

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
(институт)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и
водоотведение»

08.04.01 «Строительство»
(код и наименование направления подготовки)

«Водоснабжение городов и промышленных предприятий»
(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему **«Разработка конструкции плавучего водозабора для
сезонного отбора воды»**

Студент	<u>Д.С. Кафидов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Научный руководитель	<u>И.А. Лушкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультант	<u>_____</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>_____</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель программы	<u>ктн., доцент В.М. Филенков</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
« _____ »	<u>20</u>	_____	Г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой	<u>к.т.н., доцент М.Н. Кучеренко</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
« _____ »	<u>20</u>	_____	Г.

Тольятти 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПЛАВУЧИХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	6
1.1 Анализ причин, приведших к появлению нестационарных плавучих насосных станций	6
1.2 Основные разновидности конструкций нестационарных и плавучих насосных станций	8
1.3 Преимущества и конструктивные особенности работы нестационарных плавучих насосных станций.....	12
1.4 Возможные конструктивные решения рыбозащиты на плавучем водозаборе	17
2 НАПРАВЛЕНИЯ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАВУЧИХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ	19
2.1 Анализ возможных областей применения нестационарных плавучих насосных станций	19
2.2 Применение нестационарных плавучих насосных станций в сельском хозяйстве и для нужд орошения.....	19
2.3 Применение нестационарных плавучих насосных станций в горнорудной, обогатительной отрасли и в процессе добычи полезных ископаемых.....	21
2.4 Применение нестационарных плавучих насосных станций для осушения и опорожнения при гидротехническом строительстве	23
3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЛАВУЧЕЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ЕМКОВ	26
3.1 Применение стеклопластиковых емкостей для конструкции плавучего водозабора	26
3.2 Предлагаемая конструкция плавучей насосной станции	28

3.3 Выбор и расчет основных конструктивных элементов предлагаемого плавучего водозабора	32
3.3.1 Расчет плавучести понтонной насосной станции	32
3.3.2 Корпус плавучей понтонной насосной станции	34
3.3.3 Рама-каркас плавучей насосной станции.....	36
3.3.4 Якорное устройство	37
3.3.5 Система насосных агрегатов.....	37
3.3.6 Система трубопроводов на поплавках	45
3.3.7 Автоматизация управления насосными агрегатами плавучей насосной станции	48
3.4 Применение предлагаемой конструкции плавучего водозабора.....	50
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	53

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы: Развитие сельского хозяйства, предприятий добычи полезных ископаемых требуют использования большого количества воды для различных нужд. Однако водопользование при этом часто является сезонным (весна–лето–осень), либо нестационарным, требующим изменения месторасположения. Поверхностные водоисточники, при этом, являются наиболее востребованными из-за доступности и удобства использования. Разнообразие мест нахождения водоисточников порой делает невозможным обустройство стационарного водозабора. В такой ситуации применяют плавучие сезонные водозаборные сооружения, которые позволяют забирать воды при значительных колебаниях уровней воды в водоисточнике. При этом разработка новых конструктивных решений плавучих водозаборов является актуальной задачей.

Цель работы: разработка и усовершенствование существующих конструктивных решений плавучих водозаборных сооружений.

Объект исследования: плавучие водозаборные сооружения.

Предмет исследования: конструктивные и эксплуатационные особенности плавучих водозаборных сооружений для водоснабжения малых населенных пунктов, орошения сельхозугодий, при добыче полезных ископаемых и др. областях.

Задачи:

1. Анализ конструкций существующих нестационарных плавучих насосных станций;
2. Анализ направлений и области применения плавучих насосных станций;
3. Разработка конструкции плавучей насосной станции на основе стеклопластиковых емкостей для улучшения эксплуатационных характеристик плавучих водозаборов.

Научная новизна заключается в:

– Теоретическом обосновании области применения конструкций плавучих водозаборов;

– Разработке конструкции плавучей насосной станции.

Методы исследования: в процессе работы были применены аналитический, статистический методы исследования, анализ нормативно-технической документации.

Практическая значимость работы заключается в том, что предлагаемые конструктивные решения позволяют осуществлять забор воды на различные нужды в местах, где невозможно или не требуется оборудовать стационарный водозабор.

На защиту выносятся: конструкция и оборудование плавучего водозабора с применением стеклопластиковых резервуаров в виде понтона.

Личный вклад автора состоит в обосновании темы, цели, задач и разработке конструктивных решений плавучего водозабора.

Апробация работы. Полученные знания применены в разработке понтонной насосной станции для проектируемого объекта в Республике Башкортостан. Результаты работы представлены в сборниках трудов:

Научно-практической конференции «Студенческие Дни науки ТГУ».

XVIII-ой Международной научно-практической конференции «Города России: проблемы строительства, инженерного благоустройства и экологии» (г. Пенза, МНИЦ ПГСХА, 2016).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, общих выводов, библиографии из 43 наименований. Общий объем работы 70- стр., включая 26 иллюстрации и 1 таблицу.

1 АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПЛАВУЧИХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

1.1 Анализ причин, приведших к появлению нестационарных плавучих насосных станций

Рациональное использование природных ресурсов поверхностных водоисточников является одной из сложных технических, экономических и экологических задач природопользования. Для решения задач водопользования и водопотребления на водных объектах предусматривают устройство водозаборных сооружений.

Водозаборное сооружение – комплекс гидротехнических устройств для забора воды из водоисточника и подачи её потребителю. [1...4,22,27]

Основным источником забора воды являются поверхностные водоисточники. [1,4,22,27]

Тип водозаборного устройства определяется гидрогеологическими и гидрологическими особенностями источника водоснабжения. Выбор типа водозаборных сооружений зависит от комплекса местных факторов: условий забора воды; требований гарантии надежности подачи воды; общей водоносности источника; величины отбора и требований к качеству воды; морфологических, геологических и прочих местных природных условий; строительных и эксплуатационных условий. [1...4,9,27]

Большое разнообразие потребителей водных ресурсов порой сталкивает нас с проблемой устройства стационарного водозабора ввиду сложных геологических, гидрологических или других проблем, а также, попросту, отсутствием необходимости постоянного, всесезонного или круглогодичного забора воды.

С развитием насосного оборудования, а также с увеличением потребности в воде, в практике сельского хозяйства, коммунального водоснабжения, горнорудной и обогатительной промышленности стали применяться так называемые нестационарные или плавучие водозаборы.

Ранее нестационарные плавучие водозаборы применяли исключительно как временные, в вынужденных случаях: остановка основного водозабора, необходимость временного увеличения мощности действующего водозабора и т.д. [40]

Использование погружных электронасосов позволяет без особой сложности переоборудовать инвентарные наплавные средства (понтон, легкие речные суда и др.) в плавучие водозаборы временного типа (рисунок 1.1).

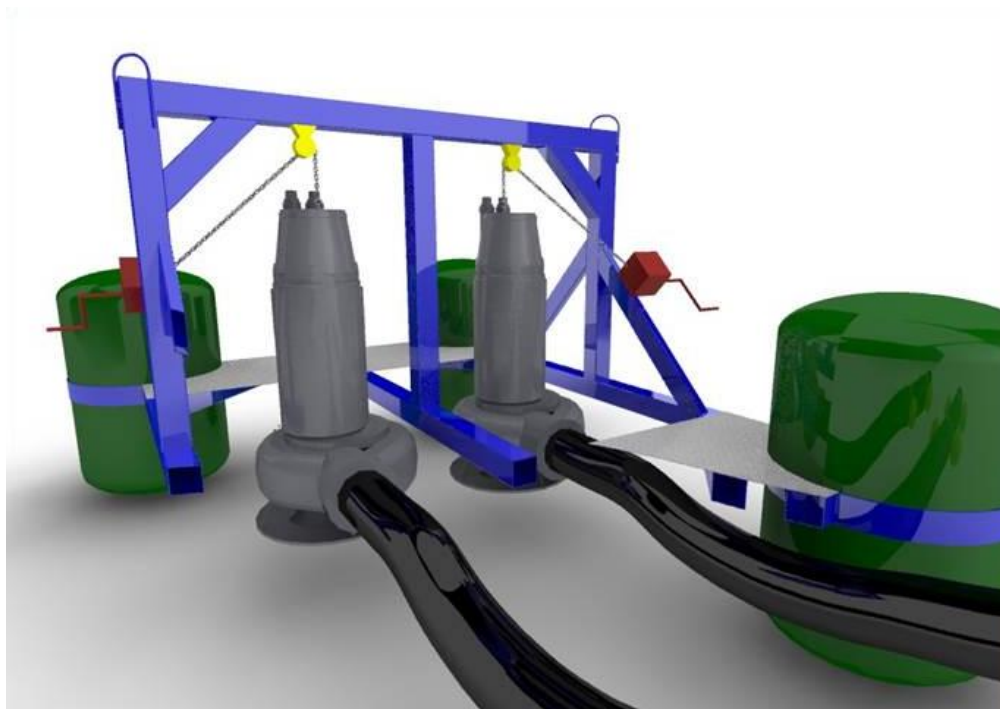


Рисунок 1.1 – Плавучий водозабор временного типа

Свое место плавучие водозаборы и нестационарные плавучие насосные станции заняли и в системах орошения на многих реках и во многих областях России. [6,35,36]

В аварийных ситуациях подобные плавучие станции, возможно, использовать для подачи воды отдельным потребителям или группам потребителей непосредственно из источника, а также из водопроводной сети или резервуаров чистой воды.

В горнорудной промышленности, в процессе добычи полезных ископаемых и разработки горных пород очень часто необходимо осушение

либо полученного в процессе работ искусственного озера, либо осушение естественного для продолжения производства работ. [40...42]

В этой ситуации неизбежно применение плавучей насосной станции с дренажными, а в исключительных случаях и со шламовыми насосами, для откачки пульпы, шлама или более лёгкой среды.

1.2 Основные разновидности конструкций нестационарных и плавучих насосных станций

При необходимости организации срочного водоотбора, в сложных гидроморфологических условиях, при большой амплитуде колебания уровней воды, сильно неустойчивом русле, непригодности грунтов для оснований сооружений, могут устраиваться нестационарные водозаборы.

Широкое применение, как говорилось выше, нестационарные насосные станции нашли в практике мелиоративного хозяйства, где потребность в воде наиболее высока. [6...12]

В этой области нашли применение все типы нестационарных водозаборных насосных станций – фуникулёрные, передвижные (мобильные) и плавучие, которые обычно изготавливают в заводских условиях, а на месте выполняют лишь небольшой объём строительно-монтажных работ. Поэтому их применяют в тех случаях, когда нужно возвести насосную станцию за короткий срок, недостаточный для строительства стационарных сооружений. В основном же их применяют в сложных условиях строительства, когда на возведение стационарных сооружений требуются большие капитальные затраты.

В состав водозабора фуникулерного типа входят: водоприемное устройство, рельсовые пути для его перемещения, напорный водовод с патрубками, расположенными через определенные расстояния, электрифицированная лебедка. Водозабор дублируют из расчета, что один работает, а второй перемещается при подъеме или понижении уровня воды в реке (рисунок 1.2).

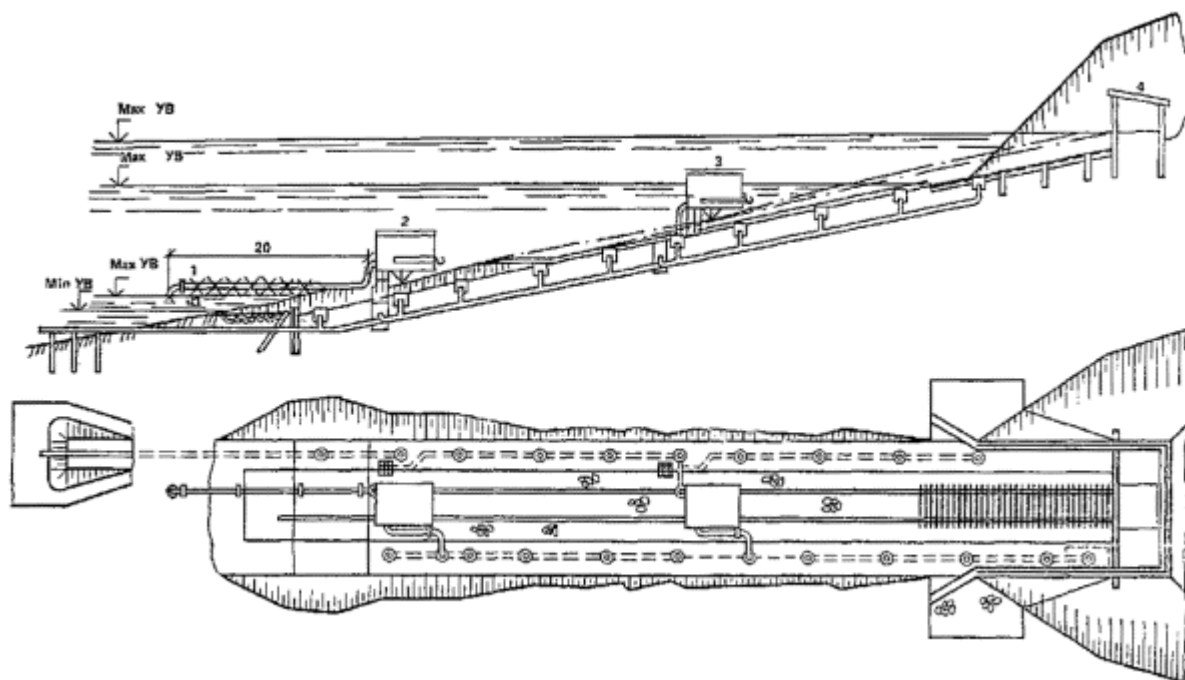


Рисунок 1.2 – Фуникулёрный водозабор

1 – аварийный всасывающий водовод на козлах; 2 – положение насосной станции при работе с использованием аварийного всасывающего водовода; 3 – положение насосной станции при работе во время ледохода; 4 – будка для подъемной лебедки

Водоприемное устройство включает тележку, на которой смонтирован насос со всасывающим водоводом, обратный клапан и водоприемную сетку, или рыбозаградитель. На тележке монтируются также вакуум-насосная установка и павильон облегченной конструкции.

