиального зазора для обеспечения соосности геометрической оси вала и оси вращения. При этом они обеспечивают практически бесшумный режим работы. Благодаря своим свойствам подшипники скольжения применяются в конструкциях прецизионных машин и точных приборов, например, в шпинделях станков, двигателях внутреннего сгорания, центрифугах и т. д.

Биметаллический подшипник скольжения представляет собой конструкционную основу – стальную втулку, и рабочий слой, сформированный тонким слоем заливки и воспринимающий нагрузку от вала. В качестве заливки используют антифрикционные материалы, например, бронзы любых марок, баббит и другие сплавы. Конструкция устанавливается или запрессовывается в неподвижную корпусную деталь, воспринимающую нагрузку [7, 8].

Результаты

Рассматриваемые в данной работе подшипники скольжения установлены в корпусе приводной части и являются опорными для коренных шеек эксцентрикового вала (рисунок 1, разрез А-А). Они воспринимают радиальные и осевые нагрузки, приложенные к эксцентриковому валу, и передают их на корпус приводной части насоса. При этом вал фиксируется в осевом направлении боковыми поверхностями и вращается вокруг заданной геометрической оси. В данных подшипниках потери на трение уменьшены до минимальных за счет принудительной подачи смазки отдельным масляным насосом. Работоспособность и долговечность машины в значительной мере зависит от качества подшипников. Поэтому к таким изделиям предъявляются повышенные технические требования по изготовлению для обеспечения полного соответствия полученной детали чертежу изделия.

