

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
Политехнический Институт
Факультет Механико-технологический
Кафедра «Гидравлика и гидропневмосистемы»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент, К.К. Лайко

_____ /
_____ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ / Е.К. Спиридонов
_____ 2018 г.

Испытательное оборудование для насосов объёмного типа

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
РАБОТЕ

ЮУрГУ–15.03.02.2018.288 ПЗ ВКР

Руководитель работы, доцент

_____ / В.И. Форенталь
_____ 2018г.

Автор проекта

студент группы П-457

_____ / М.С. Лепёха
_____ 2018г.

Нормоконтролер, доцент

_____ / А.В. Подзерко
_____ 2018г.

Челябинск 2018 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1.ОБЗОР СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НАСОСОВ	12
1.1 Обзор аналогов.	12
Выводы по разделу.....	20
2. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НАСОСОВ ОБЪЁМНОГО ТИПА	21
2.1 Гидросхема стенда.	21
2.2 Принцип работы стенда.....	22
2.3 Подбор оборудования стенда.....	22
2.3.1 Подбор электродвигателя.....	22
2.3.2 Подбор частотного преобразователя.....	23
2.3.3 Расчёт объёма бака.	24
2.3.4 Расчёт и подбор трубопроводов.	25
2.3.5 Подбор расходомера.	26
2.3.6 Подбор нагрузочных регуляторов.....	27
2.3.7 Расчёт теплообменника.	28
2.3.8 Выбор датчиков температур	34
2.3.9 Проектирование электрической схемы включения теплообменников	34
2.3.10 Выбор рабочей жидкости	36
2.3.11 Выбор устройства для очистки рабочей жидкости	37
Выводы по разделу.....	39
3 РАСЧЁТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ.....	40
3.1 Расчёт гидравлических потерь энергии по длине гидролиний	40
3.2 Расчёт местных гидравлических потерь энергии	41
Выводы по разделу.....	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	42

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	43
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	45

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение и дальнейшее повышение качества техники, как и любой другой продукции или услуг, являются первостепенными факторами успешной деятельности любого предприятия или организации, так как продукцию производят в расчёте на удовлетворение требований потребителя. Поэтому качество техники проявляется в её потребительских свойствах, каждое из которых характеризует технику только с какой-либо одной стороны, а полное представление о качестве техники (машины, изделия и т.п.) в целом может дать лишь определённая совокупность её потребительских свойств.

В инженерной практике потребительские свойства техники принято рассматривать как технические характеристики.

Источниками информации о технических характеристиках машин, а машины составляют основу техники, являются расчёты, результаты различных испытаний и наблюдений в процессе их эксплуатации.

Относительное значение каждого из этих источников информации меняется на различных этапах жизненного цикла машин. Так, на этапе проектирования машин результаты расчётов, в сочетании и данными об их прототипах или аналогах, являются единственной основой для суждения об ожидаемом уровне качества. После изготовления опытных образцов машин многие их технические характеристики (параметры) определяются экспериментальным путём, что позволяет скорректировать ранее выполненные расчёты и повысить объективность оценки их качества.

Начиная с этого этапа, главным источником информации о качестве машин становятся испытания. [1]

Испытания насосов объёмного типа делятся на две группы:

- 1).Периодические;
- 2).Приёмно-сдаточные.

Совокупность этих двух типов испытаний даёт полное представление о технических характеристиках, а следовательно, о качестве насоса. Любой продукт(машину,услугу), перед его непосредственным введением в эксплуатацию необходимо подвергнуть испытаниям на соответствие заданным характеристикам.

Например, если продуктом является новое блюдо в меню французского ресторана, то перед продажей потребителю, шеф-повар обязательно проверит на соответствие всем заданным параметрам этого блюда.

Так же и в технике, для насосов объёмного типа существуют испытания, которые регламентируются по ГОСТ 14658-86 "Насосы объёмные гидроприводов. Правила приемки и методы испытаний". Прежде чем запустить

производственную линию насосов, их подвергают приёмно-сдаточным испытаниям. [2]

При приёмно-сдаточных испытаниях следует проверять:

- функционирование;
- наружную герметичность;
- номинальную подачу (для регулируемых насосов);
- номинальную мощность;
- коэффициент подачи.

При периодических испытаниях следует проверять:

- внешний вид;
- габаритные и присоединительные размеры;
- массу;
- материал деталей;
- функционирование;
- функционирование при минимально допусаемом давлении на входе;
- прочность;
- наружную герметичность;
- номинальный рабочий объём;
- минимальный рабочий объём;
- номинальную подачу;
- минимальную подачу;
- коэффициент подачи;
- КПД;
- номинальную мощность;
- удельную массу;
- уровни звуковой мощности в октавных полосах частот;
- далее – по ГОСТ 14658.

1. ОБЗОР СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НАСОСОВ

1.1 Обзор аналогов.

На отечественном рынке существуют различные фирмы-производители стендов для испытания насосов, такие как:

- ООО «Уральский Инжиниринговый Центр»;
- ООО «Пневмакс»;
- ООО МЗ «Энерпром»;
- ООО «Гидростенд».

Ниже представлены стенды для испытания насосов, их особенностями, техническими характеристиками каждой приведённой фирмы.

1). ООО «Уральский Инжиниринговый Центр»



Рисунок- 1. Стенд компании «УрИЦ»

Стенд предназначен для испытания насосов и гидромоторов строительно-дорожных машин после текущих и капитальных ремонтов. Стенд обеспечивает проверку на функционирование по ГОСТ 14658-86 для насосов и по ГОСТ 20719-83 для гидромоторов в объемах, оговоренных техническим заданием, согласованным с заказчиком.

Стенд позволяет производить проверку функционирования насосов и гидромоторов (марки испытуемых изделий и режимы испытаний приведены в таблицах).

Для насосов проверяются:

-отсутствие повышенной вибрации, ударов, стуков, резкого шума, толчков давления в магистралях, повышенного нагрева;

-отсутствие каплеобразования из-под крышек, пробок, фланцев, через стыки корпусных деталей и т. п.;

-величина подачи рабочей жидкости и ее равномерность при заданном направлении вращения выходного вала;

-изменение значения подачи рабочей жидкости при работе механизмов регулирования;

-реакция на изменение нагрузки (давления на выходе).

Для гидромоторов стенд позволяет осуществить проверку:

-отсутствия повышенной вибрации, ударов, стуков, резкого шума, толчков давления в магистралях повышенного нагрева, характер выхода рабочей жидкости из дренажного трубопровода (равномерность, наличие воздушных пузырьков и т. п.);

-наличия утечки рабочей жидкости из под пробок, крышек, фланцев, по валу и т. п.;

-вращения выходного звена гидромотора при подводе рабочей жидкости к рабочим полостям гидромотора;

-изменения частоты вращения выходного звена гидромотора при изменении подводимого расхода рабочей жидкости к рабочим полостям.

Стенды для испытания насосов и гидромоторов были поставлены на ОАО "Партнер и К", г. Магнитогорск, и ООО "Уралтех-транс", г. Челябинск

Таблица 1 - Марки испытываемых насосов и режимы их испытаний

Марка насоса	$P_{\text{испыт}}$, МПа	$Q_{\text{испыт}}$, л/мин	$n_{\text{испыт}}$, об/мин	$N_{\text{испыт}}$, кВт
333.355.100.220	20	168	1500	56
НШ-100А-3Л	16	135	1500	36
НШ-71А-3Л	20	105	1500	35
НШ-50 У-2	16	73	1500	20
НШ-50	14	73	1500	17
74860276	6,5...7,3	86	1500	10
2909124СЛ	1	45	1500	0,75
НШ-10П-3	16	13	1500	3,5

Таблица 2 - Марки испытываемых гидромоторов и режимы их испытаний

Гидромоторы	$P_{\text{испыт, МПа}}$	$Q_{\text{испыт, л/мин}}$	$n_{\text{испыт, об/мин}}$	$N_{\text{испыт, кВт}}$
310.3.56.00	20	2,8...100	50...1800	30
310.2.56.00	20	2,8...100	50...1800	30
310.3.112.00	20	5,6...201	50...1800	60
303.3.112.501	20	5,6...201	50...1800	60
303.3.112.501.002	20	5,6...201	50...1800	60
МН-250	16	12,5...250	50...1000	60

Таблица 3 - Технические характеристики:

Производительность стенда	не менее 3 гидромашин одного типоразмера за 8 часов
Общая мощность, потребляемая одновременно двигателями стенда, кВт	60,5
Температура окружающей среды, °С	10...25
Температура воды на входе в теплообменник, °С	0...30
Вязкость рабочей жидкости, сСт	10...30
Объем бака, м ³	1,2
Габаритные размеры стенда (ВхLхН), мм	2000х4500х2000

Помимо перечисленных выше гидромашин на этом стенде могут быть испытаны любые гидромашин, не превосходящие по техническим параметрам возможности стенда. УрИЦ готов разработать и изготовить необходимые переходные приспособления. [3]

2). ООО «Пневмакс».



Рисунок- 2. Стенд компании «Пневмакс».

Стенд для испытаний гидронасосов и гидромоторов STR-KV-P0002 включает в свой состав дополнительный модуль - стенд для испытания гидромоторов STR-KV-M0001. Предназначен для обеспечения проверки следующих показателей испытываемого оборудования:

Таблица 4 - Показатели испытательного оборудования

Гидронасосы по ГОСТ 14658-86	
С ограничениями по параметрам:	
Расход	от 8 до 150 л/мин
Давление	от 10 до 350 бар
Частота вращения	от 100 до 1500 об/мин при нагрузке до 700 Нм
	от 1500 до 3000 об/мин при нагрузке до 300 Нм
Виды испытаний гидронасосов:	
-функционирование (обкатка)	
-функционирование при максимальном давлении (прочность)	

Продолжение таблицы 4.

-КПД
-номинальный рабочий объём
-коэффициент подачи
-номинальная мощность
-подача насоса
-функциональные зависимости
-наработка до отказа и ресурс насоса

Стенд представляет собой модульную конструкцию, состоящую из 4-х модулей: модуля для испытаний насосов, модуля для испытаний гидромоторов, модуля питания стенда, рабочего места оператора стенда. Модули соединяются между собой гидравлическими, и электрическими линиями и при работе стенда представляют единую систему. Испытуемые гидронасосы устанавливаются на рабочем столе модуля для испытаний насосов с помощью технологического кронштейна и сменных присоединительных плит и соединяются с выходным валом стенда через сменные переходные полумуфты (переходники). Направление вращения вала электродвигателя может изменяться на противоположное (для испытаний гидронасосов как правого, так и левого вращения). Испытуемые гидромоторы устанавливаются на рабочем столе модуля для испытаний гидромоторов и соединяются с ним механически так же, как и гидронасосы. Модуль для испытаний гидромоторов не является самостоятельным изделием и может быть использован только в составе стенда. Управление режимом работы стенда и измерение параметров технического состояния испытуемых гидронасосов и гидромоторов производится с помощью автоматизированной информационно измерительной управляющей системы, являющейся составной частью стенда. Рабочее место оператора стенда состоит из персонального компьютера, и стола оператора (кресло оператора в комплект поставки не входит).