Подвижные водозаборные сооружения устраивают аналогично фуникулерным, они могут перемещаться как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении с перекладкой напорного водовода. Представляют собой насосную станцию на шасси с пневматической ходовой частью (одноосный или двухосный прицеп) или на салазках (прицеп санного типа); оборудуют электродвигателем или двигателем внутреннего сгорания; транспортируют на прицепе к автомобилю или к трактору (транспортная скорость до 25 км/ч). Водоприемник поднимается

и опускается с помощью специальной лебедки, находящейся в комплекте с насосной станцией. Насос запускают с помощью газоструйного эжектора или вакуум-насоса. Обслуживает такую станцию, как правило, один человек. В комплекте станции имеется напорный трубопровод длиной до 300 м. Вода может подаваться в береговой колодец насосной станции I подъема или во всасывающий трубопровод основных насосов. Насосы применялись сухие консольные, смонтированные на общей раме, на шасси (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Передвижная насосная станция

Всасывающий и напорный трубопроводы станции состоят из гибких резиновых шлангов и стандартных металлических труб. Все соединения трубопроводов фланцевые. [40...42]

Общая компоновка оборудования передвижной насосной станции заводского изготовления показана на рисунке 1.4.

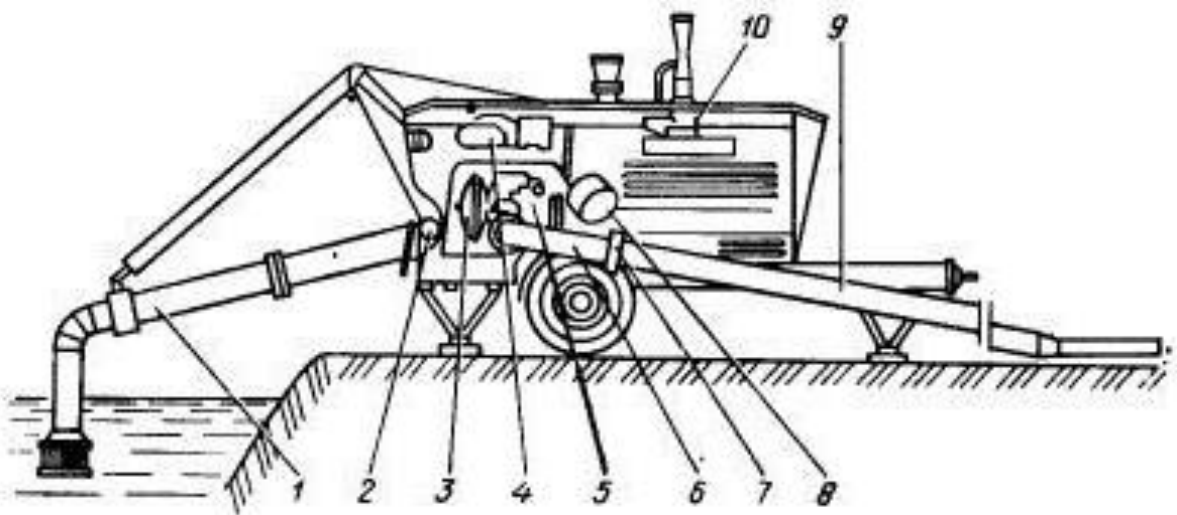


Рисунок 1.4 – Водозабор с передвижной насосной станцией заводского изготовления

1 – всасывающий трубопровод; 2 – лебедка; 3 – насос; 4 – топливный бак; 5 – задвижка; 6 – напорный трубопровод; 7 – втулочно-пальцевая муфта; 8 – двигатель; 9 – разборный трубопровод; 10 – газоструйный вакуум-аппарат.

На водозаборах фуникулёрного и передвижного типа применяются сухие насосы, без возможности затопления, что накладывает определённые ограничения в эксплуатации.

Плавающие насосные станции относятся к наиболее мощным передвижным станциям. Все оборудование плавающих насосных станций размещается на понтоне – металлическом или железобетонном или из композитного материала. На данном виде плавающего водозабора применяются погружные насосные агрегаты, с возможностью работы в погружённом состоянии.

Размеры понтонов зависят от производительности и размеров насосной станции. На понтонах как минимум предусмотрен мостик для нахождения эксплуатирующего и обслуживающего персонала. На понтонах возможен монтаж различных инженерных конструкций, типа павильона.

Особенности плавучей водозаборной станции (рисунок 1.5):

1. Плавучая станция поднимается и опускается вместе с уровнем воды в реке;
2. Оборудована погружными насосами, которые постоянно находятся в воде;
3. Работает полностью в автоматическом режиме;
4. Укомплектована устройствами рыбозащиты;



Рисунок 1.5 – Плавучий водозабор в варианном исполнении с павильоном

1.3 Преимущества и конструктивные особенности работы нестационарных плавучих насосных станций

Появление и распространение плавучих насосных станций и водозаборов обусловлено возросшими потребностями в водных ресурсах и сложностью обеспечения этих потребностей типовыми стационарными водозаборными станциями. Для выявления преимуществ плавучих водозаборов перечислим недостатки типовых водозаборных станций:

1. Большие масштабы строительства;
2. Высокие требования к инфраструктуре;

3. Сложная установка и отладка;
4. Крупные капитальные вложения.

Устройство стационарного водозабора не всегда оправдано с точки зрения целесообразности и необходимости в данной местности. Кроме водоснабжения, которое требует постоянного водозабора, плавучие станции применяются посезонно и в этом случае устройство стационарного водозабора не оправдывает вложений и трудозатрат.

Постоянное нахождение на плаву исключает зависимость объёма подаваемой в водопроводную сеть воды от сезонных и других колебаний её уровня в водоёме. Угроза затопления насосной станции водоснабжения отсутствует полностью.

Для установки и эксплуатации плавучей насосной станции не требуются геодезические изыскания, так как её применение не затрагивает рельефа местности.

Плавучая насосная станция предъявляет низкие требования к инфраструктуре в месте её эксплуатации, так как кроме подвода электричества ничего не требуется. Применение генераторных установок для электроснабжения позволяет решить и эту проблему, однако при этом появляется необходимость бесперебойного обеспечения станции топливом. [1...5, 9...12]

Типовые элементы заводского изготовления делают крайне простыми ремонт и регламентное техническое обслуживание оборудования ПНС, что вкуче обуславливают безопасную и надёжную эксплуатацию ПНС.

Низкий объём капитальных вложений в ПНС (не более 20% от суммы на возведение типовых водозаборных сооружений) делает плавучую насосную станцию привлекательной для применения.

Ввиду отсутствия на плавучем водозаборе сложного механического и электрического оборудования, не требуется постоянное присутствие обслуживающего персонала и профильных специалистов.

Влияние станции на окружающую среду минимально. Она снабжена системой рыбозащиты, исключающей попадание рыбы в заборные отверстия её погружных насосов. [11,12,37]

Конструктив плавучих насосных станций отличается в зависимости от сезонности эксплуатации, длительности и от целей эксплуатации.

Кроме оснащения основным оборудованием, ПНС может быть оснащена отапливаемым павильоном из сэндвич-панелей, дополнительным оборудованием.

Насосное оборудование в зависимости от назначения насосной станции отличается по своему типу и определяет конструктивные особенности плавучей насосной станции.

Основной конструктив плавучего водозабора, в частности, для мелиоративного хозяйства, регулируется Ведомственными Строительными Нормами ВСН 33-2.2.12-87. Согласно ему, понтоны плавучих насосных станций следует конструировать как сухогрузные несамоходные суда, что накладывает дополнительные обязательства ввиду дополнительных согласований с государственными органами, регулирующими судоходство.

Основные агрегаты следует размещать на днище понтона. Фундаменты под насосы и двигатели (или закладные) должны быть достаточно жесткими, чтобы деформации фундаментов и днища понтона при любых режимах работы понтона и оборудования не могли вызвать расцентровки понтона. Для повышения жесткости фундаментов агрегатов мощностью 500 кВт и более продольные и поперечные балки фундаментных рам необходимо совмещать с днищевым набором. Конструкции фундаментов не должны препятствовать ремонту облицовки.

Как правило, типоразмеры насосных станций мелиоративного, коммунального водоснабжения или горно-обогатительной отрасли разделяются на три типа. Насосная станция большого объема перекачивает до 600 кубических метров в секунду, средняя подача выдает до 10 кубометров в секунду, а малая подача не более 1 кубометра. [35,40,41]

В некоторых случаях используют каскад плавучих насосных станций, соединённых между собой соединительными трубопроводами. Число линий соединительного трубопровода следует принимать равным числу насосных агрегатов. При установке на понтонах агрегатов с подачей менее 500 л/с допускается работа двух насосов на один соединительный трубопровод. При подаче одного насоса более 3 м³/с при специальном обосновании допускается работа одного насоса на два соединительных трубопровода. [41,42]

При проектировании насосных станций, работающих в каскаде, необходимо учитывать несоответствие между подачей воды насосной станцией и водозабором. Для компенсации этого несоответствия рекомендуются следующие мероприятия:

1. использование регулирующих емкостей каналов или строительство специальных водохранилищ;
2. увеличение количества основных насосов или замена одного из основных агрегатов разменными;
3. при специальном обосновании применение агрегатов с регулируемой подачей (насосы с поворотнолопастными рабочими колесами, установка муфт скольжения для изменения частоты вращения насоса и т.д.);
4. регулирование водоподдачи насосной станции путем включения (отключения) агрегата при условии, что частота включения агрегатов не будет превышать величин, согласованных с заводами-изготовителями оборудования.[19,20,32]

Конструкция соединительных трубопроводов должна обеспечивать подвижность понтона в пределах колебаний горизонтов воды в водоисточнике с учетом 10% запаса при максимальных кренах понтона, а также прочность при нагрузках от собственной массы труб и заключенной в них воды, гидродинамического давления воды и усилий от навала понтона.

Соединительные трубопроводы должны быть стальными, однопролетными с шарнирными соединениями на концах. Пролет ограничивается прочностью и жесткостью трубы (шарнирного соединения) и допустимой нагрузкой на борт понтона. В тех случаях, когда однопролетные соединительные трубопроводы невыполнимы, разрешается применение соединительных трубопроводов наплавного типа, состоящих из нескольких пролетов. В этом случае промежуточные шарниры устанавливаются на специальных понтонах. Для правильной посадки промежуточных понтонов на дно следует предусматривать искусственные основания.

В качестве гибких стыков трубопроводов диаметром 300-1000 мм рекомендуется применять шаровые соединения. Для трубопроводов диаметром до 500 мм допускается применение гибких резиновых шлангов, армированных стальной проволокой.

Гибкие стыки соединительных трубопроводов должны допускать люфт по длине трубопровода, способный компенсировать все неточности, допущенные при монтаже опорных конструкций и подвижной части труб.

Насосная составляющая плавучей насосной станции разрабатывается аналогично любой насосной станции. Оборудование насосной станции должно обеспечивать подачу воды в соответствии с графиком водопотребления на орошение или отвод ее с осушаемой территории при соблюдении требований надежности.

При специальном обосновании разрешается предусматривать место для установки дополнительных агрегатов или возможность замены агрегатов более мощными, если в перспективе предусмотрено увеличение орошаемых площадей или замена сельскохозяйственных культур на другие, требующие подачи большего количества воды.[35,36]

1.4 Возможные конструктивные решения рыбозащиты на плавучем водозаборе

При заборе воды плавучими водозаборами из поверхностных источников рыбохозяйственного назначения необходимо оборудовать их рыбозащитными устройствами.

В рыбозащитных устройствах на ПНС могут применяться сетчатые, жалюзийные и фильтрующие рыбозащитные элементы. Наиболее эффективными из них являются фильтрующие, выполненные в виде кассет или пористых элементов заполненных различными фильтрующими материалами (пластмассовые шарики, керамзит, щебень, пористый бетон и др.). Например, фильтрующие кассеты, изготовленные из нержавеющей стали и заполненные пластмассовыми шариками диаметром 30 мм (рисунок 1.6).