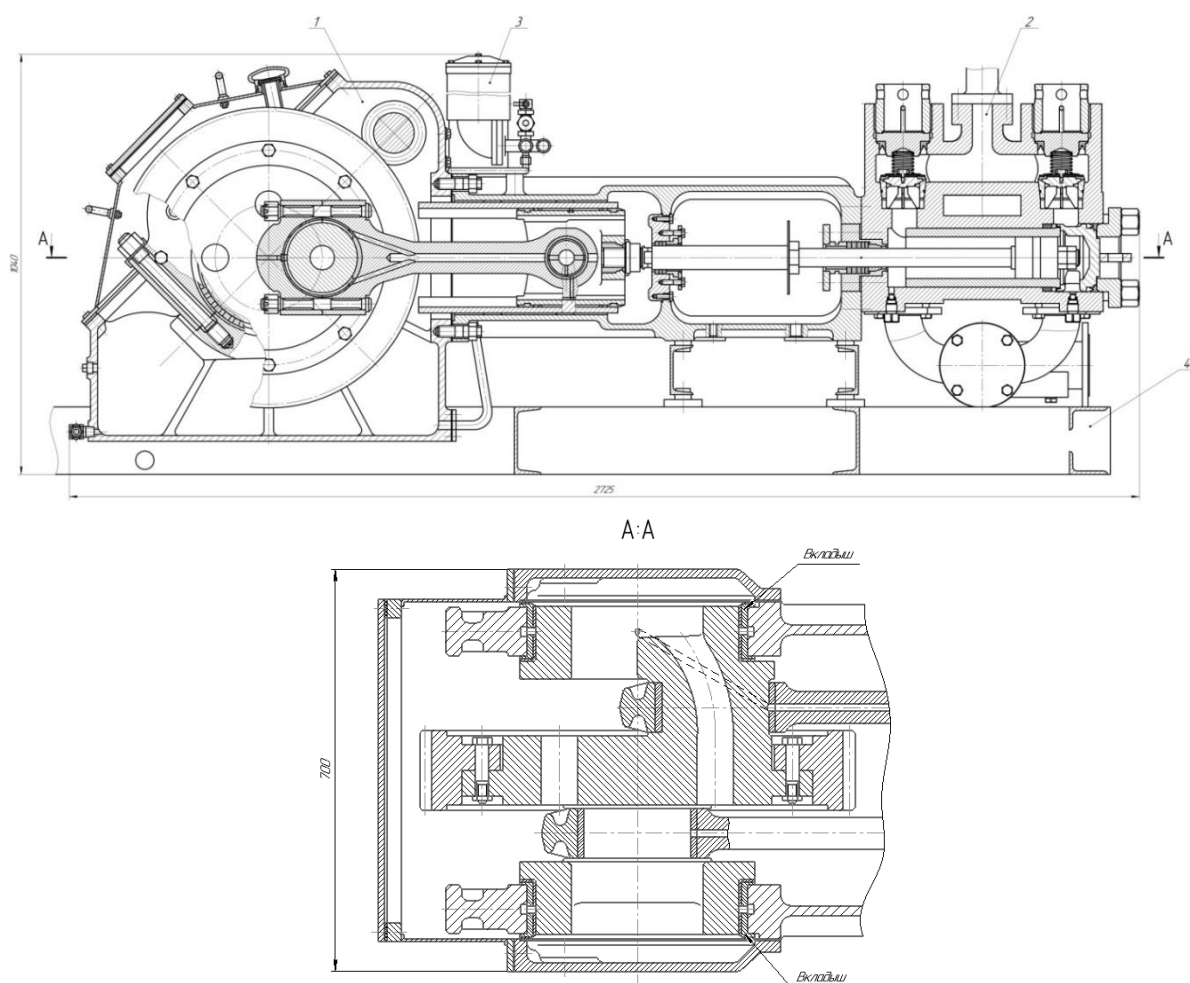


Рисунок 1. Сборочный чертеж бурового насоса НБ-125

Для изготовления биметаллического подшипника скольжения в первую очередь нужно было определиться с выбором материала и типом заготовки основания вкладыша (рисунок 2).

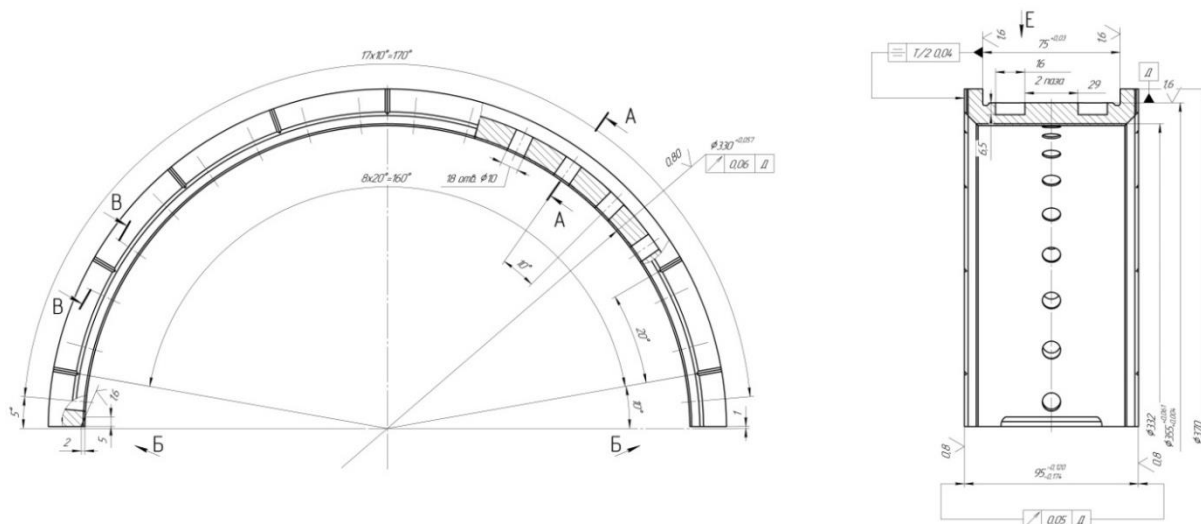


Рисунок 2. Вкладыш

Основание вкладыша не несет каких-либо деформационных нагрузок и не требует проведения процесса термической обработки. Заготовку для основания можно получить двумя способами: отливкой из стали или вырезкой газом из листа толщиной 100 мм. Для определения стоимости отливки был разработан чертеж заготовки (рисунок 3).