Модуль питания стенда рабочей жидкостью (РЖ) имеет систему термостабилизации, которая обеспечивает автоматическое поддержание температуры РЖ в заданном диапазоне (45...60°C) при проведении испытаний. Система охлаждения – водяная. В качестве рабочей жидкости может быть использовано гидравлическое масло, применяемое в гидроприводах.

Описанный выше стенд предназначен для осуществления входного контроля, диагностики и определения контрольных параметров регулируемых и нерегулируемых гидравлических насосов и гидравлических моторов, применяемых на грузовых автомобилях и спецтехнике, а также применяемых на технологическом оборудовании в производственных цехах с максимальным

рабочим давлением 400 бар и максимальным расходом 150 л/мин (110 кВт). Однако, компания «ПНЕВМАКС» имеет опыт проектирования и возможность изготовления стендов для испытания гидронасосов и гидромоторов на различные величины мощностей от 30 до 400 кВт (55 кВт, 75 кВт, 110 кВт, 200 кВт, 400 кВт) и с различным типом систем управления: с механическим управлением и с электронной системой управления и съема характеристик насос, и гидромотора.

Так, например, уже разработан и скоро будет изготовлен более бюджетный вариант выше описанного стенда - стенд модели STRKV-P0003, который включает в себя частотный преобразователь, имеет ручное управление и максимальная мощность приводного двигателя составляет 30 кВт. Стенд STR-KV-P0003 позволяет испытывать гидронасосы в соответствии с ГОСТ 14658-86 «Насосы объемные гидроприводов. Правила приемки и методы испытаний».

Стенд для испытания гидромоторов модели STR-KV-M**** и его разновидности может быть выполнен как отдельный стенд, так и на одной базе совместно со стендом для испытания насосов STR-KV-P****. Стенды STR-KV-M позволяют испытывать гидромоторы в соответствии с ГОСТ 20719-83 «Гидромоторы. Правила приемки и методы испытаний». [4]

3). ООО МЗ «Энерпром».



Рисунок- 3. Стенд компании «Энерпром».

Стенды для испытания насосов – исследовательское оборудование, предназначенное для водяных и топливных насосов, дискретной гидроаппаратуры, клапанов – предохранительных, запорных, сервоклапанов, гидроцилиндров и гидромоторов. С его помощью осуществляют испытания, настройку и определение наличия и места расположения дефектов. Основные модули исследовательских комплексов:

- насосная станция;
- стол для проверки гидрозамков, регуляторов расхода;
- стол для испытания клапанов – седельных и давления;
- модуль для испытания насосов;
- шкаф управления.
- Функции испытательного стенда для насосного оборудования:

Компания «Энерпром» осуществляет проектирование и производство испытательных систем в полном соответствии с техническим заданием заказчика. Исследовательские комплексы предназначены для проверки гидрокомпонентов в условиях рабочих режимов для выявления их конструктивных недостатков. Стенды для проведения испытаний гидравлических насосов, в том числе высокого давления, позволяют:

- обкатать насос без давления;
- определить величину подачи при изменении нагрузки;
- проверить наружную целостность корпуса;
- осуществить контроль функционирования оборудования при постоянной частоте вращения вала и номинальной нагрузке;
- проверить всасывающую способность.

При проверке дискретной и пропорциональной аппаратуры определяют внутреннюю и внешнюю герметичность, плавность регулировки и другие параметры, характеризующие работоспособность. [5]

Таблица 5 - Проверяемые показатели на стенде для испытаний

Проверка/испытание	Показатели
Испытание насосов	Обкатка насосов без давления
	Определение подачи насоса при изменении нагрузки
	Проверка функционирования насоса при номинальном давлении

Продолжение таблицы 5.

	Вращение приводного вала
	Проверка наружной герметичности (визуально)
	Проверка всасывающей способности насоса

4). ООО "Гидростенд".



Рисунок- 4. Стенд компании «Гидростенд».

Стенды предназначены для испытаний насосов и моторов на следующие процессы: Обкатка насосов, определение подачи насоса при изменении нагрузки, проверка функционирования насоса при номинальном давлении и постоянной частоте вращения вала, проверка максимальным рабочим давлением (проверка на прочность), вращение приводного вала, проверка наружной герметичности (визуально), проверка всасывающей способности насоса.

Разработана продуктовая линейка стендов для испытания гидромашин, позволяющая производить входной контроль, диагностику и послесервисную

обкатку регулируемых и нерегулируемых гидронасосов/гидромоторов, устанавливаемых на всех типах мобильной спецтехники.

Стендовое оборудование позволяет осуществлять проверку гидроагрегатов по ГОСТ 14658-86 (для насосов) и ГОСТ 2019-83 (для гидромоторов).

Таблица 6 - Проверяемые показатели на стенде для испытаний

Технические характеристики				
Артикул	Подача, макс., л/мин	Рабочая жидкость в силовом контуре	Давление рабочей жидкости, макс., МПа	Тип управления
СИНМ-100М	100	Масло	35	Ручной, электронный(КСУ)-опция
СИНМ-200М	200			
СИНМ-300М	300			

По требованию заказчика стенд может быть дополнительно укомплектован КСУ, с заложенными технологическими картами испытаний для конкретных моделей гидроагрегатов. В этом случае оператору достаточно выбрать модель установленной на рабочий стол гидромашины и выбрать интересующие параметры испытания. Программа запустит испытание в автоматическом режиме, после завершения формируется отчет (протокол испытаний), сравнивающий номинальные значения для данной гидромашины с фактическими.

На базе имеющихся технических решений, наши технические специалисты могут разработать стенд по техническим параметрам заказчика.

Испытательное оборудование соответствует требованиям безопасности ГОСТ 52543, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.086, ГОСТ 12.2.040.

Качество изготавливаемого оборудования не уступает зарубежным аналогам, а некоторые из применяемых технических решений не имеют аналогов.

Помимо в данном разделе продукции имеются разработки стендов мощностью 320 кВт, для испытания гидроагрегатов производительностью 650 л/мин, рабочее давление 420 bar (кратковременное), для испытания гидравлических насосов и моторов тяжелой мобильной и карьерной техники.[6]

Выводы по разделу

Рынок стендов для испытания насосов богат различными видами и типами продукции. Чаще всего, стенды предназначены для испытания шестерённых, пластинчатых, аксиально-поршневых насосов. Стенды для винтовых насосов, которые нашли широкое применение в различных видах промышленности, к сожалению, найти тяжелее.

2. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НАСОСОВ ОБЪЁМНОГО ТИПА

2.1 Гидросхема стенда.

При проектировании возможностей стенда для испытаний насоса, были выбраны следующие основные параметры, которые должен обеспечивать данный стенд:

Таблица 7 - Основные параметры стенда

Тип испытуемых насосов	Винтовые насосы
Расход	от 1700 до 4500 л/мин
Давление на выходе	до 40 бар
Частота вращения вала электродвигателя	от 300 до 1800 об/мин
Рабочая жидкость	Вязкость от 0,55 до 50 сСт
Допустимая степень загрязнённости жидкости	по ISO DIS 4406 – 19/16. Коэффициент фильтрации $\beta_{25} > 75$

При прохождении испытаний, должны проверяться следующие параметры:

- Подача насоса при номинальном давлении;
- Мощность, потребляемая приводным электродвигателем;
- Полный КПД насоса;
- Объёмный КПД насоса.

Исходя из заданных требований, была разработана принципиальная гидросхема стенда (рис.5):

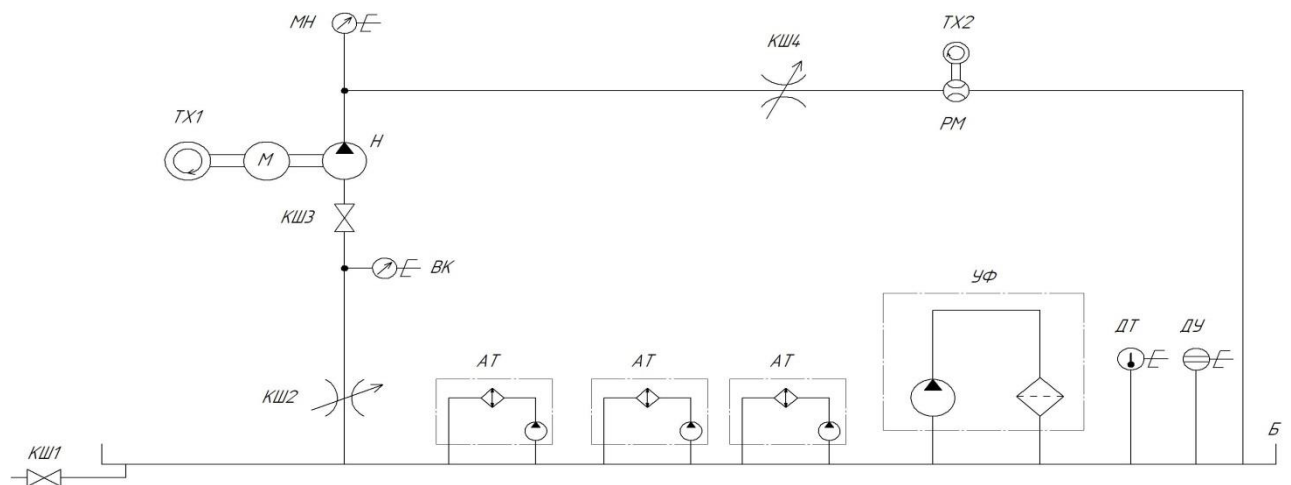


Рисунок 5. Принципиальная гидравлическая схема стенда для испытания винтовых насосов.

2.2 Принцип работы стенда.

Насос устанавливается на стенде и нагнетает масло в напорную линию, давление в которой контролируется манометром. Масло, прошедшее через нагрузочный дроссель, направляется в через расходомер в гидробак, температура масла в котором поддерживается теплообменными аппаратами, и контролируется датчиком температур.

При номинальном режиме работы дополнительно определяется мощность, потребляемая приводным электродвигателем. На основании эксперимента определяются полный и объёмный КПД насоса:

$$\eta = \frac{P_{\text{ном}} \cdot Q}{60 \cdot N_{\text{эл}} \cdot \eta_{\text{эл}}}; \text{ и } \eta_0 = \frac{Q \cdot n_0}{Q_0 \cdot n};$$

Где η – КПД электродвигателя (P , МПа; Q , л/мин; N кВт; n , об/мин), которые сравниваются с указанными в паспорте. На основании всех данных делается вывод об исправности испытуемого насоса.

2.3 Подбор оборудования стенда.

2.3.1 Подбор электродвигателя.

В качестве привода для насоса используется асинхронный электродвигатель, мощность которого определяется по следующей формуле:

$$N = \frac{P \cdot Q}{60};$$

Где: Q – расход (подача) насоса [л/мин]; P – давление, развиваемое насосом [МПа].

Подставляя требуемые значения в формулу, получим:

$$N = \frac{4 \cdot 4500}{60} = 300 \text{ кВт};$$

Округлив полученное значение в большую сторону, для обеспечения запаса по мощности, получаем, что мощность двигателя должна составлять примерно 315 кВт. При частоте вращения от 300 до 1800 об/мин.