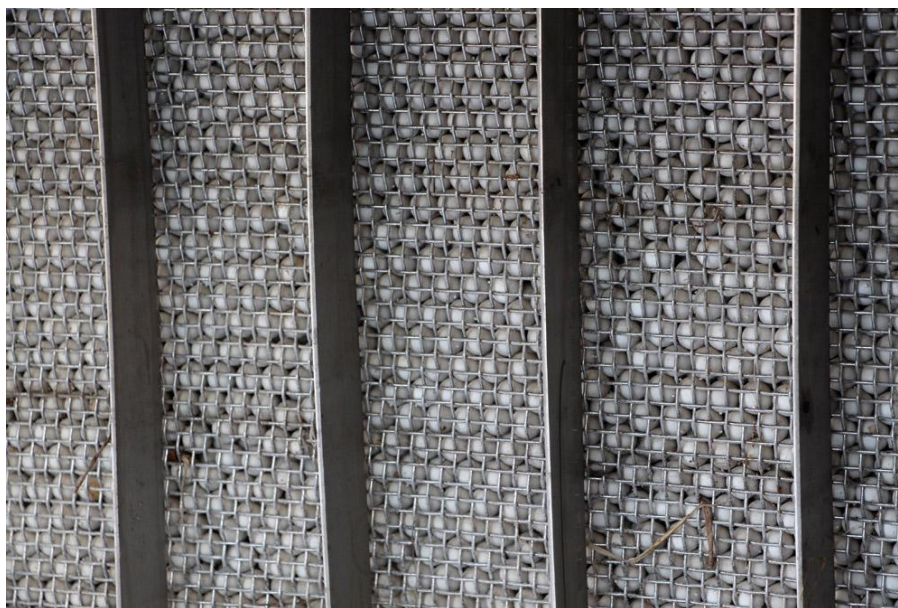


Рисунок 1.6 – Фильтрующие кассеты

Применение легких плавающих полимерных загрузок для фильтрующих кассет является наиболее перспективным направлением для плавучих водозаборов. [9]

Фильтрующие кассеты позволяют осуществлять предварительную очистку воды от сора, листьев, водорослей и др. плавающих загрязнений.

2 НАПРАВЛЕНИЯ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАВУЧИХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

2.1 Анализ возможных областей применения нестационарных плавучих насосных станций

Насосные станции – одни из важнейших объектов коммунальной, сельскохозяйственной и промышленной инфраструктуры.

Плавучая насосная станция – комплекс гидротехнических устройств и оборудования, установленного на плавучем понтоне, обеспечивающий забор воды из источника орошения (обводнения), подъем и транспортировку ее к месту потребления.

Состав и качество оборудования зависит от целей и задач, в соответствии с которыми ПНС сталкивается – от подачи воды для мелиоративного хозяйства до осушения и опорожнения водоёмов и озёр различного происхождения при добыче полезных ископаемых.

2.2 Применение нестационарных плавучих насосных станций в сельском хозяйстве и для нужд орошения

Наиболее часто встречающееся применение плавучих насосных станций – мелиоративное хозяйство.

Мелиоративные насосные станции могут иметь различные подачи и мощность в зависимости от размеров мелиорируемой площади, состава сельскохозяйственных культур и высоты подъема воды. Различают следующие виды мелиоративных насосных станций: большой подачи – от 10 до 600 м³/с; средней подачи – от 1 до 10 м³/с и малой подачи – не более 1 м³/с.

Мелиоративные насосные станции подразделяются на станции орошения и осушительных систем. Насосные станции орошения в свою очередь делятся на головные, промежуточные перекачивающие и дождевальные.[36]

Ранее, во времена СССР, когда отсутствовала практика применения погружных насосных агрегатов, применяли в основном водокольцевые вакуум-насосы.

В мелиоративных насосных станциях переключений (перемычек) по трассе напорных трубопроводов не устраивают, необходимость их установки подлежит обоснованию; такие переключения надо предусматривать только на насосных станциях для водоснабжения.

Особенность мелиоративных плавучих (и не только) насосных станций заключается в том, что для них допускается временное уменьшение подачи воды, а в аварийных условиях – и полная остановка на короткое время. Это позволяет отказаться от установки резервных агрегатов или уменьшить их число, а также значительно упрощает внутристанционные коммуникации.

Мелиоративные системы и мелиоративные насосные станции работают в большинстве случаев сезонно, поэтому ежегодные эксплуатационные расходы и количество поднимаемой воды определяют для них за год.

Небольшая длина напорных трубопроводов мелиоративных насосных станций обуславливает небольшие объемы вытекающей из трубопровода воды при остановках насоса. Громоздкие, с высокой стоимостью обратные клапаны, вызывающие большие гидравлические

сопротивления, в крупных и средних насосных станциях применять не следует, если это не вызвано особыми условиями. Конструкция обычных быстро закрывающихся обратных клапанов неудовлетворительна, и быстрое их закрытие при внезапной остановке насоса вызывает гидравлический удар. Трубопровод от насосов следует изолировать особым, постепенно закрывающимся затвором (дроссель, коническая задвижка, обратный клапан с медленной посадкой или противовесом и прочее). Иногда по условиям гидравлического удара и переходных процессов в насосах при значительной длине и скорости течения воды в трубопроводе, сложном профиле трассы его и др. на насосных станциях устраивают обратные клапаны не только у насосов, но и по трассе трубопровода, устанавливая около них и предохранительные клапаны.

2.3 Применение нестационарных плавучих насосных станций в горнорудной, обогатительной отрасли и в процессе добычи полезных ископаемых

Для водообеспечения гидромониторов, откачки осветленной воды с карт намыва, подпитки дополнительной водой пойменных карьеров в гидромеханизации используют насосные станции. Насосная станция представляет собой комплекс насосного и вспомогательного оборудования для подачи необходимого количества воды под требуемым напором потребителю гидромеханизации.

При гидромеханизации горных работ все основные технологические процессы — по выемке горной массы, ее транспорту к обогатительным фабрикам, специальным обогатительным устройствам или к отвалам — проводятся за счет энергии движущегося потока воды.

Большое применение в гидромеханизации нашли плавучие насосные станции, применяемые и при прямоточном, и при обратном водоснабжении. Плавучую насосную станцию монтируют на металлических понтонах (корпусе).

При работе плавучей насосной станции на оборотной воде водозаборное устройство имеет измененную конструкцию. Насосную станцию на картах намыва размещают в прудках-отстойниках, где имеется много илистых и глинистых частиц, находящихся во взвешенном состоянии.[1...5,9...11]

В этом случае для забора воды к корпусу плавучей насосной станции в месте выхода всасывающей трубы прикрепляют металлические водозаборные колодцы с порогом, обеспечивающим поступление воды из верхних слоев. Всасывающая труба опускается в колодец, откуда и забирается вода. Высота и длина порога определяются расчетами при составлении проекта производства работ.

При снабжении водой нескольких землесосных установок на плавучих станциях монтируют 4–6 и даже 8 насосных агрегатов.

В условиях горных работ трубопроводы монтируются из цельнотянутых или сварных стальных труб.

Цельнотянутые трубы изготавливаются с максимальным наружным диаметром $D = 426$ мм при толщине стенки не менее 6,11 мм. Сварные трубы изготавливаются диаметром 90-1000 мм и более.

Гидроотвалы предназначаются для размещения пород вскрыши, поступающих из карьера в виде гидросмеси. На ГОКах черной и цветной металлургий средствами гидромеханизации перемещают и складировуют

хвосты обогащения. Применяются также схемы совместного размещения гидроотвалов хвостов и пород вскрыши.

Гидроотвалы обваловывают дамбами начального обвалования, которые служат для его ограждения и, создания хранилища для укладки пульпы.

В состав гидроотвала входят также отвальные пульповоды и средства для удаления отработанной воды вне пределов гидроотвалов.

Они располагаются часто на заболоченных участках, в балках, оврагах, выработанном пространстве карьеров.

2.4 Применение нестационарных плавучих насосных станций для осушения и опорожнения при гидротехническом строительстве

Так получается, что объекты гидротехнического строительства часто организуют либо непосредственно вблизи водоемов, либо на обводненных грунтах, поэтому предварительное осушение при ремонте или новой застройке требуется практически всегда.

Если приток вод незначительный, то рациональнее использовать открытый способ водоотлива.

Для целей водоотлива, осушения и опорожнения возможно применение плавучих насосных станций.

При производстве работ по возведению земляных плотин осушение котлованов является неотъемлемым условием. Это необходимая работа, от которой в большей степени зависит успешность других строительных работ, а также и эксплуатационная устойчивость земляных сооружений. В особенности это относится к участкам плотин, перекрывающим русловую часть водоисточника.

Насыпные плотины с искусственным уплотнением грунта необходимо и возможно возводить только в осушенном котловане.

Выполняемые работы по водоотливу, при помощи насосных установок, разделяются на два основных этапа: первый - первичная откачка воды из котлована, второй – водоотлив для поддержания котлована в осушенном состоянии, когда в нем возводится насыпная часть плотины.

Воды поступают в котлован плотины за счет поверхностного стока и фильтрации через ограждающие элементы, а также через боковые поверхности и дно котлована.

Основным источником поступления воды в котлован является фильтрационный поток, так как сток за счет атмосферных осадков, выпадающих в контуре перемычек, обычно невелик.

Котлованы земляных плотин осушают при помощи открытого водоотлива или грунтового водоотлива, т.е. местного искусственного понижения уровня грунтовых вод посредством откачки воды из глубоких колодцев приямков..

Для неглубоких котлованов под земляные плотины проще и экономичнее применять открытый водоотлив в виде открытых каналов или дренажных устройств, перехватывающих грунтовый поток. [2,11,13]

При более глубоких котлованах переходят к установкам с перемещением насосов на опускающейся раме-косяке или к передвижным установкам на понтонах, изменяющих свою высоту, с изменением уровня воды в котловане (рисунок 2.1).

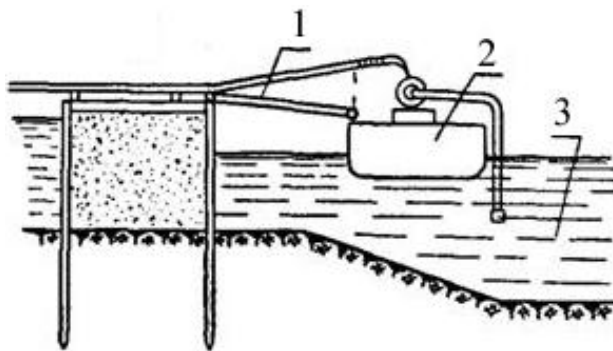


Рисунок 2.1 – Плавучая насосная станция при водоотливе

1 – рама на шарнирах; 2 – понтон; 3 – котлован

Также для целей осушения и опорожнения возможно использование всевозможных земснарядов различной производительности и конструкций (рисунок 2.2).



Рисунок 2.1 – Работающий в котловане земснаряд

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЛАВУЧЕЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫХ ЕМКостей

3.1 Применение стеклопластиковых емкостей для конструкции плавучего водозабора

Стеклопластик – это композитный материал, в котором армирующим веществом (наполнителем) является стекло в виде нитей, жгутов, рубленых волокон, а матрицей (связующим веществом) – полиэфирные, эпоксидные, феноло-формальдегидные, кремнийорганические смолы, поликарбонаты и другие полимеры. Как любой композит, данный термопластик обладает повышенной прочностью при малом удельном весе, что позволило ему найти широкое применение во многих сферах.

В стеклопластиках сочетаются высокие прочностные, диэлектрические свойства, сравнительно низкие плотность и теплопроводность, высокая водо-, атмосферо- и химическая стойкость.

Промышленное производство стекловолокна стало возможным после внедрения пултрузионной (от англ. Pull – тянуть, through – сквозь) технологии, в процессе которой предварительно пропитанное волокно протягивается через волоочильную фильеру, нагретую до температуры полимеризации.

Стеклопластик характеризуется следующими физическими свойствами:

1. малый удельный вес стекловолокна (1,1 г/куб. см, что в несколько раз меньше, чем у металлов);
2. высокая устойчивость к коррозии (обусловлена низкой диэлектрической проницаемостью полимера);
3. высокая удельная прочность стеклопластика (на изгибе до 3 т/кв. см, при растяжении до 6т/кв. см, при сжатии до 3,5 т/кв. см);

4. устойчивость к температурному воздействию (вследствие низкой теплопроводности);

5. доступность (широкое распространение, сравнительно низкая стоимость).

Данные свойства сделали стеклянное волокно наиболее подходящим материалом для изготовления различных емкостей. Контейнеры изготавливаются методом сваривания полипропиленовых листов, затем сверху наносится слой стекловолокна путём машинной намотки. За исключением нестандартных, резервуары из стеклопластика могут устанавливаться как подземным способом, так и наземным при помощи опор или ложементов. Исполнение зависит от места размещения и может быть горизонтальным или вертикальным.