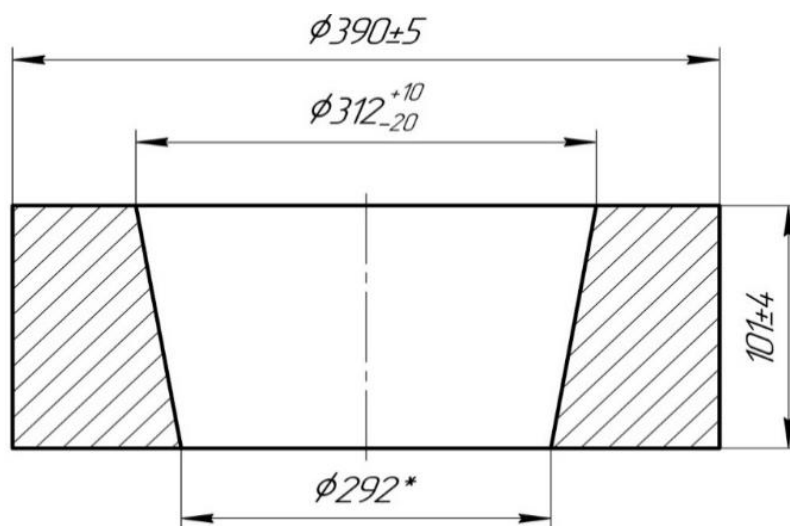


Рисунок 3. Отливка

При расчёте экономической части определена стоимость работ получения заготовки основания вкладыша биметаллического подшипника скольжения в обоих вариантах. Основным из показателей экономической эффективности производственного процесса является коэффициент использования материала (КИМ), представляющий собой отношение количества материала в готовом изделии к общему количеству материала, пошедшее на изготовление изделия. По понятным причинам КИМ не может

быть больше единицы, но он и не учитывает такие факторы, как возможность переработки или вторичное использование отходов, качество готового изделия и т. п. [9].

Коэффициент использования материала в первом варианте составляет 0,076, во втором – 0,24. Чем выше КИМ – тем эффективнее используется материал, что в свою очередь ведет к снижению себестоимости изделия. При такой разнице в КИМ соответственно трудоемкость при дальнейшей обработке детали из отливки будет ниже. По полученным результатам расчета и анализа заготовок, было принято решение об использовании отливки. Самым оптимальным выбором является использование конструкционной стали 20Л.

Для определения материала для заливки вкладыша необходимо определить скорость скольжения и удельную нагрузку. По полученным данным (скорость скольжения в подшипнике составляет от 1,2 до 1,89 м/с; нагрузка на подшипник – 15,68 МПа) выбран материал трущихся поверхностей – баббит оловянный Б83. Этот материал применяется для заливки вкладышей, работающих с ударными нагрузками и высокой напряженностью [10]. Дополнительным критерием выбора данного материала является его наличие и использование на фирме «Поиск».

Заливка баббитом производится на смежном предприятии г. Петропавловска. Были разработаны чертежи оснастки для заливки вкладышей баббитом (рисунок 4). При заливке вкладышей баббитом выполняются следующие операции: обезжиривание, травление, облуживание, плавление баббита заливка подшипника, определение качества заливки, шабрение.