Данным требованиям полностью удовлетворяет электродвигатель АИР355М2 (рис.6):



Рисунок 6. Электродвигатель АИР355М2.

Таблица 8 - Технические характеристики АИР355М2

Мощность кВт	315
Частота вращения об/мин	3000
Ток при 380В, А	548
КПД, %	95,4
Коэффициент мощности	0,9
Момент инерции, кг · м ²	6,9
Масса, кг	1900

2.3.2 Подбор частотного преобразователя.

Для обеспечения возможности регулирования числа оборотов двигателя используется частотный преобразователь.

Частотный преобразователь подбирается исходя из мощности двигателя и величины тока. Для двигателя АИР355М2 (Мощность 315 кВт, ток 548А).

Исходя из данных значений выбираю частотный преобразователь PROSTAR PR6000-3150Т3G (рис.7).



Рисунок- 7. Частотный преобразователь PROSTAR PR6000-3150T3G.

Таблица 9 -Технические характеристики PROSTAR PR6000-3150T3G

Мощность кВт	315
Номинальный ток, А	605
Напряжение питания, В	380
Фазность (количество фаз)	3
Выходная частота, Гц	0-400
Габариты, мм	660x2038x600
Масса, кг	200

2.3.3 Расчёт объёма бака.

Проектируемый стенд является стационарной гидравлической машиной, поэтому расчёт объёма бака ведётся исходя из формулы:

$$V_{\text{бак}} = 3 \cdot Q_{\text{н}};$$

Где $Q_{\text{н}}$ - величина подачи насоса, л/мин.

Для проектируемого стенда планируется проведение испытаний насосов с максимально возможной подачей 4500 л/мин.

$$V_{\text{бак}} = 3 \cdot 4500 = 13500\text{л};$$

Округляем полученное значение по ГОСТ 12448-80 до ближайшего большего значения: 16000л.

2.3.4 Расчёт и подбор трубопроводов.

Диаметры соединительных трубопроводов подбираются из условия предельной скорости движения жидкости и максимального расхода.

$$Q_{max} = 4500 \frac{\text{л}}{\text{мин}} = 75 \frac{\text{л}}{\text{с}};$$

Проанализировав данные [7], для $Q = 82$ л/с, получим $V_{пред}=1,54$ м/с и условный диаметр $D_y = 250$ мм.

Согласно таблице соответствия наружных диаметров и условных проходов [8], получаем наружный диаметр трубопровода, равный:

$$D_{нар} = 273 \text{ мм};$$

При этом, $\delta = 10$ мм – толщина стенки.

Т.е. получаю, что внутренний диаметр трубы $D_{вн}$ равен:

$$D_{вн} = D_{нар} - 2 \cdot \delta = 273 - 2 \cdot 10 = 253 \text{ мм}$$

Расход Q найдем по формуле:

$$Q = V \cdot S;$$

Где: V – скорость течения жидкости, м/с;

$$S = \frac{\pi \cdot D_{вн}^2}{4} - \text{площадь проходного сечения трубы, м}^2;$$

Тогда скорость течения жидкости:

$$V = \frac{Q_{max}}{S} = \frac{4 \cdot Q_{max}}{\pi \cdot D_{вн}^2} = \frac{4 \cdot 0.075}{\pi \cdot (253 \cdot 10^{-3})^2} = 1.492 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

что удовлетворяет условию $V < V_{пред}$.

Выбираю тип трубопроводов, учитывая, что испытываемые насосы применяются в нефтеперерабатывающей промышленности. В проектируемом стенде для испытания насосов будут использоваться бесшовные стальные трубы производства ПАО «ЧТПЗ».

Бесшовные трубы – это цельные изделия, не имеющие сварных швов и других типов соединений. Все бесшовные трубы производятся из трубной заготовки цилиндрической формы, которая на первом этапе разогревается в газовой печи до состояния пластичности. Разогретая заготовка после выхода из печи удерживается дорном и прошивается оправкой, в результате чего в цельной трубной заготовке получается сквозное отверстие. Оправка выполнена из высокопрочных и жаростойких марок сталей, имеет коническую форму и

внутреннее охлаждение. После прошивки получается гильза, которая поступает далее в прокатный стан. В прокатном стане гильза раскатывается на оправке большей длины, при этом на нее постоянно действуют две механические силы: одна – «сжимающая» валками, которая позволяет получить трубу нужного диаметра, и вторая – «вытягивающая», которая позволяет получить требуемую толщину стенки. В процессе прокатки изделия его температура поддерживается промежуточным разогревом в индукционных печах. Таким образом, из заготовки длиной 2-4 метра получают бесшовные трубы длиной порядка 30 метров и более, которые режутся на части и поступают на правильный станок для окончательной правки, где устраняется кривизна и уменьшается овальность трубы. [9]

Бесшовные стальные трубы отличаются прочностью и устойчивостью к негативным воздействиям среды. Они выдерживают высокое внутреннее давление и эффективно справляются с нагрузками.

Так при сгибании на большие углы бесшовные трубы без проблем выпрямляются без разрыва поверхности, в то время как сварные трубы при таких же деформациях «лопаются» по шву и «ломаются» в месте сгиба (иногда в процессе «выпрямления») и им невозможно придать начальную форму. Именно поэтому столбы освещения вдоль дорог, столбики для дорожных знаков и т.п. – все, что может быть подвержено воздействию сил, способных «сломать» трубу, согласно существующим нормам должно изготавливаться из бесшовной продукции.

В случае превышения допустимого внутреннего давления, бесшовные трубы не «раскрываются» по шву, как сварные, а получают локальные разрушения (разрывы), гораздо меньшие по площади.[9].

$$\text{Труба} \frac{273 \times 10 \times 10000 \text{ГОСТ } 8732 - 78}{\text{Б10 ГОСТ } 8731 - 87}.$$

2.3.5 Подбор расходомера.

Расходомер подбирается по максимальному расходу $Q_{\max} = 4500$ л/мин, условному диаметру $D_y = 250$ мм.

Изучив каталоги различных расходомеров, мною был выбран расходомер ультразвуковой US-800, производства компании «Тепловодоучёт» г.Москва.



Рисунок- 8. Расходомер ультразвуковой US-800.

Единственный ультразвуковой расходомер из выпускаемых в РФ в стандартном исполнении имеет гальваническую развязку первичного преобразователя (трубы) от электронного блока, что обеспечивает высокую помехозащищённость и безопасность в любых, даже самых тяжёлых условиях эксплуатации. Каналы измерения также развязаны гальванически, что исключает их взаимовлияние. Расходомер разработан с учётом особенностей эксплуатации приборов учёта в РФ, имеет встроенную защиту от перенапряжения и помех в сети, первичный преобразователь из нержавеющей стали, высокие степени защиты от климатических воздействий. [10].

Таблица 10. Технические характеристики US-800

Диапазон измеряемых расходов	до 5000 л/мин
Максимальное давление, МПа	6
Температура жидкости, °С	до +150...+200
Степень пылевлагозащиты	IP 67...68

2.3.6 Подбор нагрузочных регуляторов.

В качестве нагрузочных регуляторов расхода, для максимального расхода $Q_{\max} = 4500$ л/мин, были рассмотрены различные конфигурации дросселей, регуляторов расхода, но представленная на отечественном рынке аппаратура не подходит для регулирования столь высоких расходов. Исходя из этих соображений, для регулирования расхода был выбран кран шаровый.

Краны шаровые применяются в виде запорно-регулирующих устройств для трубопроводов тепло- водоснабжения, а также нефтепроводов. Отличаются надежностью конструкции, большим запасом прочности и высоким уровнем герметичности.



Рисунок- 9. Кран шаровой REGULA.

Таблица 11 - Спецификация материалов крана

Корпус	Углеродистая сталь 20
Шпиндель	Коррозионно-стойкая сталь (20X13)
Шар	Коррозионно-стойкая сталь (AISI 409)
Уплотнение шпинделя	Фторсилоксановый эластомер
Подшипник скольжения	Упрочнённый фторопласт
Уплотнение шара	Упрочнённый фторопласт с дублирующим уплотнением из фторсилоксанового эластомера

Код крана:КШ.Ц.П.Regula 250.200.04.Н/П.02 [11]

2.3.7 Расчёт теплообменника.

Для нормальной работы любой гидравлической системы, необходимо поддерживать допустимый уровень температуры рабочей жидкости. Поскольку гидропривод испытательного стенда практически не совершает полезной работы, вся потребляемая мощность переходит в теплоту. Для поддержания теплового режима могут использоваться как тепловые мощности гидробака (рассеивание

теплоты через поверхность бака), так и применение искусственных систем охлаждения.

Найдём, какую мощность может рассеивать проектируемый гидробак.

Примем форму гидробака, вместимостью 16000л, как параллелепипед, тогда найдём площадь поверхности бака A_6 :

$$V = a \cdot b \cdot c;$$

где a,b,c – грани прямоугольного параллелепипеда.

Учитывая, что $V = 16\text{м}^3$, примем a=2м, b=2м, c=4м.

Площадь поверхности прямоугольного параллелепипеда равна:

$$A_6 = 2 \cdot (ab + bc + ac);$$

Подставляя значения граней параллелепипеда, получаем:

$$A_6 = 2 \cdot (2 \cdot 2 + 2 \cdot 4 + 2 \cdot 4) = 40\text{м}^2 = 400000\text{см}^2.$$

Превышение установившейся температуры рабочей жидкости в гидробаке над температурой окружающей среды:

$$\Delta t = \frac{P_6}{k \cdot A_6} \cdot 10^7;$$

где k – коэффициент теплоотдачи от бака к окружающей среде; при отсутствии интенсивной циркуляции воздуха вблизи стенок бака $k = 17.5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$. [12]

Учитывая физико-химические свойства перекачиваемой среды, зададимся допустимым превышением установившейся температуры рабочей жидкости, $\Delta t = 35\text{°C}$.

Таким образом, найдём мощность, рассеиваемую через гидробак:

$$P_6 = \frac{\Delta t}{k \cdot A_6} = \frac{35}{17,5 \cdot 40} = 50 \text{ кВт}.$$

Для грамотного подбора теплообменного аппарата необходимо также произвести расчёт мощности, которую должен рассеивать теплообменник:

$$P_H = P_6 + P_{T0}$$

где: P_H - мощность, развиваемая насосом; P_6 -мощность, рассеиваемая гидробаком; P_{T0} – потребная рассеиваемая мощность теплообменным аппаратом.

Таким образом, находим потребную P_{T0} :

$$P_{\text{ТО}} = P_{\text{Н}} - P_{\text{б}} = 300 \text{ кВт} - 50 \text{ кВт} = 250 \text{ Вт}.$$

Для поиска необходимого теплообменника воспользуюсь таблицей основных изготовителей теплообменников [12]

Таблица 12 - Основные изготовители теплообменников

Изготовитель	Параметры теплообменников			
	воздушных		водяных	
	Q_{max} , л/мин	P_{max} , кВт	Q_{max} , л/мин	P_{max} , кВт
ОАО «Гидравлик»	35...100	1.6...4.5	125...630	23...93
Bosch Rexroth	40...100	0.95...12.8	9.5...44.5	4...36
Bowman	-	-	30...900	3...500
Diplomatic	80	3.85	-	-
Emmegi	35...520	2.5...130	5...800	0.7...287
Hydac	70...300	3.1...117	45...850	9.3...300
Vickers	30...95	0.5...8	114...378	29.6...64

Проанализировав данные (таблица 12), выбираю изготовитель – фирма Нудас, воздушный теплообменник.