Преимущества стеклопластиковых емкостей:

1. высокая износоустойчивость (срок эксплуатации не менее 50 лет);
2. отсутствие необходимости бетонирования в случае подземной установки (в отличие от полипропиленовых контейнеров);

3. отсутствие необходимости защиты от механического воздействия;

4. меньшая стоимость, по сравнению с аналогичной тарой из иного материала (к примеру, нержавеющей стали).

Согласно регламентирующим документам, техническое обслуживание (чистка) стеклопластиковых ёмкостей должно производиться не реже 1 раза в 2 года. Проверка технического состояния резервуаров осуществляется каждые 6 месяцев, химстойких - ежемесячно. В топливных контейнерах должна регулярно производиться проверка отсутствия воды в колодце обслуживания. Откачка отходов из накопительных резервуаров осуществляется по мере накопления.

Текущий и средний ремонт контейнеров (повреждения поверхности, неполадки в техническом оборудовании) осуществляется на территории

установки, для капитального ремонта стеклопластиковых емкостей или модернизации резервуар транспортируется в стационар. Устранение трещин и иных повреждений производится при помощи волокна из кварца, нанесённого или напылённого на поверхность. [34]

Преимущества стеклопластиковых понтонов для плавучих насосных станций:

1. Понтоны непотопляемы и не подвержены коррозии;
2. Максимально возможное соотношение «прочность/вес»;
3. Повышенная ударостойкость;
4. Возможность создание плавучих станций различного размера и комплектации;
5. Минимальные временные затраты на подготовку к эксплуатации (не требуется периодический подъем из воды для окраски корпуса);
6. Простая система крепления дополнительного оборудования и аксессуаров;
7. Срок службы понтонов — не менее 20-25 лет;
8. Срок службы палубного настила — не менее 10-15 лет;
9. Высокая мобильность, возможность неоднократного монтажа/демонтажа;
10. Возможность транспортировки по дорогам стандартным автотранспортом;
11. Простота регистрации для маломерного флота (если требуется);
12. Неограниченные возможности модернизации;
13. Выдающиеся эстетические и эксплуатационные свойства;
14. Фирменная гарантия производителя;
15. Сертификация.

3.2 Предлагаемая конструкция плавучей насосной станции

Предлагаемая конструкция плавучей насосной станции относится к области строительства, а именно к несамходным гидротранспортным

установкам и может быть использована для подачи воды из водохранилища в сеть производственного водопровода потребителю, или перекачки воды из одной части водоема в другую. Каждая цилиндрическая емкость понтона выполнена из армированного стеклопластика и разделена внутренними стеклопластиковыми перегородками на камеры для балансировки понтонной насосной станции на воде и на сухие камеры, причем камеры каждой цилиндрической емкости выполнены с горловинами и снабжены люками для обслуживания. Кроме того, понтонная насосная станция снабжена поплавковыми датчиками уровня, которые установлены в камерах цилиндрических емкостей понтонов с возможностью передачи сигнала аварии или затопления на панель управления насосами с выводом светового и звукового сигналов. 3D модель предлагаемой ПНС представлена на рисунке 3.1, а общий вид и конструктивные элементы на рисунках 3.2–3.5.

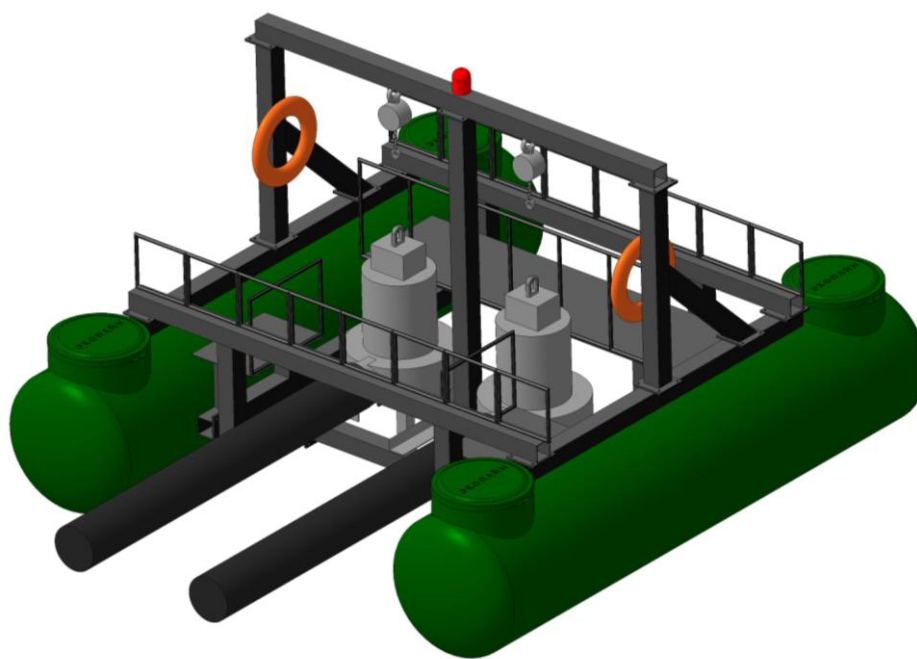


Рисунок 3.1 – 3D-модель понтонной плавучей насосной станции на базе понтонов из стеклопластиковых емкостей

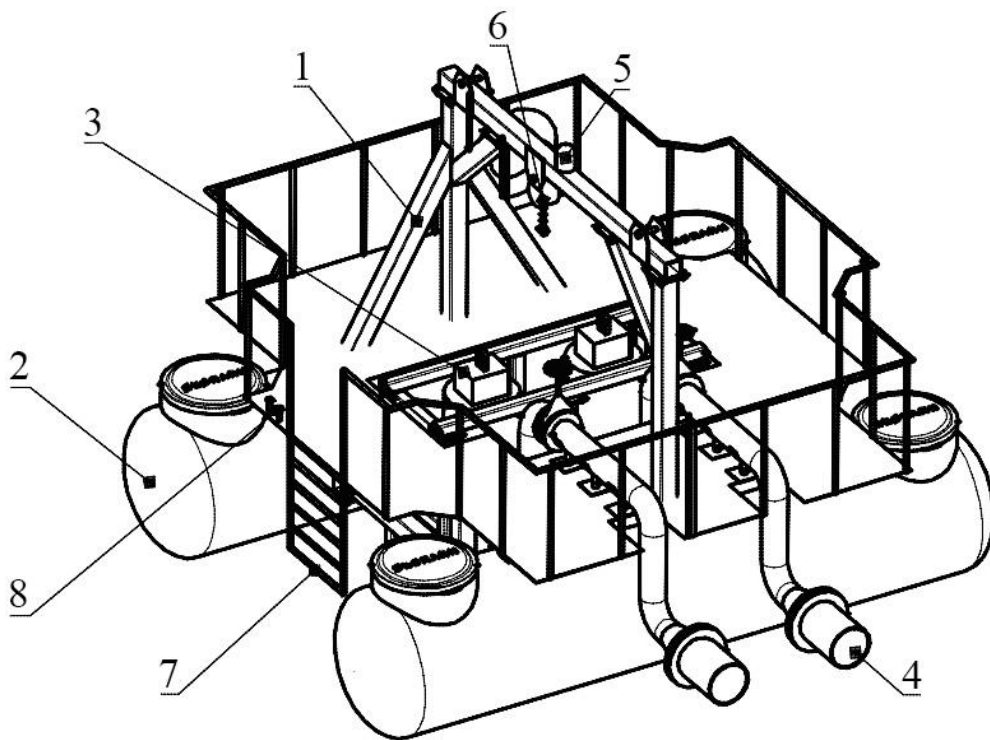
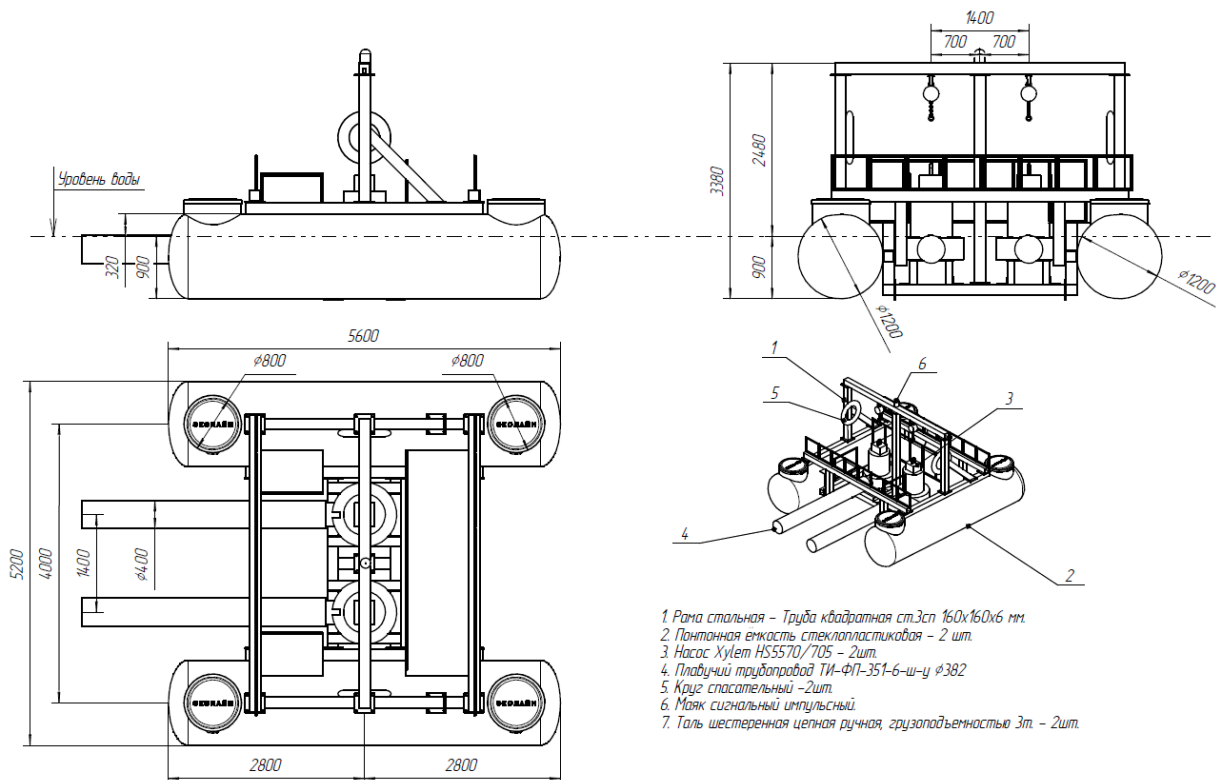


Рисунок 3.2 – Общий вид плавучего водозабора

1 – рама стальная; 2 – понтонная ёмкость стеклопластиковая; 3 – насос; 4 – плавучий трубопровод; 5 – маяк сигнальный импульсный; 6 – таль шестеренная цепная ручная; 7 – трап; 8 – кнехт для швартовки плавсредств



1. Рама стальная – Труба квадратная ст.3сп 160х160х6 мм
 2. Понтонная емкость стеклопластиковая – 2 шт.
 3. Насос Хулет HS5570/705 – 2шт.
 4. Плавучий трубопровод ТИ-ФП-351-6-ш-у \varnothing 382
 5. Круг спасательный – 2шт.
 6. Маяк сигнальный импульсный.
 7. Таль шестеренная цепная ручная, грузоподъемностью 3т – 2шт.