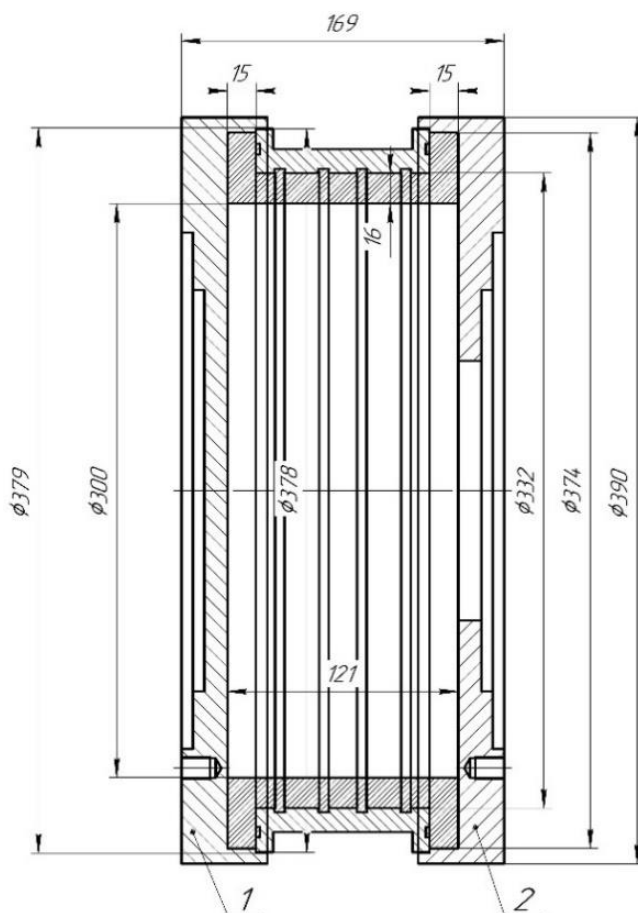


Рисунок 4. Приспособление для центробежной заливки

Составные подшипники скольжения облегчают монтаж валов, позволяют компенсировать зазоры и замену вкладышей в случае их износа, но имеют большие габариты. Трение определяет износ и нагрев подшипника, а также его КПД. Для уменьшения потерь на трение подшипники скольжения имеют специальные отверстия для подачи смазки.

Одной из важнейших задач разработки технологического процесса изготовления деталей является определение вида приспособления и его конструкции. Система станочного приспособления принимается в зависимости от типа производства и принятого оборудования с учетом структуры выполняемой операции, схемы базирования детали и требуемой точности её обработки.

На базе ТОО «ВФ «Поиск» был проведен анализ выпускаемой продукции и имеющегося оборудования, и на его основе спроектированы и изготовлены приспособления для токарной и фрезерной обработки детали. Для токарной обработки детали ведущий грибок помещается в токарный патрон. Устанавливается деталь и через центрирующий грибок поджимается задним центром станка. Данная конструкция приспособления обеспечивает надежное крепление и необходимую точность установки детали для обработки (рисунок 5).

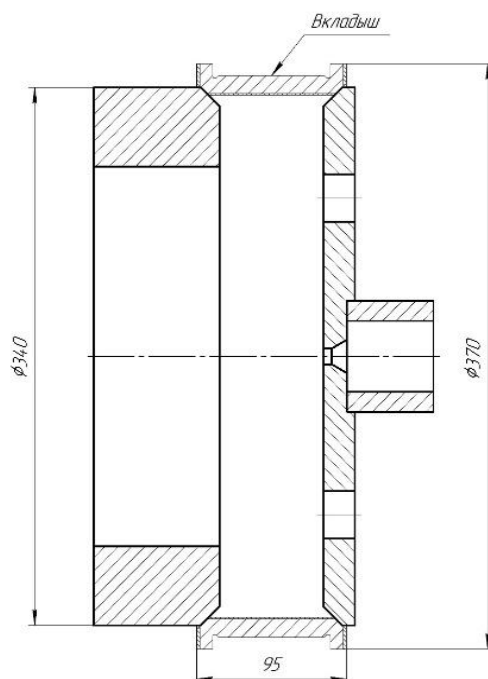


Рисунок 5. Приспособление токарное

Для обеспечения всех необходимых операций фрезерной обработки приспособление устанавливается на универсальный поворотный стол и фиксируется 4 болтами. Оно имеет две разные крышки, используемые в зависимости от проводимой операции (рисунок 6).