Т.к. максимальная рассеиваемая мощность данного теплообменника составляет 117 кВт, в проектируемый стенд необходимо установить 3 таких теплообменника.

Выбираю тип теплообменника по каталогу фирмы Нудас:

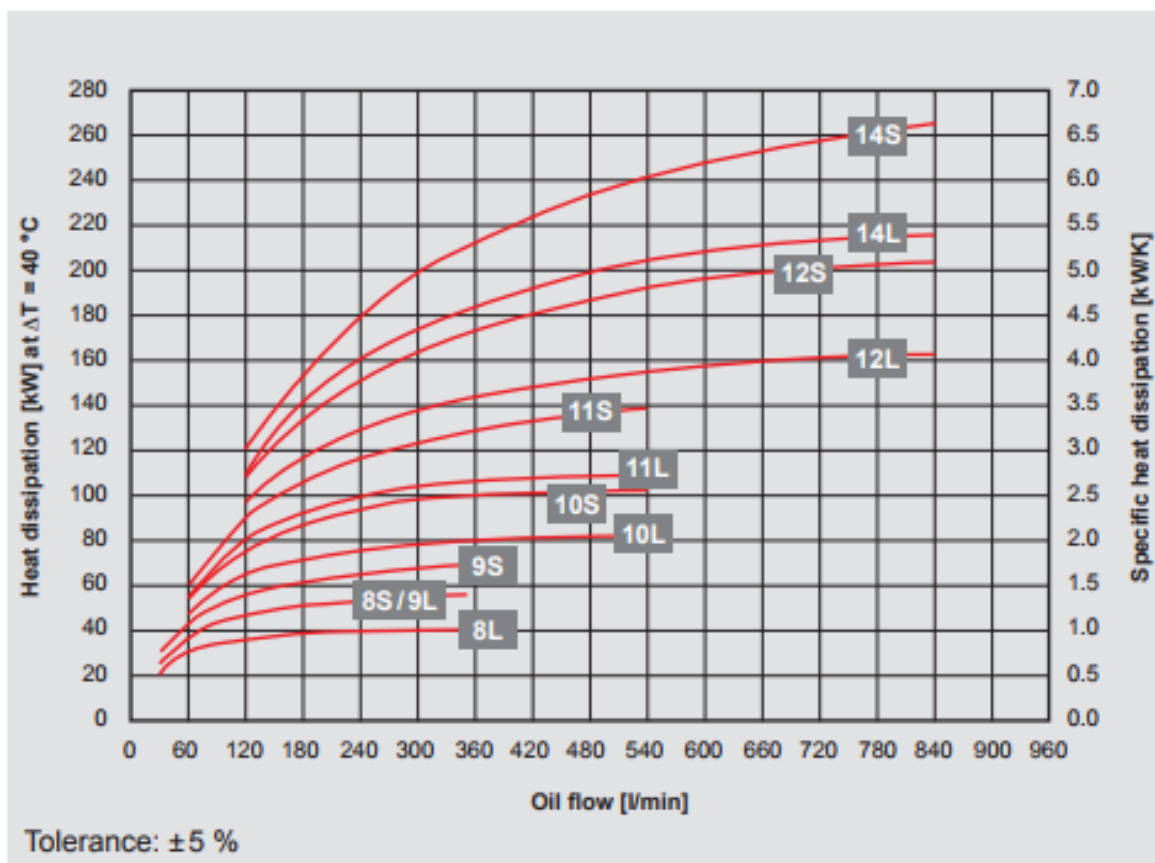


Рисунок- 10. График зависимостей рассеиваемой мощности от расхода для теплообменников фирмы Hydac.

По графику выбираю тип теплообменника АСА-LN11L. Достаточный расход жидкости $Q_{\text{ном}} = 250 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$.

Тип АСА-LN – воздушный теплообменник со встроенным насосом.

Серия воздухоохлаждателей АС-LN 8-14 может использоваться во всех областях, чтобы масло или водный гликоль охлаждались воздухом. Охлаждатели с осевым вентилятором могут использоваться как на обратной линии, так и в обходном потоке.

Широкий ассортимент аксессуаров и дополнительных версий означает, что кулеры могут быть гибко адаптированы к различным применениям.

Функции продукта:

Воздушный поток охладителя оптимизирован с использованием более эффективного осевого вентилятора и различных модификаций корпуса. В результате, серия АС-LN 8-14 особенно эффективна и спокойна. Кулер можно также использовать в байпасном потоке, присоединяя насос форсирования. Дополнительный фильтр обеспечивает непрерывную фильтрацию среды; тогда кулер может быть подключен по мере необходимости. [13]

ACA-LN8-9-10-11

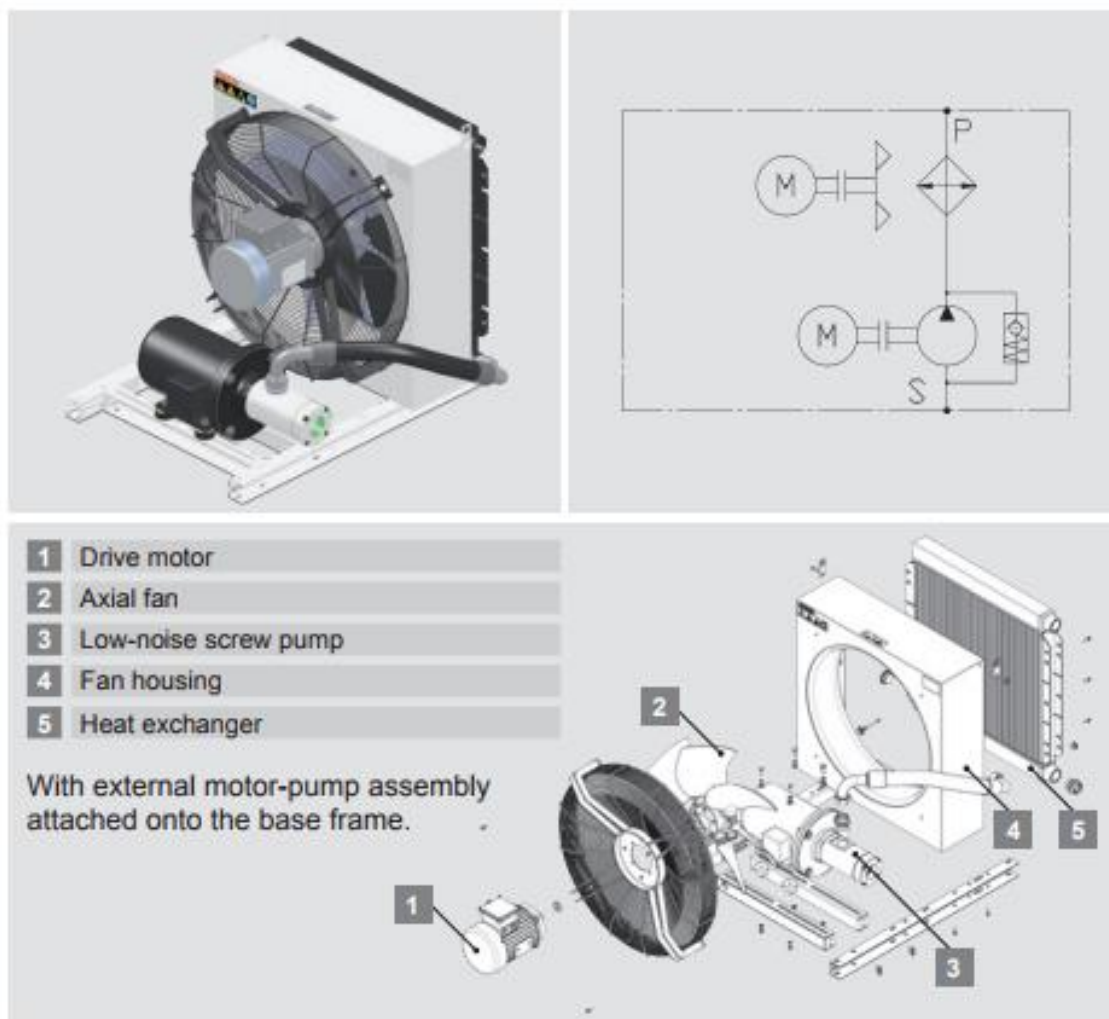


Рисунок- 11. Конструкция теплообменника Нудас АСА-LN:

1 - двигатель; 2 – вентилятор осевой; 3 – низкошумный насос; 4 – корпус вентилятора; 5 – теплообменник.

Таблица 13 - Технические характеристики Нудас АСА-LN11L.

$Q_{р.ж.}^{max}, \frac{\text{л}}{\text{мин}}$	$Q_{воздуха}^{max}, \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$	Уровень шума, дБ	Объём, л	Вес, кг
540	17400	75	18	212

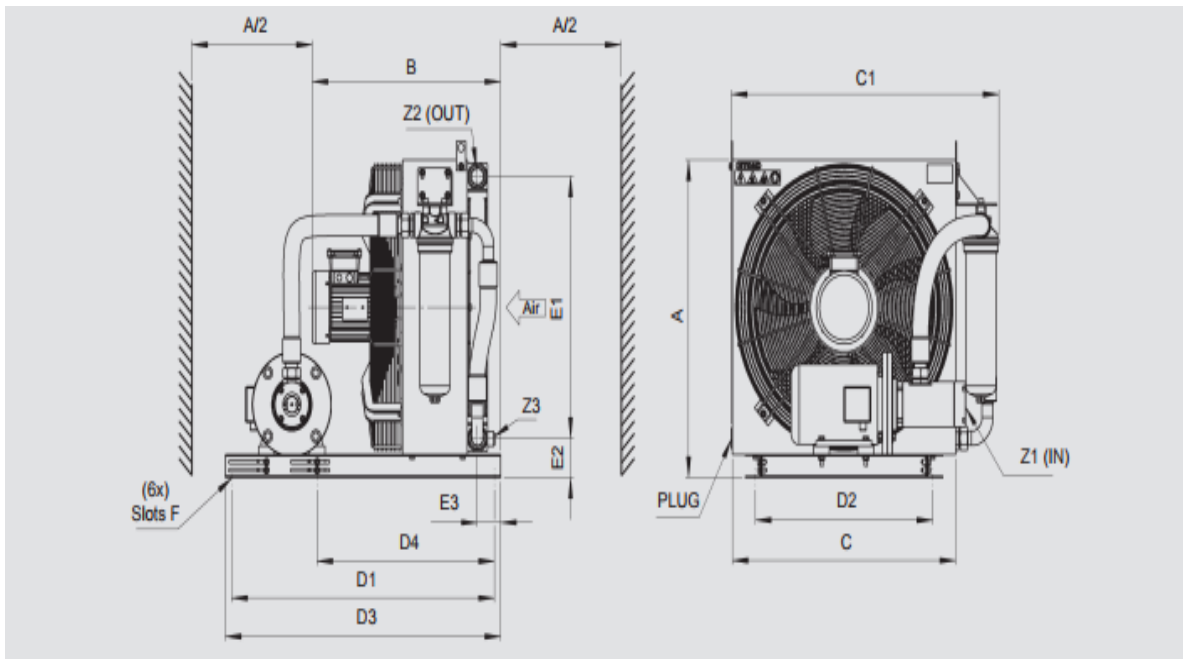


Рисунок- 12. Общий вид теплообменника Hydac ACA-LN11L.