Рисунок 3.3 – План и виды ПНС

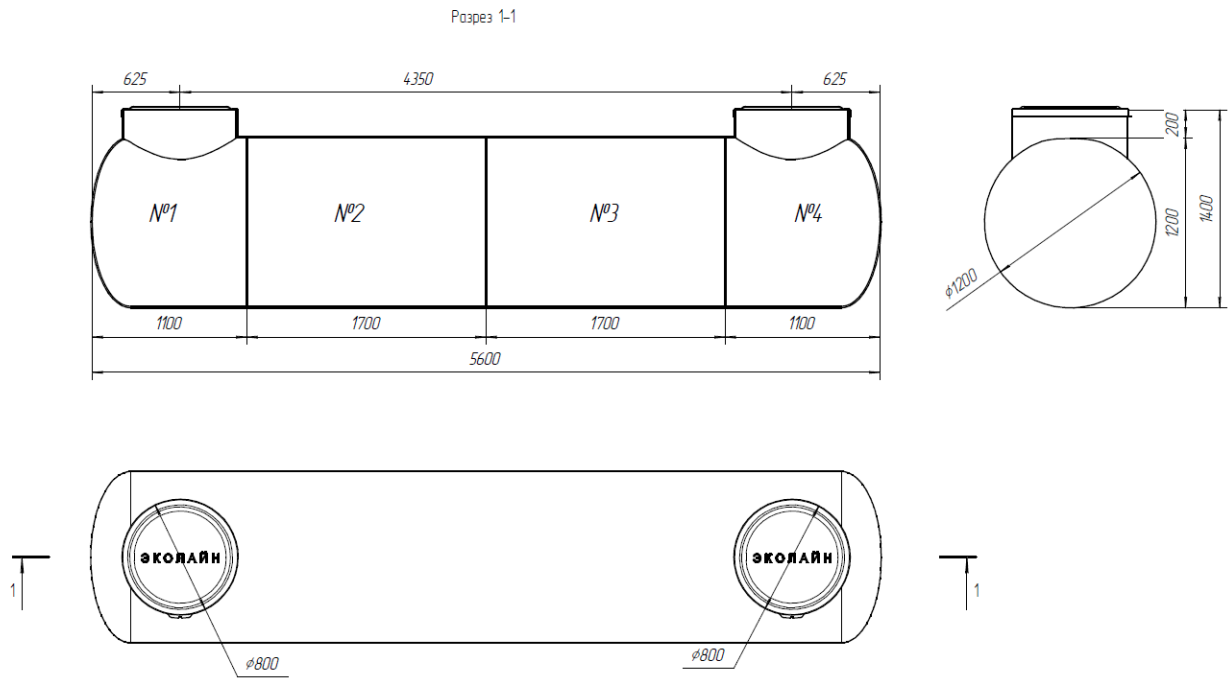


Рисунок 3.4 – Понтонные элементы

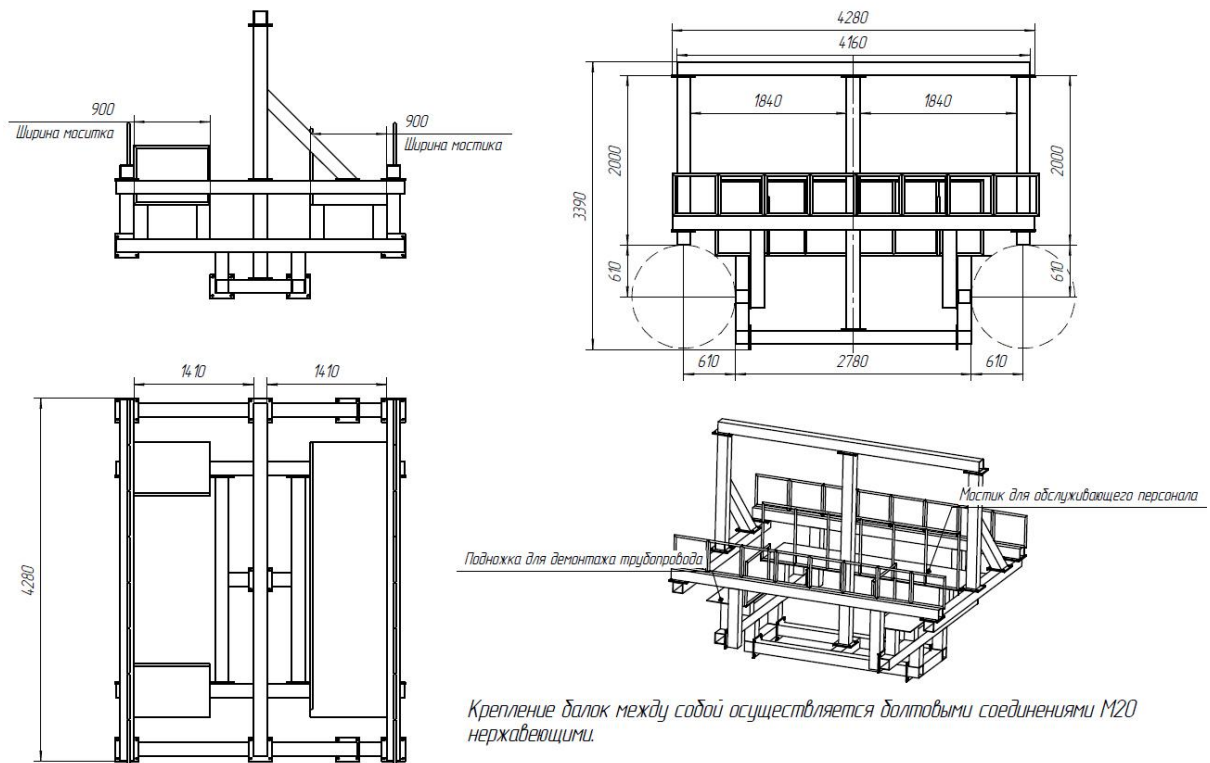


Рисунок 3.5 – Элементы несущих конструкций ПНС

3.3 Выбор и расчет основных конструктивных элементов предлагаемого плавучего водозабора

ПНС представляет собой совокупность рамы, 2-х понтонов, а также насосных агрегатов. Габариты ПНС – 5,0×5,6×3,9 (h) м. Рама выполнена из стальных сборно-разборных балок, сечением 160×160×6,0. Взаимное крепление балок осуществляется болтовым соединением. Понтоны выполнены из армированного стеклопластика, имеют вид цилиндрических емкостей общим объёмом – 13,082 м³. Проектом предусмотрено разделение каждого понтона внутренними стеклопластиковыми перегородками на три камеры, предназначенные для балансировки сооружения на воде, две из которых имеют горловины с люками обслуживания. В соответствии с расчетом плавучести понтоны будут погружены под воду на глубину 700 мм. Регулировка погруженности понтонов осуществляется через люки обслуживания путем наполнения камер водой.

3.3.1 Расчет плавучести понтонной насосной станции

Произведем расчет плавучести понтонной насосной станции (далее ПНС) в свободном состоянии. На плавающую ПНС (рисунок 3.6) вертикально вниз действуют силы веса (тяжести), пропорциональные нагрузке масс ПНС, а вертикально вверх – силы гидростатические, пропорциональные массе вытесненной воды.

Результирующая сил веса P , равная сумме сил веса (тяжести) самой ПНС и 2-х - 3-х человек (общей массой 200 кг), находящихся на ней, приложена в центре тяжести (ЦТ) ПНС в точке G и всегда направлена вертикально вниз. Результирующая гидростатических сил, определяемых давлением воды на поверхность ПНС, приводится к вертикальной силе γV (где V – объём тела, погруженного в жидкость), направленной вверх и называемой силой поддержания, или силой плавучести.

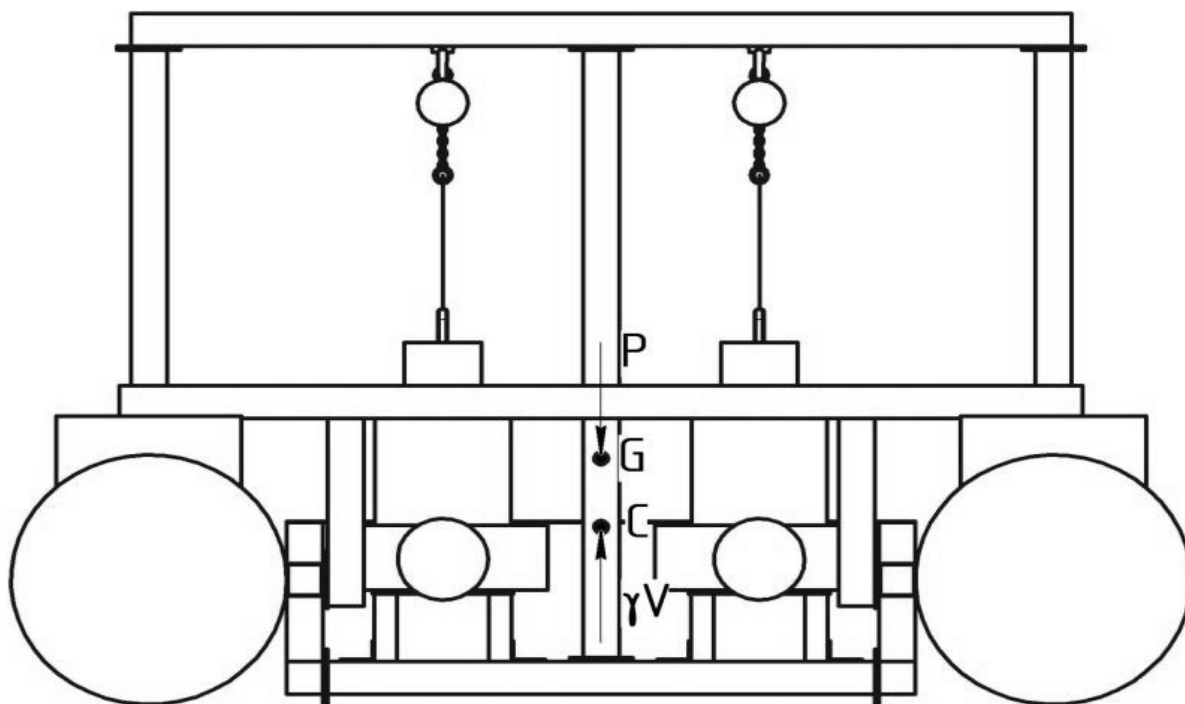


Рисунок 3.6 – Схема сил, действующих на ПНС

Согласно закону Архимеда, вес, или водоизмещение (масса), плавающего тела равны весу или массе вытесненной им воды: $P = \gamma V$.

Зададимся необходимыми параметрами для вычисления:

M – общая масса ПНС:

$$M = m_{\text{ПНС}} + m_{\text{ч}} + m_{\text{в}} = 7459 + 200 + 20 = 7679 \text{ кг},$$

где $m_{\text{ПНС}}$ – масса ПНС;

$m_{\text{ч}}$ – масса находящихся на ПНС людей;

$m_{\text{в}}$ – масса воздуха в стеклопластиковых ёмкостях.

γ – удельный вес воды:

$$\gamma = 9820 \text{ Н/м}^3,$$

Расчёт:

$$P = \gamma V \rightarrow V = \frac{P}{\gamma}$$

$$P = Mg, \text{ Н}$$

где g – ускорение свободного падения, принимаем равный $9,8 \text{ м/с}^2$.

$$P = 9,8 \cdot 7679 = 75254,2 \text{ Н},$$

$$V = 75254,2/9820 = 7,663 \text{ м}^3.$$

Таким образом, объёмное водоизмещение $V=7,663 \text{ м}^3$.

Режим работы насосной станции зависит от уровня воды в озере. В зависимости от уровня воды меняется статическая составляющая напора насосов. Насосные агрегаты подбираются на весь диапазон работы насосов по напору.

Режим работы плавучей насосной станции показан на рисунке 3.7.

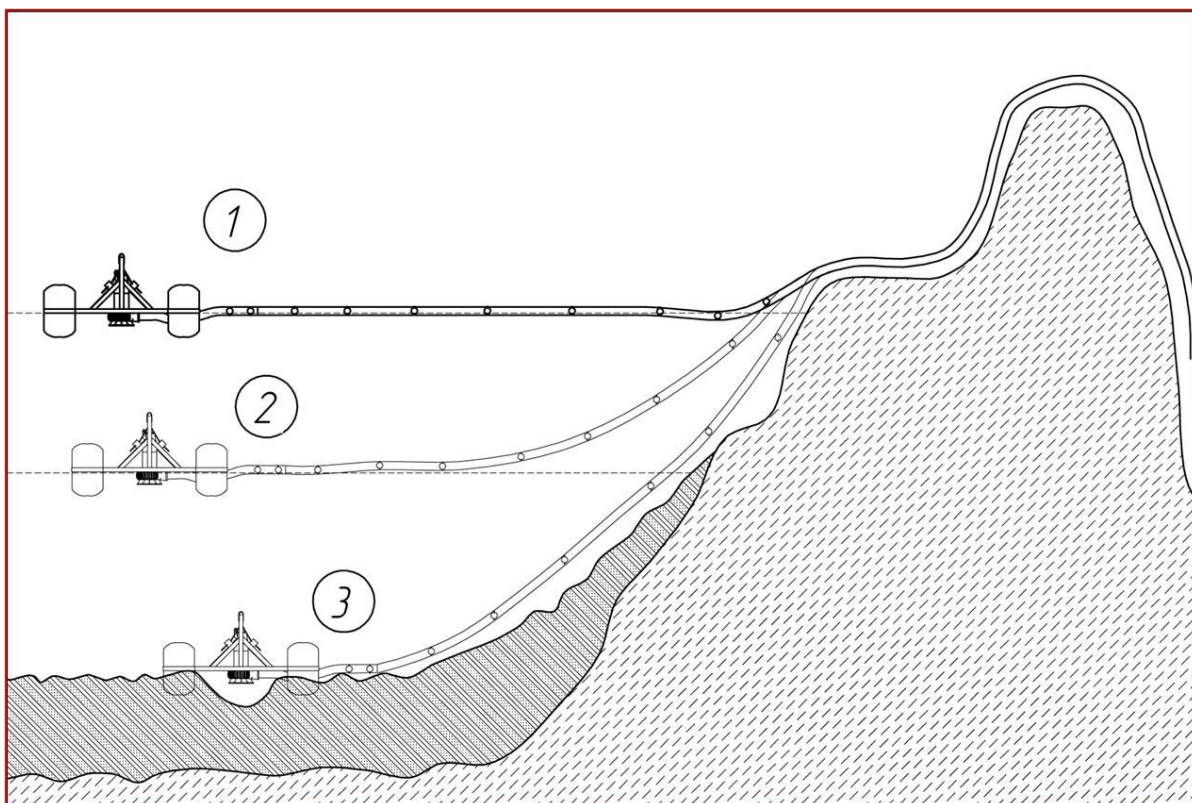


Рисунок 3.7 – Режим работы насосной станции.