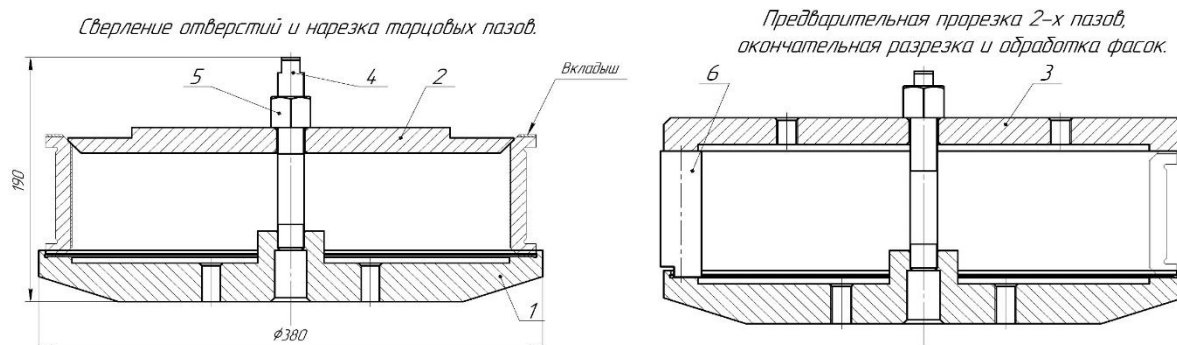


Рисунок 6. Приспособление фрезерное

Процесс окончательной обработки внутреннего диаметра вкладыша заключался в операции раскатывания. На этом этапе было принято решение о разработке приспособления для токарно-винторезного станка модели 165 в виде регулируемого раскатного токарного ролика (рисунок 7) для выполнения этой операции.

Все приспособления были спроектированы с учетом возможностей используемого оборудования, простоты закрепления без повреждения и изменения формы детали, а также доступа инструмента для обработки.

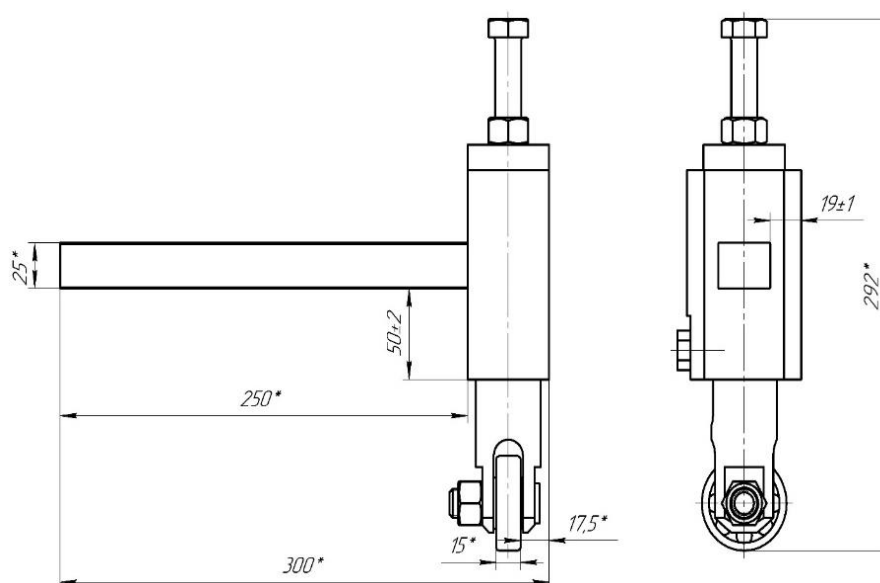


Рисунок 7. Ролик раскатной токарный

Заключение

Буровые насосы НБ-125 используются четырьмя крупными нефтедобывающими компаниями Казахстана. На месторождениях работают около 50 насосов. При выводе данных насосов из эксплуатации из-за отсутствия запасных частей компаниям придется приобретать новое оборудование. Одной из задач, стоящей перед предприятием ТОО «ВФ «Поиск», является обеспечение эксплуатирующих нефтедобывающих компаний полным перечнем необходимых комплектующих, изготовленных с учётом текущих требований по современным технологиям.

Одним из таких изделий, рассмотренных в данной статье, является биметаллический подшипник скольжения. С целью освоения выпуска биметаллических

подшипников скольжения разработан технологический процесс изготовления вкладыша насоса, с выбором технологического оборудования, разработана отливка, получено коммерческое предложение от литейного предприятия, также были разработаны приспособления и вспомогательная оснастка для изготовления. Проведен экономический анализ внедрения данной технологии, и целесообразности изготовления. При положительных испытаниях в условиях потребителя данный вид продукции должен успешно занять свое место на рынке запасных частей нефтедобывающей отрасли.