Таблица 14 - Габаритные, присоединительные размеры Hydac ACA-LN11L.

A	B	C	C1	D1	D2	D3	D4	E1	E2	E3	F	Z1	Z2
1205	791	1050	1164	830	700	870	560	1057	102	127	9x20	G2"	1/2

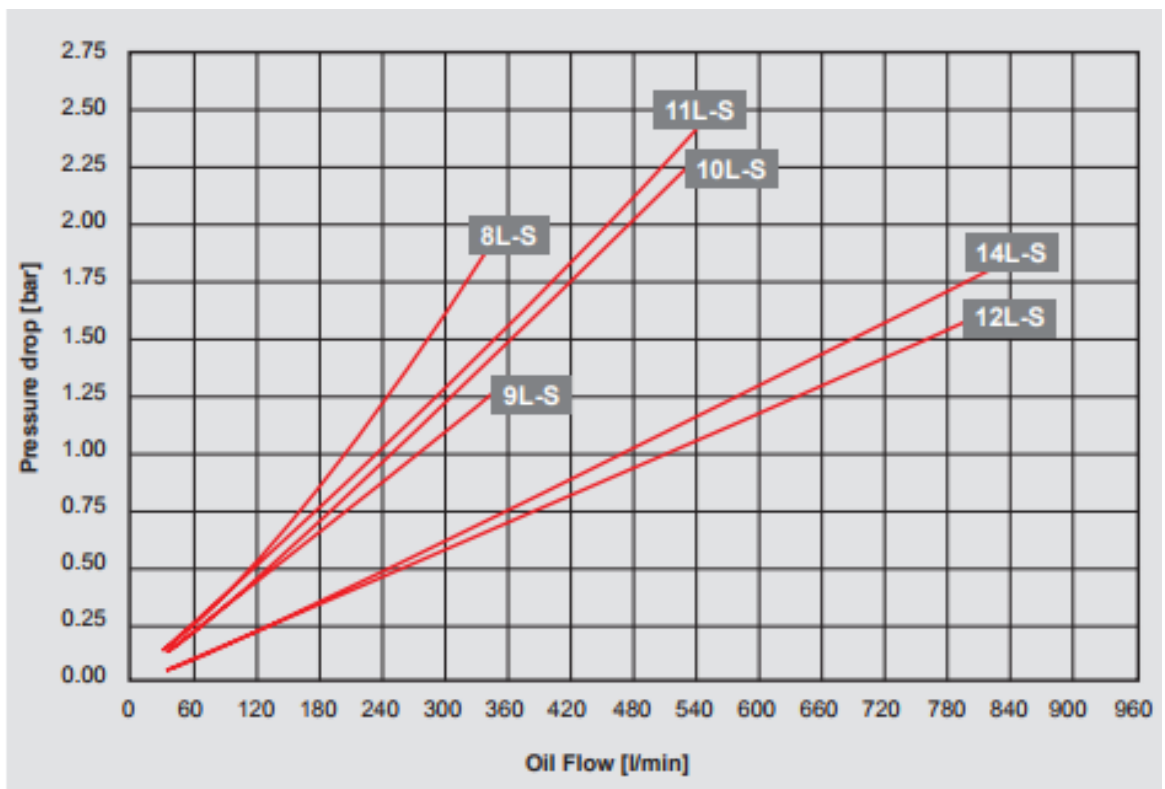


Рисунок - 13. Потери давления в теплообменниках Hydac AC-LN/ACA-LN/ACAF-LN.

2.3.8 Выбор датчиков температур

Исходя из рекомендаций В.К. Свешникова [12] по выбору датчиков температуры для различных гидроприводов, выбираю датчик температуры ТСМУ с унифицированным токовым сигналом.

Датчик состоит из первичного преобразователя температуры ТСМ и измерительного преобразователя ТП 420/05, который монтируется в головку датчика.

Основные параметры ТСМУ:

- диапазон измерения 0...100°C;
- выходной сигнал 0...5 или 4...20 мА;
- погрешность измерения 0,15; 0,25 или 0,5%;
- напряжение питания 18...36В(постоянный ток).

Присоединительные размеры показаны на рис.14.

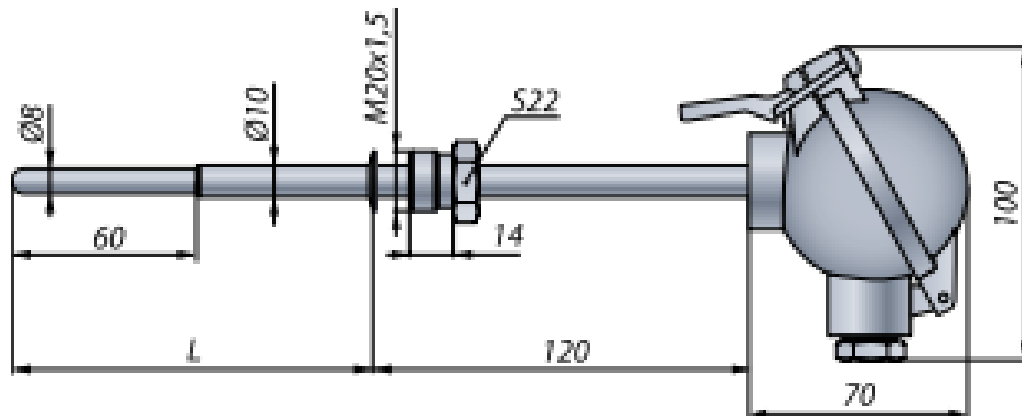


Рисунок- 14. Датчик температуры ТСМУ

2.3.9 Проектирование электрической схемы включения теплообменников

В проектируемом испытательном стенде предполагается использование трёх теплообменников фирмы Hudac. Каждый из теплообменников рассеивает около 100 кВт тепла. Включение всех трёх теплообменников сразу нецелесообразно, т.к. некоторые из них будут работать вхолостую. Исходя из этих соображений, устанавливаю 3 датчика температур, которые будут включать соответственно каждый из теплообменников, при достижении определённой температуры.

Каждый датчик ТСМУ необходимо оборудовать специальными приборами, для преобразования в электрический сигнал.

Для выполнения этой функции выбираю терморегулятор ОВЕН ТРМ1.

Терморегулятор ОВЕН ТРМ1 предназначен для регистрации, измерения, регулирования температуры, давления различных сред и теплоносителей. Прибор практически универсален, поэтому буду использовать его в качестве измерителя давления.



Рисунок- 15. Терморегулятор ОВЕН ТРМ1

Таблица 14 – Технические характеристики терморегулятора ОВЕН ТРМ1.

Диапазон переменного напряжения питания для всех типов корпусов: -напряжение; -частота.	90...245В 47...63Гц
Потребляемая мощность	не более 10 Вт
Напряжение встроенного источника питания постоянного тока	24В
Максимально допустимый ток встроенного источника питания	80мА
Количество каналов	1
Время опроса входа: -ТС; -ТП;	не более 0,8 сек не более 0,4 сек

Электрическая схема включения теплообменников представлена на рис.16.

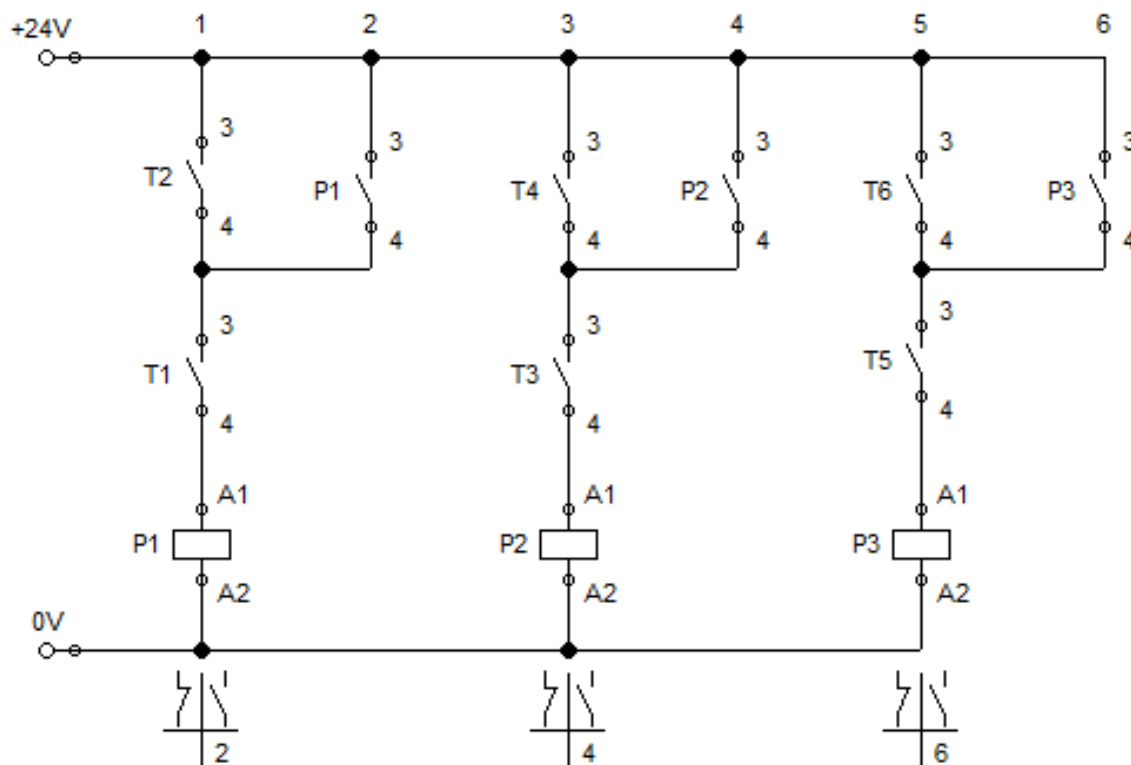


Рисунок 16. Электрическая схема включения теплообменников.

Принцип работы схемы:

Каждый нормально разомкнутый контакт T_i , замыкается при достижении определённой температуры. $T1, T2, T3, T4, T5, T6$ при 20,30,40,50,60,70 °С, соответственно. При последовательном замыкании $T1$ и $T2$, $T3$ и $T4$, $T5$ и $T6$, каждая из шин включает в работу один из теплообменников. Отключение теплообменника происходит при снятии сигнала с $T1, T3, T4$, которые отвечают за минимальные температуры для каждого из теплообменников соответственно.