3.3.2 Корпус плавучей понтонной насосной станции

Корпус плавучей насосной станции – главная конструктивная часть насосной станции, к которой крепятся и удерживаются все элементы ПНС.

Корпус ПНС выполнен из стеклопластиковых емкостей производства ООО «ЭКОЛАЙН» с внутренними перегородками для балансирования на плаву и сухими камерами с люками обслуживания (рисунок 3.8).

Корпус плавучей насосной станции производится путём намотки стекловолокна, смешанного с полиэфирной смолой, на барабанную оправку с дальнейшим снятием получившегося изделия с оправки для дальнейшей сушки. [34]

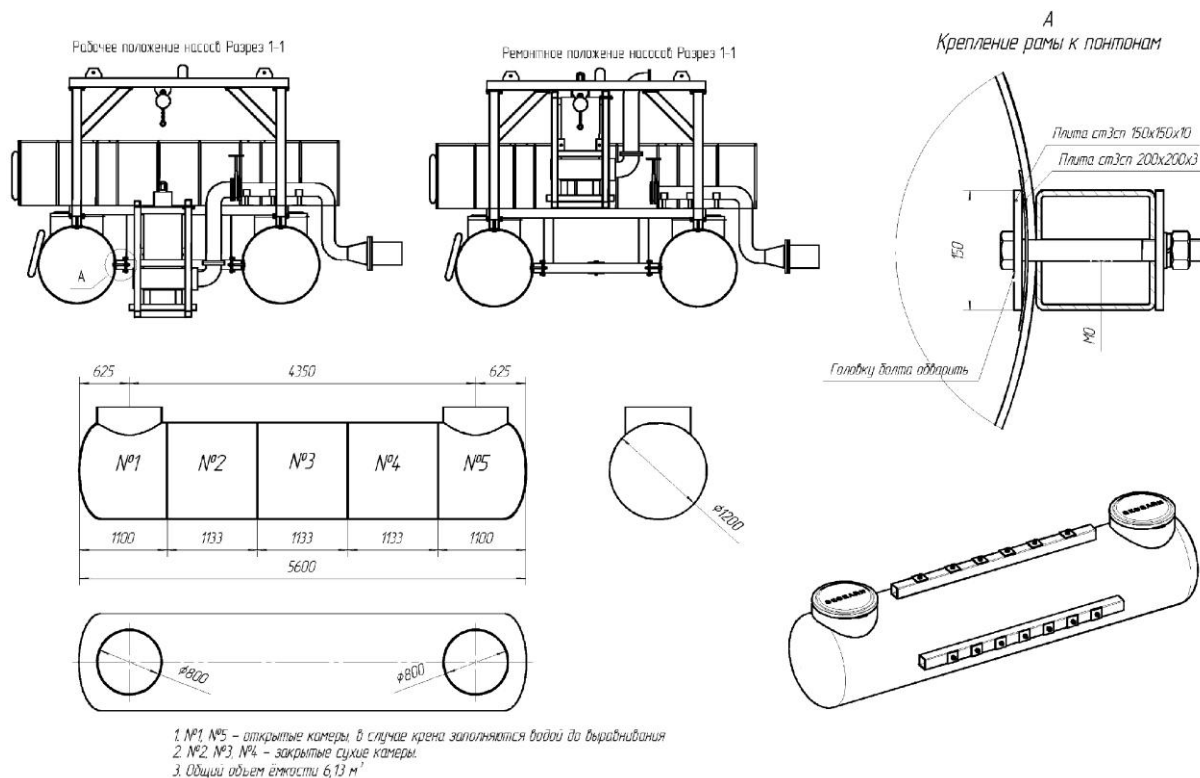


Рисунок 3.8 – Корпус плавучей насосной станции

Сущность метода намотки заключается в намотке стекловолокна, пропитанного связующим материалом (смола), на вращающуюся оправку. Для того чтобы обеспечить определенную ориентацию волокна на поверхность оправки, скорость перемещения раскладчика наполнителя (в данном случае роль раскладчика выполняют отжимные валики) согласуется со скоростью вращения оправки.

Содержание компонентов в системе смола – стекловолокно регулируется отжимными валиками.

Метод намотки является одним из самых перспективных методом формования изделий из стеклопластиков, т.к. он позволяет создавать ориентированную структуру наполнителя в изделиях с учетом их формы и

особенностей эксплуатации (рисунок 3.9). Использование в качестве наполнителей жгутов, лент, нитей обеспечивает максимальную прочность изделий. К тому же такие наполнители наиболее дешевы. [34]

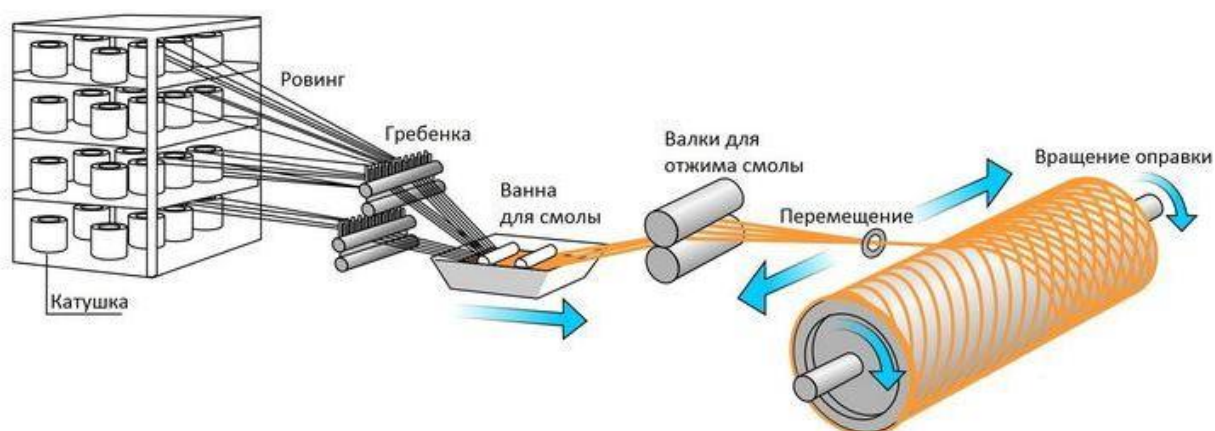


Рисунок 3.9 – Процесс намотки стеклопластикового корпуса.

3.3.3 Рама-каркас плавучей насосной станции

Рама-каркас плавучей понтонной насосной станции выполнена из стали и является несущим элементом для насосных агрегатов и вспомогательного оборудования насосной станции. Рама как связующее звено крепится к понтонам посредством болтовых соединений на закладных балках.

Стальная рама является основной вспомогательной конструкцией плавучей понтонной насосной станции, которая размещает прочее оборудование, необходимое для обеспечения безопасного функционирования насосной станции – якорное устройство, насосное оборудование, спасательные приспособления, трубопроводная обвязка и т.д.

Для подъёма-опускания насосов при их демонтаже для обслуживания, применяется ручная шестерённая таль общей грузоподъёмностью 5,0 тонн.

3.3.4 Якорное устройство

Якорное устройство расположено в носовой и кормовой частях ПНС. Кормовое якорное устройство по своим характеристикам и расположению, аналогично носовому якорному устройству. Каждое якорное устройство состоит из якоря, якорной цепи с распорками, якорного клюза, цепного ящика, устройства для крепления и отдачи коренного конца якорной цепи, стопора фрикционного предназначенного для стоянки станции на якорю, стопора цепного, предназначенного, также, для стоянки станции на якорю и для крепления якоря «по-походному», палубного клюза и якорно-швартовного шпилья.

3.3.5 Система насосных агрегатов

Для надежной работы по перекачке воды и ила в разных режимах работы, с напором от 20 до 50 м.в.ст, применено насосное оборудование компании Xylem (Швеция) с гидравлической частью для работы в особо тяжелых средах и с большим рабочим диапазоном (18 – 58 м.в.ст; 100 – 1000 м³/ч). Элементы насосного агрегата представлены на рисунке 3.10. [33]

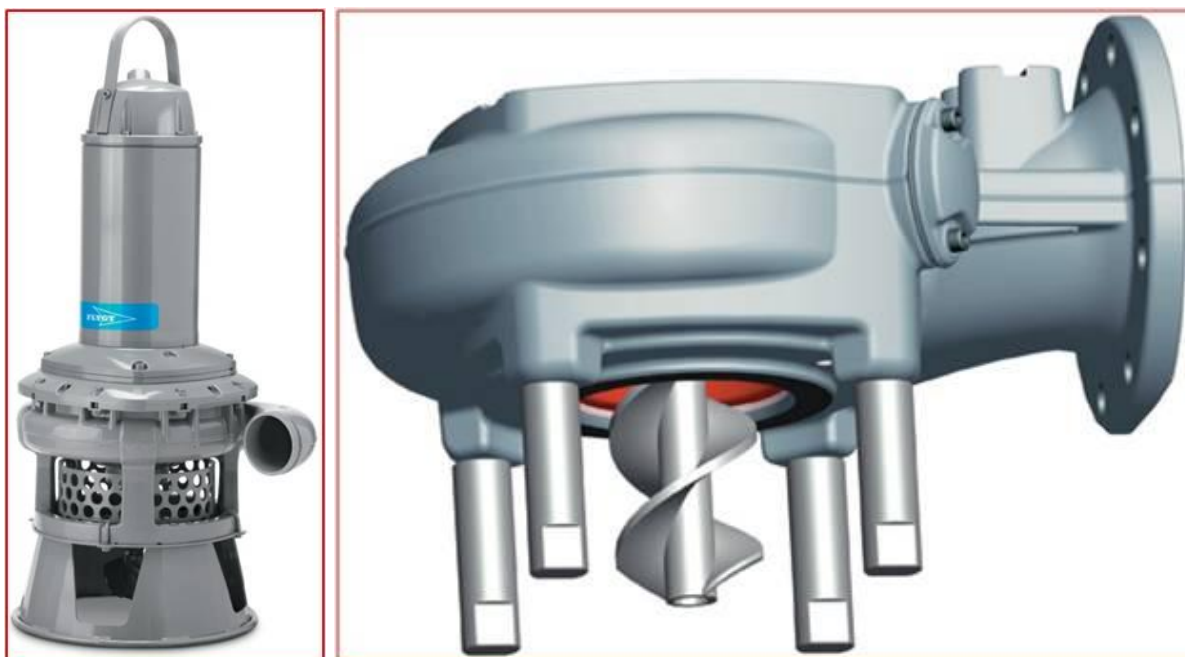


Рисунок 3.10 – общий вид и элементы насосного агрегата

Для плавучего водозабора были выбраны шламовые насосы Flygt HS 5570/705. На рисунке 3.11 показаны насосы в работе на ПНС.

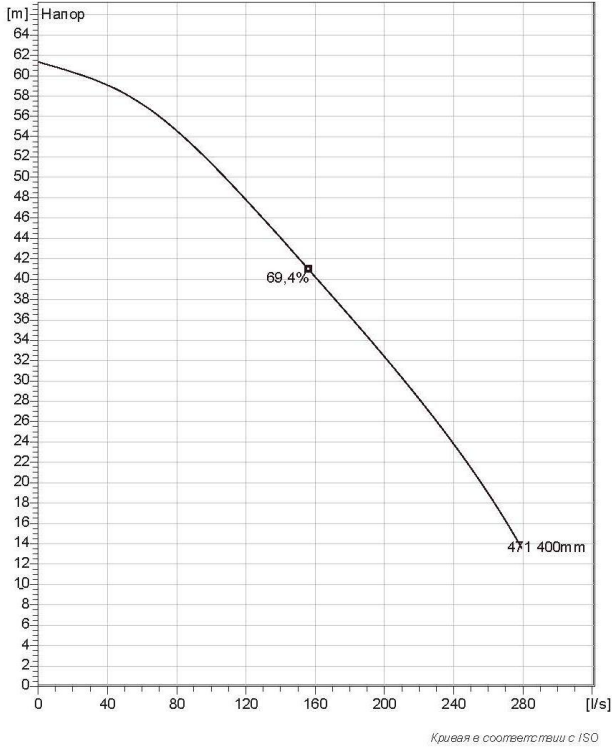


Рисунок 3.11 – Шламовый насос Flygt HS 5570/705, 125 кВт

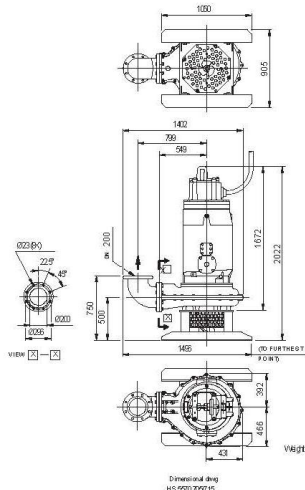
Насосная станция работает в широком диапазоне гидравлических характеристик, производительности и напора, которые изменяются по мере откачки озера, в связи с изменением статической составляющей напора (в пределах 23 м.в.ст) и характера перекачиваемой жидкости. Технические характеристики насоса Flygt HS 5570/705:

Горизонтальный S 5570/705 3~ 471

Техническая спецификация



Установка: S - переносной полупостоянный, мокрый



Примечание: рисунок может не соответствовать текущей конфигурации.