При производстве данного изделия на условиях кооперации будут задействованы предприятия России и Казахстана, что приведет к развитию партнерского сотрудничества, расширению внешнеэкономических связей и поддержке машиностроительной отрасли Казахстана.

Литература:

1. Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана. 01.09.2020 г. https://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-1-sentyabrya-2020-g
2. Государственная программа индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020-2025 годы. https://strategy2050.kz/ru/state_programs/industrialno-innovatsionnoe-razvitie-rk-na-2020-2025-gody/
3. Дорожная карта (комплексный план) по развитию машиностроения на 2019-2024 годы. Утверждена распоряжением Премьер-Министра Республики Казахстан от 26 июня 2019 года. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/R1900000115#z11>
4. Нефтегазовая промышленность. Поиск решений для эпохи неопределенности. Компания «Boston Consulting Group». [tps://www.bcg.com/ru-ru/industries/energy/oil-gas/overview](https://www.bcg.com/ru-ru/industries/energy/oil-gas/overview)
5. Нефтегазовая промышленность. Компания «Инпромсервис». <http://www.inpromservice.ru/otrasli-primeneniya/neftegazovaya-promyshlennost/>
6. Компания «ОЙЛЗИП». Оборудование и запасные части (ЗИП) для буровой отрасли. <https://oilzip.ru/nasosnb125.html>
7. Современные Технологии Производства. Подшипники скольжения. <https://extxe.com/19759/podshipniki-skolzheniya>
8. Что такое подшипники и их основные разновидности. http://www.snr.com.ru/e/about_bearings/about_bearing.htm
9. Воскресенский Б.В., Паламарчук А.С. Справочник экономиста-машиностроителя. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977. – 304 с.
10. Арзамасов Б.Н. Конструкционные материалы. Справочник / Б.Н. Арзамасов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1990. – 687 с.

References:

1. Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana. 01.09.2020 g. https://www.akorda.kz/ru/addresses/addresses_of_president/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-1-sentyabrya-2020-g
2. Gosudarstvennaya programma industrial'no-innovacionnogo razvitiya Respubliki Kazahstan na 2020-2025 gody. https://strategy2050.kz/ru/state_programs/industrialno-innovatsionnoe-razvitie-rk-na-2020-2025-gody/
3. Dorozhnaya karta (kompleksnyj plan) po razvitiyu mashinostroeniya na 2019-2024 gody. Utverzhdena rasporyazheniem Prem'er-Ministra Respubliki Kazahstan ot 26 iyunya 2019 goda. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/R1900000115#z11>
4. Neftegazovaya promyshlennost'. Poisk reshenij dlya epohi neopredelennosti. Kompaniya «Boston Consulting Group». [tps://www.bcg.com/ru-ru/industries/energy/oil-gas/overview](https://www.bcg.com/ru-ru/industries/energy/oil-gas/overview)
5. Neftegazovaya promyshlennost'. Kompaniya «Inpromservis». <http://www.inpromservice.ru/otrasli-primeneniya/neftegazovaya-promyshlennost/>
6. Kompaniya «OJLZIP». Oborudovanie i zapasnye chasti (ZIP) dlya burovoj otrasli. <https://oilzip.ru/nasosnb125.html>

7. Sovremennye Tekhnologii Proizvodstva. Podshipniki skol'zheniya.
<https://extxe.com/19759/podshipniki-skolzheniya>.
8. Chto takoe podshipniki i ih osnovnye raznovidnosti.
http://www.snr.com.ru/e/about_bearings/about_bearing.htm.
9. Voskresenskij B.V., Palamarchuk A.S. Spravochnik ekonomista- mashinostroitel'ya. – 2-e izd. pererab. i dop. – M.: Mashinostroenie, 1977. – 304 s.
10. Arzamasov B.N. Konstrukcionnye materialy. Spravochnik / B.N. Arzamasov [i dr.]. – M.: Mashinostroenie, 1990. – 687 s.