2.3.10 Выбор рабочей жидкости

Испытуемые винтовые насосы чаще всего используются в нефтяной промышленности. Кинематическая вязкость нефти, в среднем, определяется диапазоном 40 – 60 мм²/с. Исходя из этих данных, выбираю масло И-30А(обозначение по ГОСТ 17479.4 – И-Г-А-46). [14]

Таблица 15. Физико-химические показатели масла И-30А по ГОСТ 20799-88

Кинематическая вязкость при 40°С, мм ² /с	41-61
Кислотное число мг КОН на 1 г масла, не более.	0,05

Продолжение таблицы 15.

Зольность, % не более	0,005
Массовая доля серы в маслах из сернистых нефтей, %, не более	1
Содержание механических примесей	отсутствие
Содержание воды	следы
Плотность при 20°C, кг/м ³ , не более	890
Температура застывания °С, не выше	-15
Цвет на колориметре ЦНТ, единицы ЦНТ, не более	2,5
Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже	210
Стабильность против окисления: приращение кислотного числа окисленного масла, мг, КОН на 1 г масла, не более	0,4
Содержание растворителей в маслах селективной очистки	отсутствие
Содержание водорастворимых кислот и щелочей в маслах щелочной очистки	отсутствие

2.3.11 Выбор устройства для очистки рабочей жидкости

Для обеспечения допустимой степени загрязнённости жидкости необходимо подобрать фильтрующую установку, которая состоит из насоса (нескольких насосов) и фильтра (нескольких различных фильтров).[15]

Проанализировав рынок, мною была выбрана установка фильтрации масла ЦФУ-0.8С.

Данная установка предназначена для очистки промышленных масел от механических примесей, сажи (угля), свободной и части растворённой воды, водорастворимых кислот и щелочей.

Исполнение установки соответствует размещению при эксплуатации категории 4 и климатическому исполнению УХЛ согласно ГОСТ 15150-69.

Ниже, на рис.16, представлен внешний вид установки.



Рисунок 17. Установка фильтрации масла ЦФУ-0.8С

Таблица 16 - Технические характеристики установки ЦФУ-0.8С

Производительность, м ³ /ч	0,3...0,8
Тип фильтроэлемента	объёмный регенерируемый
Температура обрабатываемого масла, °С	20...100
Параметры обрабатываемого масла:	
-степень очистки от воды, %;	92...98
-степень очистки от механических примесей, %;	93...97
-тонкость фильтрации, мкм	3...5
Установленная потребляемая мощность	0,75 кВт
Напряжение питания трёхфазной сети переменного тока частотой 50Гц, В	380
Габаритные размеры, мм не более	
-длина;	500
-ширина;	480

Продолжение таблицы 16.

-высота.	1350
Масса, кг не более	60

Выводы по разделу

Исходя из заданных параметров была спроектирована конструкция (Приложение Б,В,Г) стенда для испытания винтовых насосов, согласно гидравлической схеме (Приложение А). Аналогов таких стендов на рынке найдено не было.

Для установки винтовых насосов различных типоразмеров спроектирована полумуфта для МУВП (Приложение Д).

3 РАСЧЁТ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ

3.1 Расчёт гидравлических потерь энергии по длине гидролиний

Энергия есть общая количественная мера различных форм движения материи. Отсюда и различные формы энергии. Работа есть одна из форм выражения обмена энергией физических тел с окружающими телами, т.е. является количественной характеристикой преобразования энергии в физических процессах.

В ряде областей науки и техники широко используется понятие об удельной энергии, которая представляет собой энергию, приходящуюся на единицу силы тяжести (единицу веса) физического тела.

Измерение удельной энергии единицами длины весьма удобно в области гидротехнических сооружений, водопровода и т.п., в которых зачастую вместо термина «удельная энергия» используют термин «напор» (Н). Полная механическая энергия жидкости состоит из энергии положения, энергии давления и кинетической энергии.

Расчет потерь по длине выполняют по следующему алгоритму:

1). Задаюсь абсолютной шероховатостью труб:

Т.к. труба бесшовная стальная новая, $\Delta = 0,03$ мм [7]

2). Определяю относительную шероховатость стенок k ;

$$k = \frac{\Delta}{d} = \frac{0.03}{273} = 1.099 \cdot 10^{-4}$$

3). Определяю число Рейнольдса:

$$Re = \frac{4Q}{\pi d v} = \frac{4 \cdot 0,075}{\pi \cdot 273 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-5}} = 699.582 \approx 700$$

4). Для равномерного ламинарного режима движения в круглой трубе (числа $Re < 2000$) коэффициент λ определяется по теоретической формуле Пуазейля:

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{700} = 0.091$$

5). $\Delta h_{\text{дл}}$ – потери напора по длине; определяются по формуле Дарси – Вейсбаха:

$$\Delta h_{\text{дл}} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \left(\frac{4Q}{\pi d^2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2g} = 0.091 \cdot \frac{3.3}{273 \cdot 10^{-3}} \cdot \left(\frac{4 \cdot 0,075}{\pi \cdot (273 \cdot 10^{-3})^2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot 9.81} = 0.092 \text{ м};$$

где: λ – коэффициент гидравлического трения по длине, или коэффициент Дарси; l – длина трубопровода, м; d – диаметр трубопровода, м;

3.2 Расчёт местных гидравлических потерь энергии

При малых числах Рейнольдса силы вязкостного трения оказывают влияние на местные сопротивления. В этом случае коэффициент ζ определяется по формуле С.В. Избаша.

$$\zeta = \frac{C_\zeta}{Re} + \zeta_{\text{кв}},$$

где $\zeta_{\text{кв}}$ - коэффициент рассматриваемого местного сопротивления, соответствующий квадратичной зоне сопротивления; C_ζ - эмпирический коэффициент, определяемый для разных местных сопротивлений по таблице 18 [16].

Таблица 18 – Значения коэффициентов местных сопротивлений.

Вид сопротивления	C_ζ	$\zeta_{\text{кв}}$
Вентиль	3000	6
Резкий поворот трубы на угол 90°	400	1,19
Выход из трубы в бак	30	1

Местные сопротивления в трубопроводах и каналах обуславливаются резким изменением конфигурации живого сечения потока, течением с изменением скорости, соединением и разделением потоков и другими факторами.

Для вычисления потерь напора на местном сопротивлении предлагается формула Вейсбаха

$$\Delta h_m = \zeta_\Sigma \cdot \left(\frac{4Q}{\pi d^2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2g},$$

Для определения суммарного коэффициента местного сопротивления, необходимо учесть все изменения конфигурации живого сечения потока:

$$\zeta_\Sigma = \zeta_{\text{вн}} + \zeta_{\text{выход}} + 2\zeta_{\text{пов } 90^\circ}$$

Подставляя числовые значения, получаем:

$$\Delta h_m = \left(\frac{3000}{700} + 6 + 2 \cdot \left(\frac{400}{700} + 1,19 \right) + \frac{30}{700} + 1 \right) \cdot \left(\frac{4 \cdot 0,075}{\pi \cdot (273 \cdot 10^{-3})^2} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,81} = 1,243 \text{ м}$$

Выводы по разделу

Потери энергии в спроектированной гидросистеме при испытании винтовых насосов, при заданных параметрах, незначительны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате ВКР были решены следующие задачи:

- проанализировать рынок испытательных стендов;
- спроектировать принципиальную гидравлическую схему стенда;
- подобрать необходимое гидравлическое оборудование для стенда;
- эффективно скомпоновать подобранное оборудование;
- рассчитать возможные потери удельной энергии при испытаниях.

На основании решённых задач, можно сделать вывод, что поставленная цель – разработка стенда для испытания винтовых насосов достигнута.

При прохождении испытаний, стенд позволяет проверять следующие параметры:

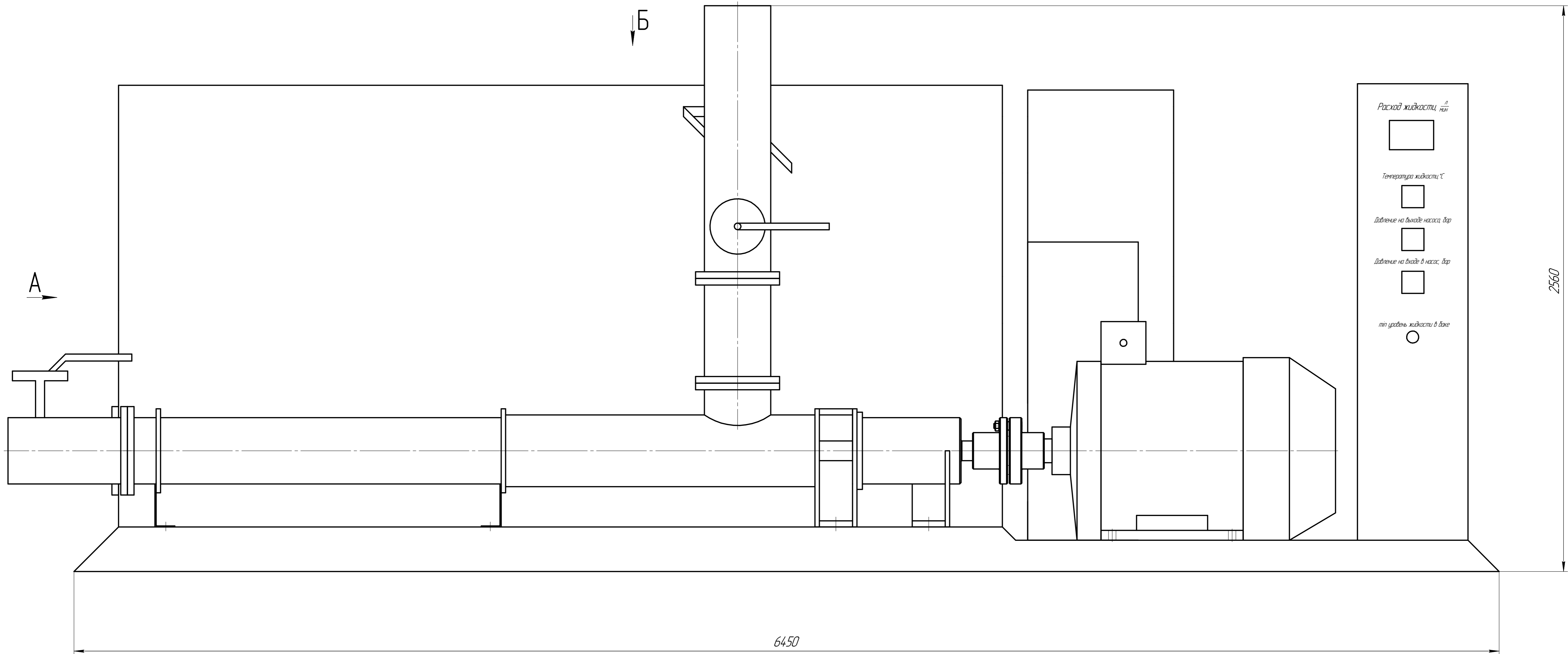
- подача насоса при номинальном давлении;
- мощность, потребляемая приводным электродвигателем;
- полный КПД насоса;
- объёмный КПД насоса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барышев В.И., Подзерко А.В. Объемные гидромашины и гидроприводы: Учебное пособие к лабораторным работам. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – Ч. I. - 65с.
2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов /Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. – 4-е изд., стереотипное, перепечатка со второго издания 1982 г. – М: «Издательские дом Альянс», 2010. – 423 с.: ил.
3. УрИЦ // [Электронный ресурс], URL: <http://www.cheltec.ru/pumpstend/>
4. Каталог гидравлического оборудования// [Электронный ресурс], URL: <https://www.pneumax.ru/products/produktsiya-sobstvennogo-proizvodstva/>
5. Каталог гидравлического оборудования// [Электронный ресурс], URL: http://www.enerprom.ru/pub/pdfcatalogs/Gidravlicheskie_ctancii_i_stendi/
6. Каталог гидравлического оборудования// [Электронный ресурс], URL: <http://ingehim.ru/product/ustanovki/gidrostendyi/>
7. Чарный И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. – М.: «ГосИздТехТеорЛит», 1951, 224 с.
8. Техэнерго // [Электронный ресурс], URL: <https://tehenergo.org/tablitsa-sootvetstviya-naruzhnyh-diame/>
9. ЧТПЗ, каталог стальных труб // [Электронный ресурс], URL: <http://chtpz-sale.ru/production/besshovnye-celnosvarnie-truby/>
10. Тепловодоучёт // [Электронный ресурс], URL: <http://teplovodouchet.ru/>
11. Hydac // [Электронный ресурс], URL: <http://www.hydac.com.ru/cooling-systems/>
12. Свешников В.К. Усов А.А.: Станочные гидроприводы. Справочник – 2 у изд., пререраб. И доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 512 с.
13. Regula // [Электронный ресурс], URL: <https://www.techmarcet.ru/kran-y-sharovye/reguliruyushchie/kran-sharovyy-LD-Regulastalnoyreguliruyuschistandardnoprohodnoypod-privarkuPN-16-40-bar/>
14. Барышев В.И. Применяемость (выбор) масел в качестве рабочей жидкости гидропривода: Учебное пособие. – Челябинск: ЧГТУ. 1993. – 71 с.
15. Ермаков В.В. Гидравлический привод. ОНТИ, 1937. Москва, 258 с.