General

Мощные грязевые насосы. Износостойкое канальное рабочее колесо с возможностью добавления винта мешалки. Погружная или сухая установка.

Рабочее колесо

Материал рабочего колеса	Hard-Iron™
Диаметр входа канала	200 mm
Диаметр входного канала	200 mm
Диаметр рабочего колеса	400 mm
Количество лопастей	3
Диаметр прохода	60 mm

Двигатель

Двигатель #	H0705.000 43-30-4AA-W 125KW
Тип статора	
Частота	50 Hz
Ном. напряжение	380 V
Число полюсов	4
Фазы	3~
Ном. мощность	125 kW
Номинальный ток	238 A
Пусковой ток	1430 A
Ном. скорость вращения	1480 1/min
Коэффициент мощности	
1/1 загрузки	0,86
3/4 загрузки	0,83
1/2 загрузки	0,74
КПД	
1/1 загрузки	92,0 %
3/4 загрузки	93,0 %
1/2 загрузки	92,5 %

Конфигурация

Проект	Номер проекта	Исполнитель	Создано 2011-12-16	Последнее изменение
--------	---------------	-------------	-----------------------	---------------------

Горизонтальный S 5570/705 3~ 471

Кривая рабочей характеристики

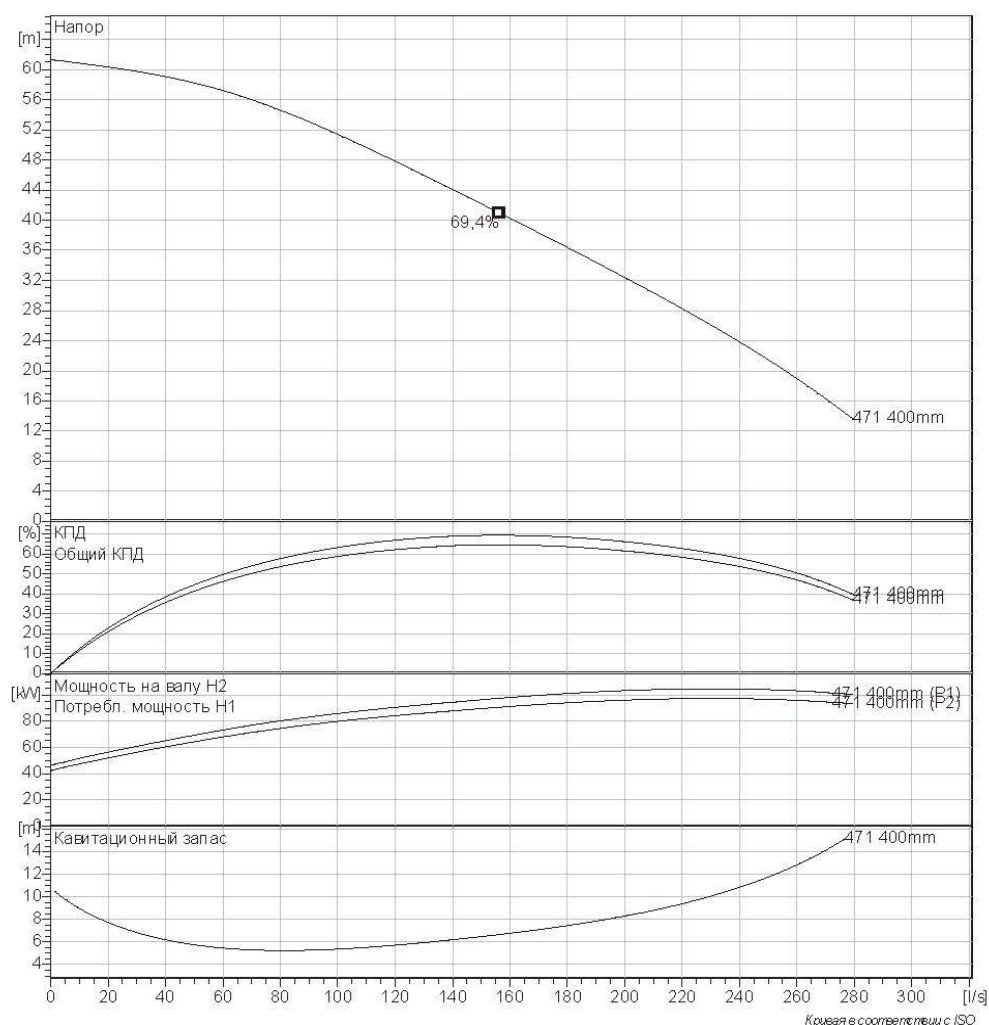
Насос

Диаметр вьхода 200 mm
Диаметр входного канала 200 mm
Диаметр рабочего колеса 400 mm
Количество лопастей 3
Диаметр прохода 60 mm

Motor

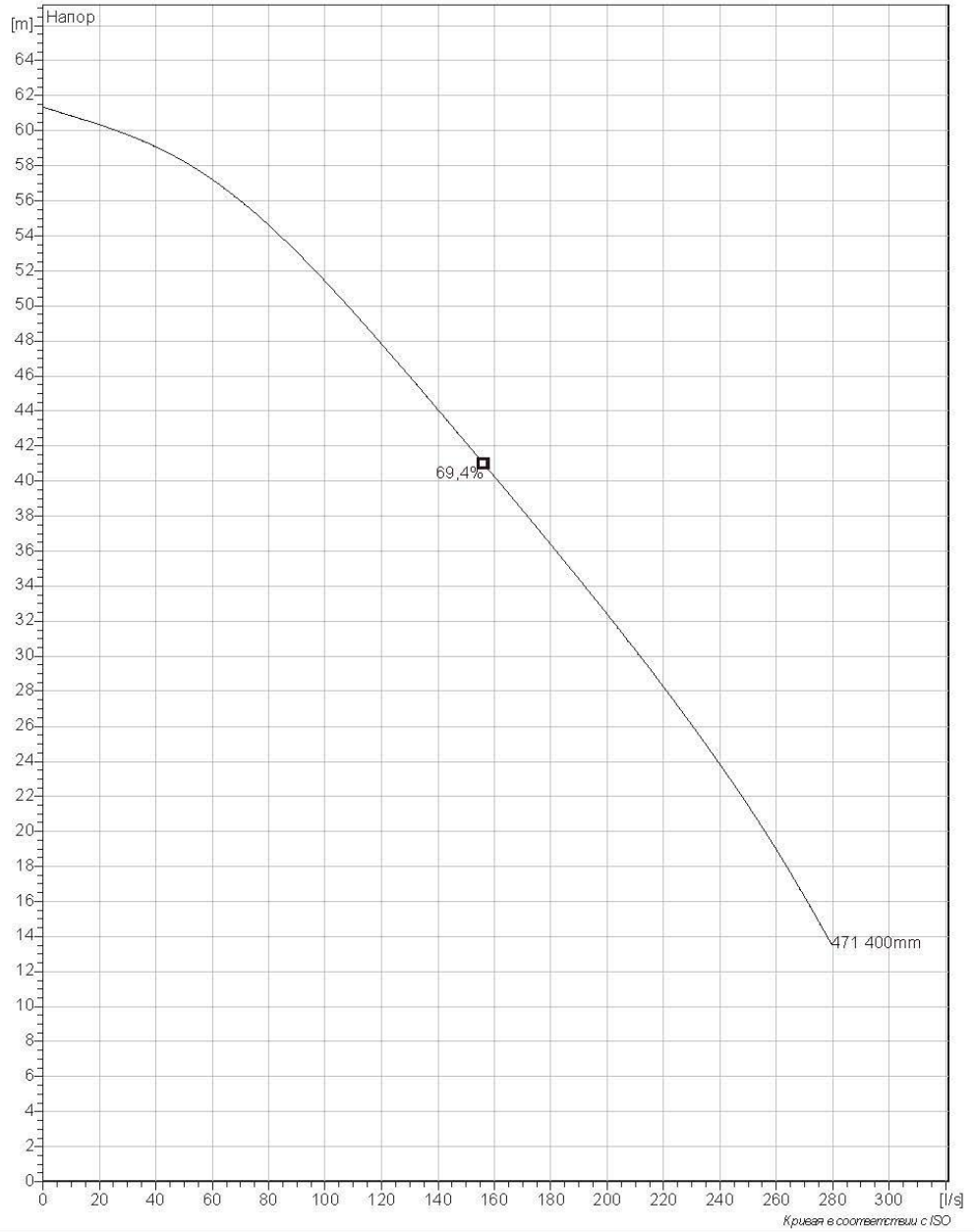
Двигатель # H0705.000 43-30-4AA-W 125kW
Тип статора
Частота 50 Hz
Ном. напряжение 380 V
Число полюсов 4
Фазы 3~
Ном. мощность 125 kW
Номинальный ток 238 A
Пусковой ток 1430 A
Ном. скорость вращения 1480 1/min

Кэф фициент мощности
1/1 загрузки 0,86
3/4 загрузки 0,83
1/2 загрузки 0,74
КПД
1/1 загрузки 92,0 %
3/4 загрузки 93,0 %
1/2 загрузки 92,5 %



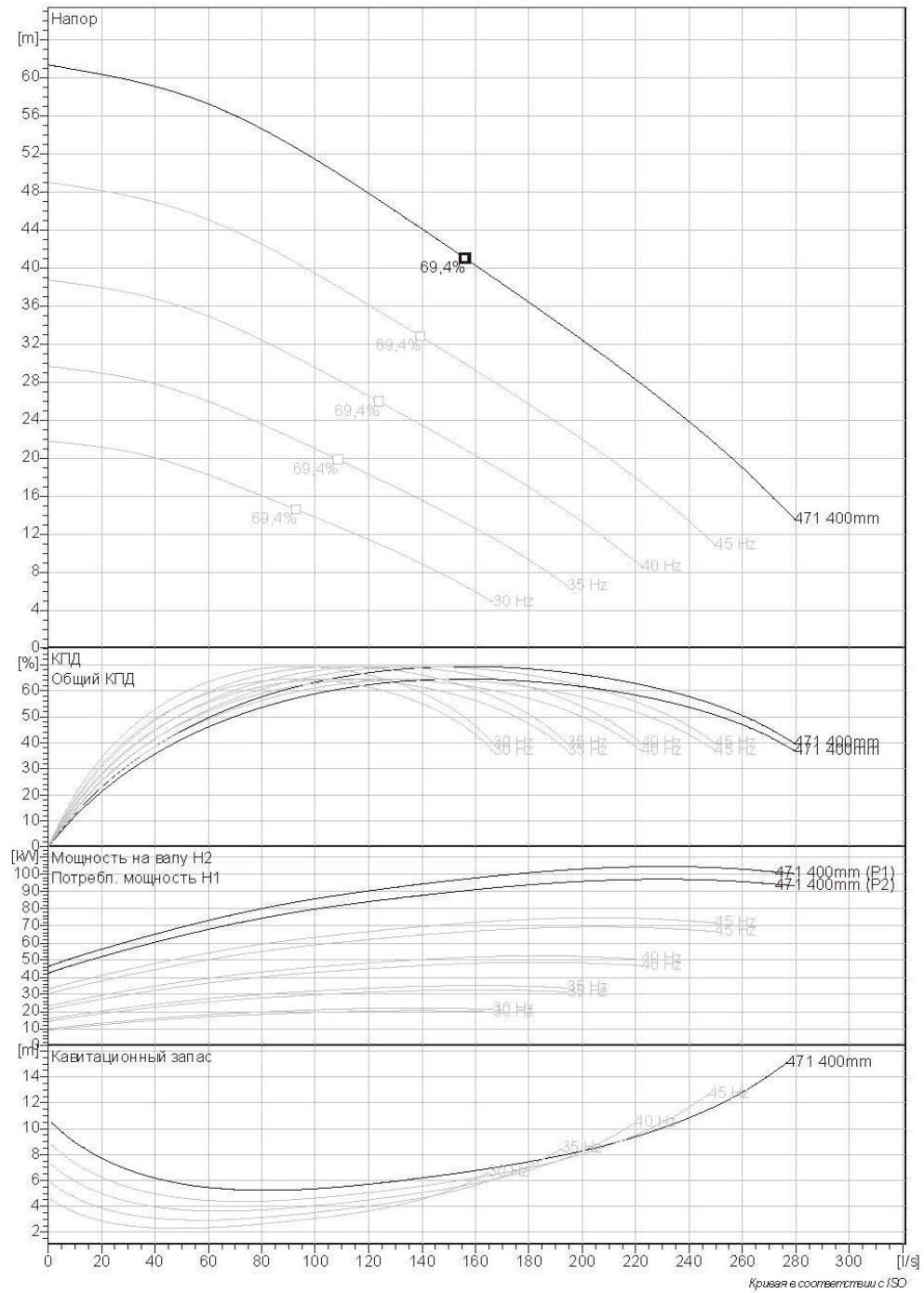
Проект	Номер проекта	Исполнитель	Создано 2011-12-16	Последнее изменение
--------	---------------	-------------	-----------------------	---------------------