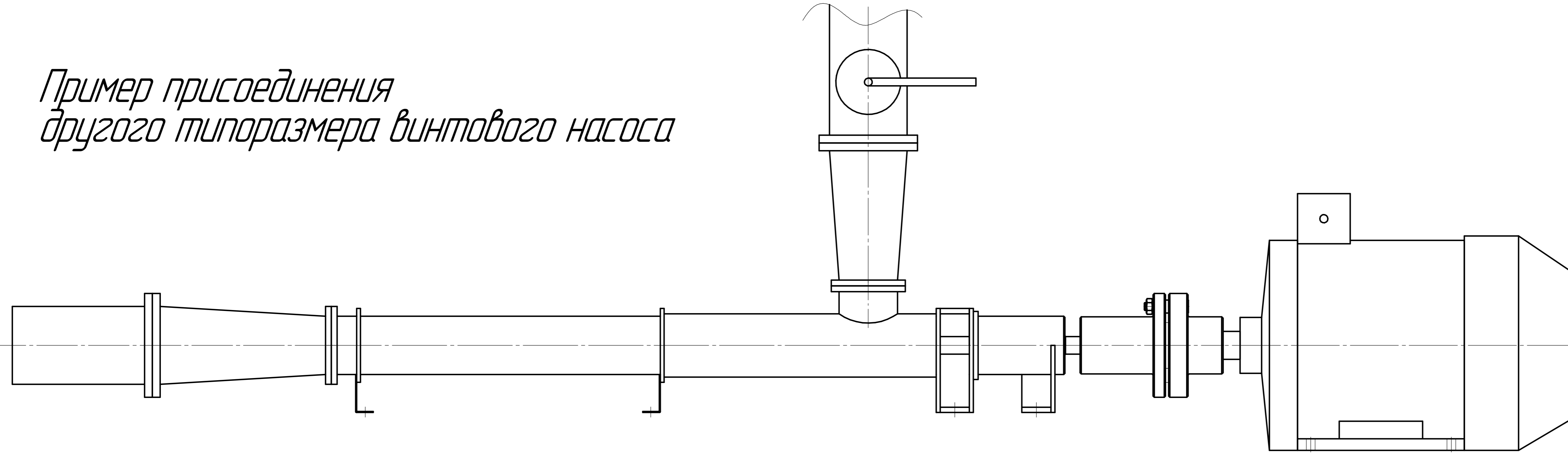
16.Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М.О. Штейберга – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. 1992. – 672 с.

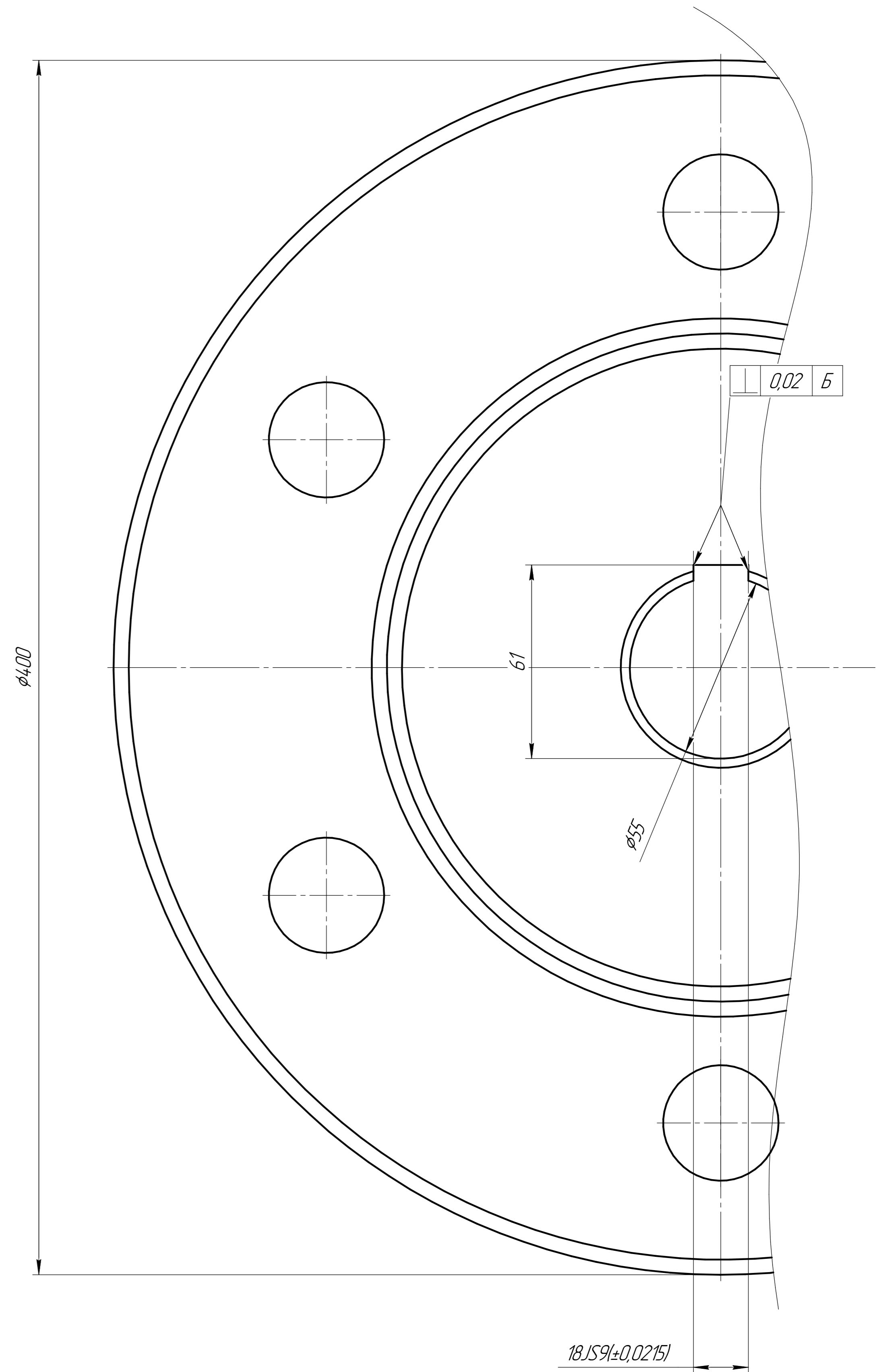
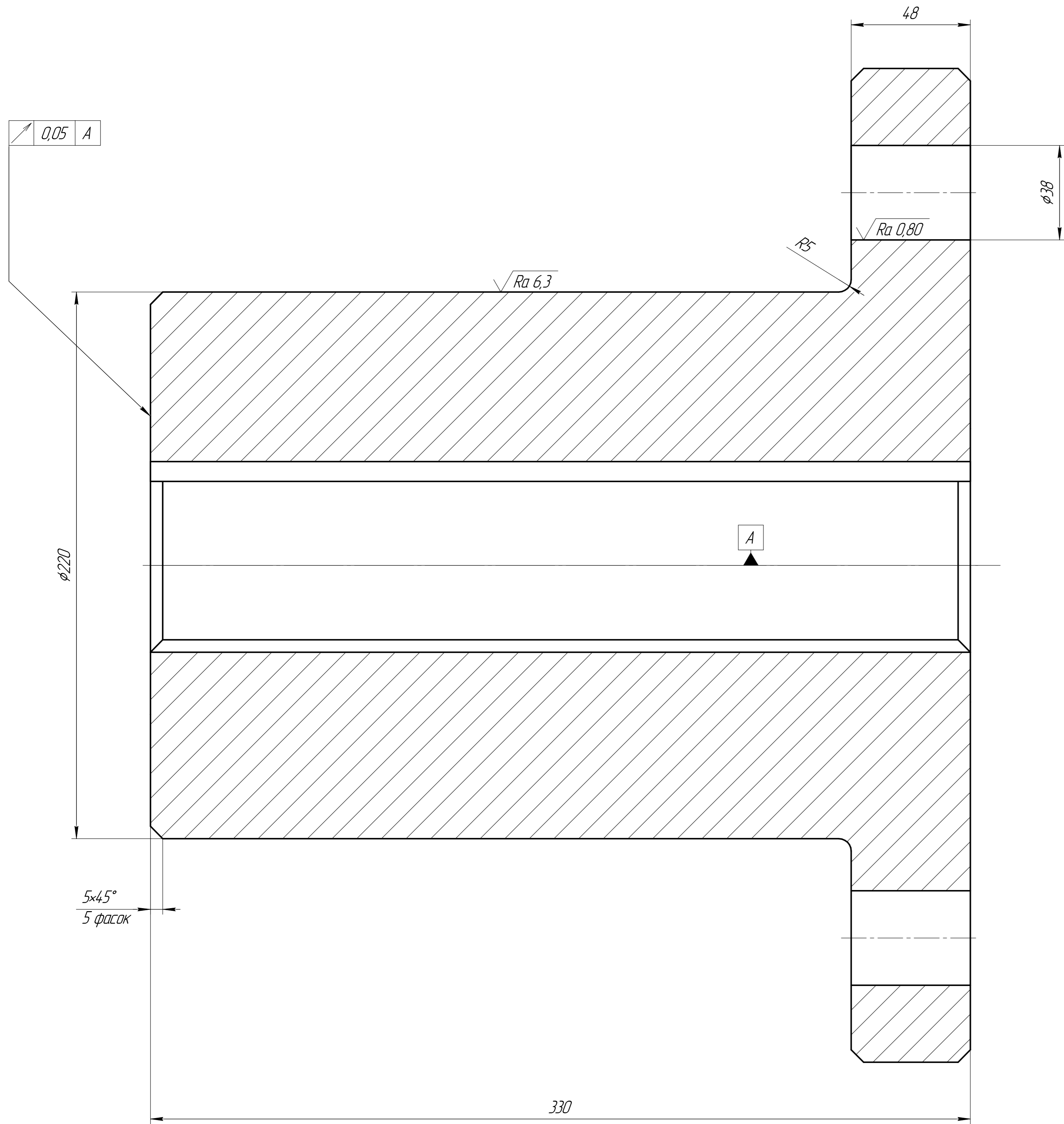
ПРИЛОЖЕНИЯ



- Расход жидкости, $\frac{л}{мин}$
- Температура жидкости, $^{\circ}C$
- Давление на входе насоса, бар
- Давление на выходе насоса, бар
- тип уровень жидкости в баке

*Пример присоединения
другого типоразмера винтового насоса*





- 1 Острые кромки скруглить
- 2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1-т

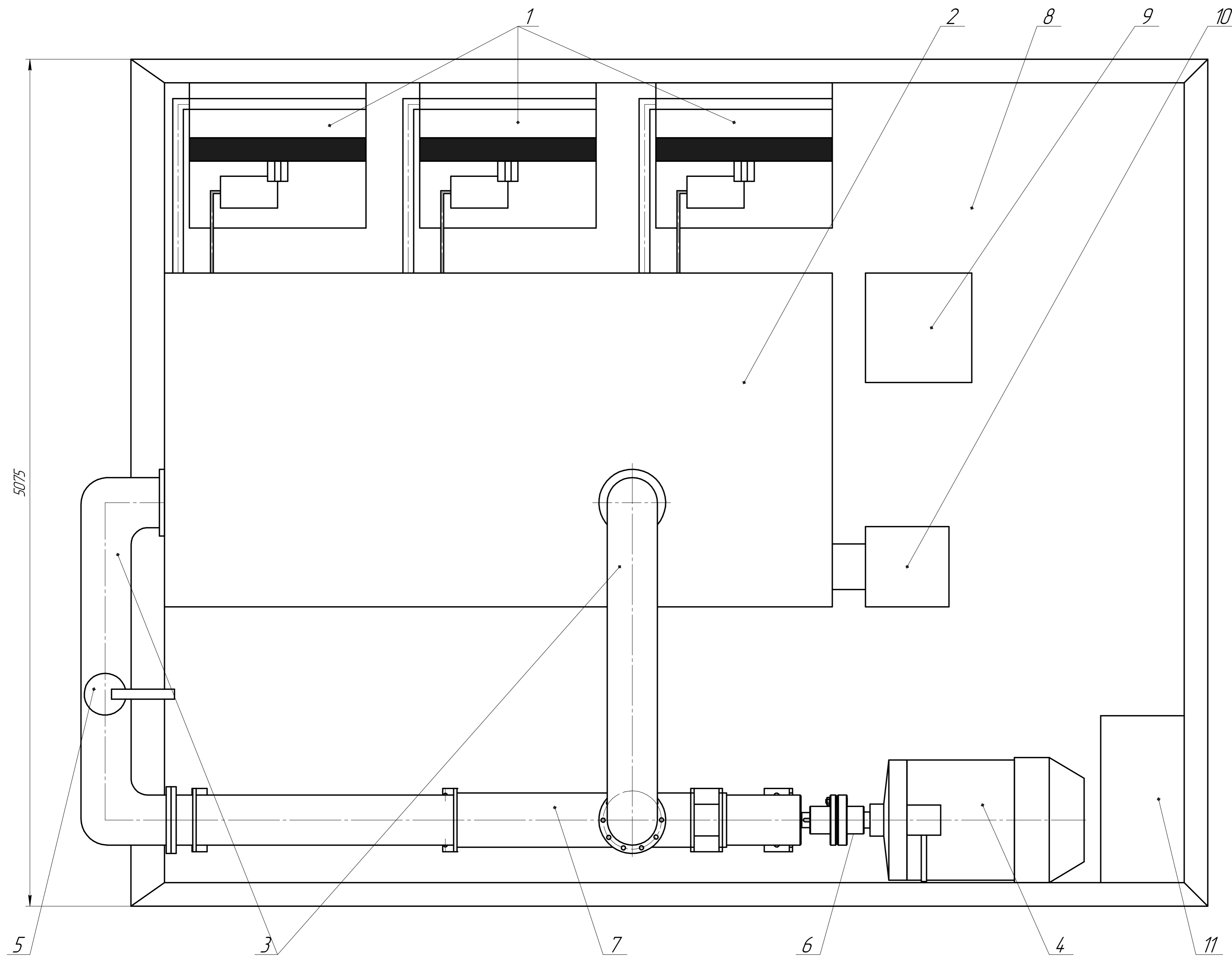
ЮУрГУ 150302.2018.288.002				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1	1:1
Разраб.	Зеленка М.С.				0,5	
Проб.	Фаренгель В.И.					
Т.контр.						
Исполн.	Подзерко А.В.				Лист	Листов 1
Удб.	Спиридонов Е.К.				ЮУрГУ	Кафедра ГИПТС
Копирабан				Формат А1		

Полумуфта МУВП

СЧ20 по ГОСТ 1412-85

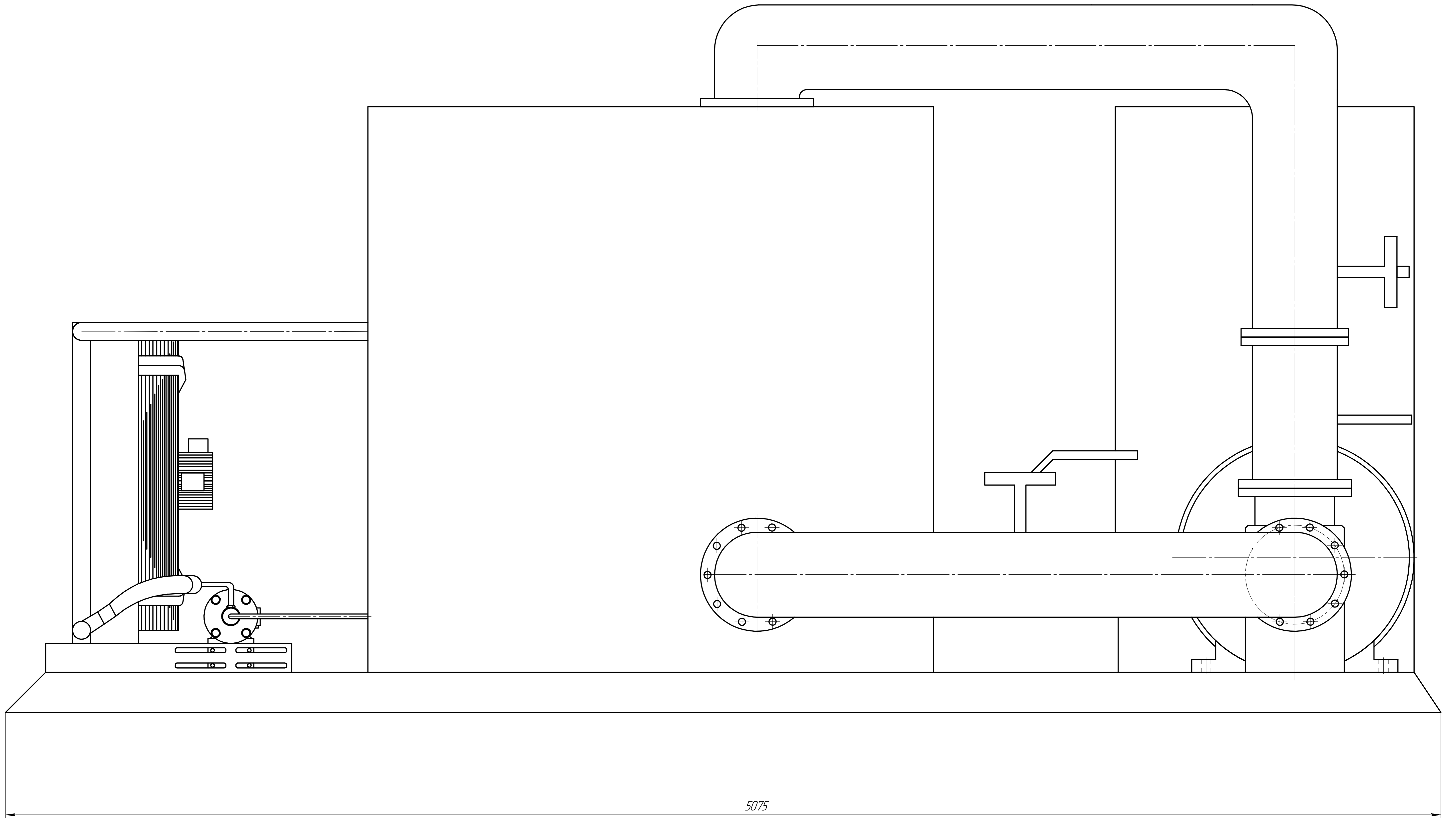
Лист № 001
Лист № 002
Лист № 003
Лист № 004
Лист № 005
Лист № 006
Лист № 007
Лист № 008
Лист № 009
Лист № 010
Лист № 011
Лист № 012
Лист № 013
Лист № 014
Лист № 015
Лист № 016
Лист № 017
Лист № 018
Лист № 019
Лист № 020

Вид Б



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1	Аппарат теплообменный	3	Hydax ACA-LN1L
2	Гидроак	1	
3	Гидролиния	1	
4	Двигатель	1	AMP355M2
5	Кран шаровый	4	КШЦП.Regula 250.200.04.H/Π.02
6	Муфта МЧВП (модернизированная)	1	
7	Насос винтовой	1	Soltec
8	Плита монтажная	1	
9	Преобразователь частотный	1	PROSTAR PR6000-3150T3G
10	Установка фильтрации	1	ЦФУ-0.8С
11	Шкаф силовой	1	

Bud A



Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
АТ	Аппарат теплообменный	3	Нудас АСА-LN11L
Б	Гидробак	1	
ВК	Вакуумметр электродный	1	ОВЕН ТРМ1
ДТ	Термометр электродный	1	ТСМУ
ДУ	Указатель уровня	1	160/1 МН177-63
КШ	Кран шаровый	4	КШЦ.П.Регула
			250.200.04.Н/П.02
МН	Манометр электродный	1	ОВЕН ТРМ1
Н	Насос (испытываемый)	1	
ТХ1, ТХ2	Счетчик импульсов	1	
ФУ	Установка фильтрации	1	ЦФУ-0.8С