Горизонтальный S 5570/705 3~ 471
Duty Analysis



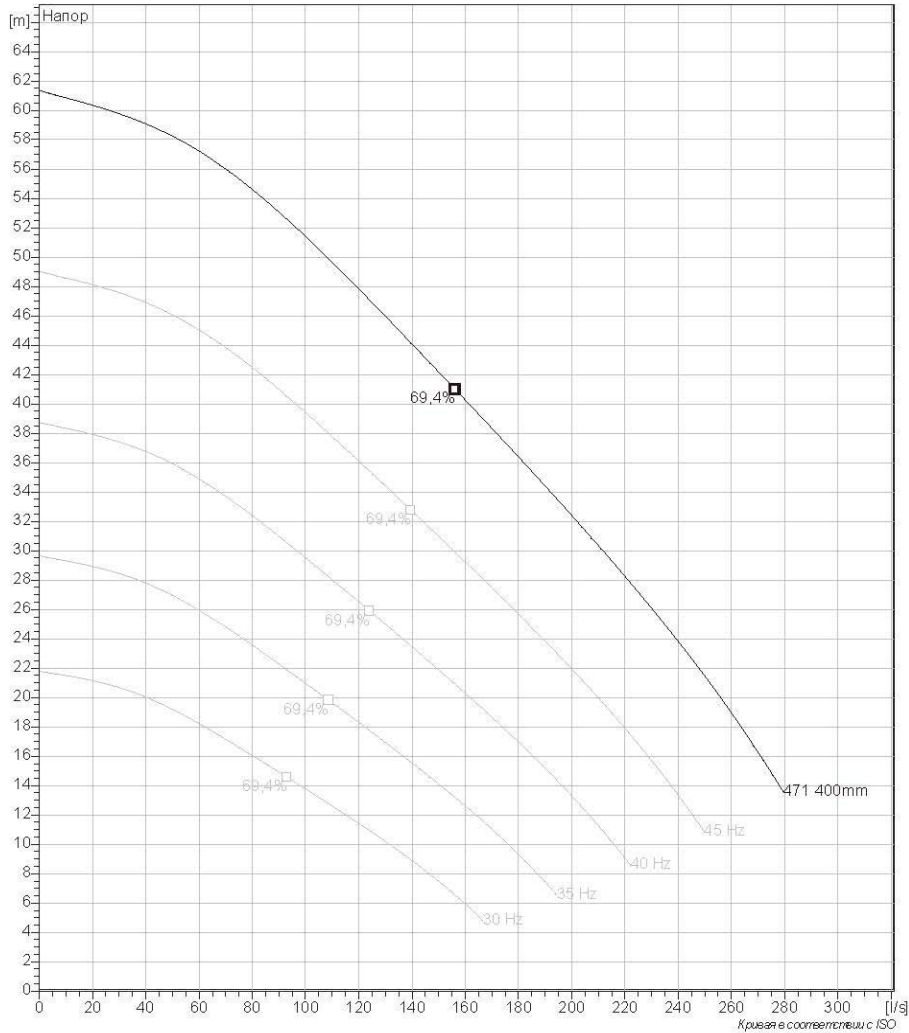
Проект	Номер проекта	Исполнитель	Создано 2011-12-16	Последнее изменение
--------	---------------	-------------	-----------------------	---------------------

Горизонтальный S 5570/705 3~ 471
VFD Curve



Проект	Номер проекта	Исполнитель	Создано 2011-12-16	Последнее изменение
--------	---------------	-------------	-----------------------	---------------------

Горизонтальный S 5570/705 3~ 471
VFD Analysis



50 Hz 45 Hz 40 Hz 35 Hz 30 Hz

Проект	Номер проекта	Исполнитель	Создано 20.11.12.16	Последнее изменение
--------	---------------	-------------	------------------------	---------------------

Описание насоса: Насосный агрегат NS 5570/705, 125 кВт, компании Xylem (Швеция), работает в диапазоне от 100 м³/ч-60 м.в.ст. до 1000 м³/ч-14 м.в.ст., оборудован закрытым канальным колесом, из износостойкого высокохромистого чугуна и спиральным отводом из высокопрочного

материала. Этот пульповый насос надёжный и экономически выгодный для перекачки большинства абразивных пульп в тяжёлых промышленных условиях. Насос оборудован датчиком течи в статорный отсек и клеммную коробку FLS, аналоговый датчик температуры нижнего подшипника PT-100, аналоговый датчик температуры PT-100 обмотки статора, картой памяти, силовым кабелем SUBCAB 4G95 - 1x20 м, контрольным кабелем 24x1,5 - 20 м, агитатором. Датчики в насосе предотвратят возможные поломки, защитят насос от аварийной работы и своевременно проинформируют об отклонениях в работе.

Агитатор идет в комплекте с насосом, представляет собой винт, который устанавливается на рабочее колесо и служит для агитации (взрыхления) ила под насосом, т.к. даже сильно уплотненный на глубине ил после взрыхления свободно перекачивается насосом. Подбор насосов произведен в программе Flyps, компании ИТТ. Данное программное обеспечение лицензировано и имеет соответствующие сертификаты и гарантии.

Работа насосной станции осуществляется в ручном режиме.

Насосная станция управляется по средствам установки шкафа управления двумя насосами Flygt HS 5570/705, 125 кВт, для внутренней установки. Шкаф расположен в металлическом блок-боксе расположенном рядом с КТП и имеет следующие характеристики:

1. Плавный метод пуска;
2. Напряжение питания 380 В;
3. Частота сети 50 Гц;
4. Панель оборудована мониторинговой системой MAS711 (для каждого насоса) которая обеспечивает защиту агрегата от перегрева главного подшипника, течи в клеммную коробку и отсек статора, и перегрева статора.

Дополнительно установлено:

1. система контроля перекоса (3...15%);
2. система обрыва;
3. система чередования фаз;
4. система превышения и понижения напряжения 80... 110% от номинального значения;
5. секция автоматического ввода резервного питания.

Основными требованиями по технике безопасности являются соблюдения правил использования и обслуживания плавучей НС согласно ПБ 03-048-02. Конструкция НС позволяет осуществлять безопасное обслуживание и эксплуатацию, для этих целей предусмотрены следующие мероприятия:

1. Обеспечен круговой подход к насосным агрегатам в виде металлических подмостей, имеющих защитное ограждение;
2. На борту имеется трап;
3. Предусмотрены спасательные круги на понтоне и на борту НС (общее количество не менее 2-х);
4. Для обслуживающего персонала предусмотрены спасательные жилеты;
5. Конструкция насосных агрегатов предусматривает защитную сетку;

Понтоны плавучей насосной станции оборудованы датчиками течи, сигнал от которых поступает к месту размещения панелей управления насосами с выводом светового и звукового сигнала.

3.3.6 Система трубопроводов на поплавках

Для связи плавучей водозаборной насосной станции с берегом, для растягивания и удержания на плаву силовых кабелей, для подачи забираемой воды используются плавающие трубопроводы с полимерными поплавками, показанные на рисунках 3.12 и 3.13.

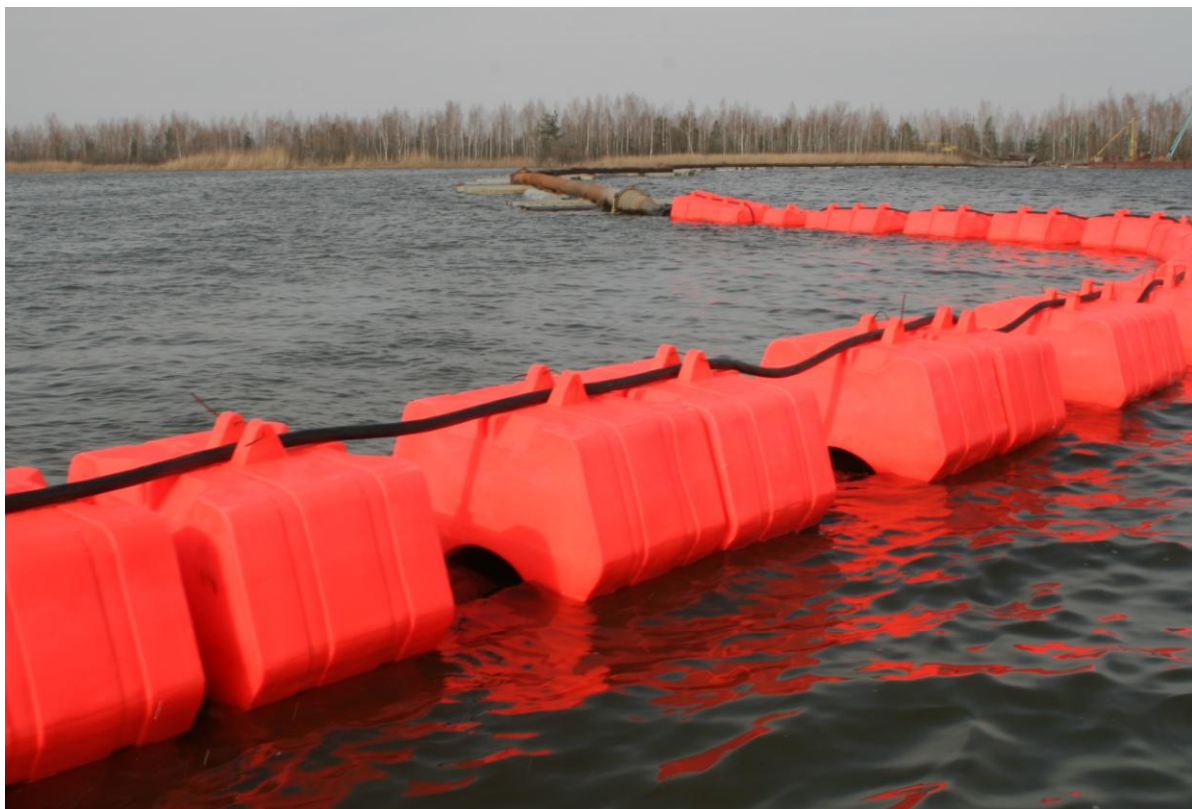


Рисунок 3.12 – Полимерные полавки



Рисунок 3.13 – Плавающий трубопровод

Соединение насосов с водоводами на берегу может осуществляться с помощью труб напорных фланцевых плавающих (ТНФП) рис. 3.14.



Рисунок 3.14 – Общий вид плавающей трубы ТНПФ

Трубопровод имеет несколько степеней свободы и может изгибаться в любом направлении под большими углами.

Возможно применение резинотканевых трубопроводов (рисунок 3.15), которые имеют срок службы в 5 раз выше, а массу в 2-2,5 раза ниже, чем у металлических трубопроводов.



Рисунок 3.15 – Гибкий резинотканевый трубопровод

При применении резинотканевых трубопроводов, по сравнению с металлическими, выявляются существенные преимущества, что позволяет

достигнуть положительный экономический и технологический эффект, а именно:

- плавучесть, длинномерность, гибкость, отсутствие шаровых соединений (обеспечивает снижение гидрпотерь до 20%);
- легкость монтажа и демонтажа позволяет использовать трубопровод как в условиях малых рек, так и на больших акваториях с волной, а также в труднодоступных местах в условиях горно-обогатительных фабрик;
- применение в составе плавучей насосной станции позволяет снизить энергоемкость гидротранспорта до 15% и эксплуатационные расходы;
- снижение вибрации от насосов нагнетания, компенсирование теплового, линейного и температурного расширения;
- снижение затрат при планово-предупредительных ремонтах вследствие повышенной износостойкости внутреннего рабочего слоя. [39]

3.3.7 Автоматизация управления насосными агрегатами плавучей насосной станции

Шкаф управления насосными агрегатами – важнейший элемент любой насосной станции, так как регулирует работу насосов и определяет логику работы всей ПНС.

Шкаф управления насосными агрегатами посредством ручного пуска и останова. Количество агрегатов – 2. Исполнение для внутренней установки. Метод пуска – плавный. Логика управления: ручной пуск и останов. Напряжение питания 380 В. Частота сети 50 Гц. Панель управления обеспечивает защиту насосных агрегатов при помощи мониторинговой системы MAS711. Дополнительно установлено: вольтметр с переключателем на каждую фазу, система контроля перекоса

(3...15%), обрыва, чередования фаз, превышения и понижения напряжения 80... 110% от номинального значения.

Панель управления предназначена для электроснабжения, автоматизации понтонной насосной станции (ПНС) в составе: погружные насосные агрегаты – 2 шт., система отопления, вентиляции, освещения и система измерения расхода (ультразвуковые расходомеры).

По функциональному признаку в панели управления можно выделить следующие подсистемы:

1. Электроснабжение;
2. Автоматизация.

Панель управления содержит в своём составе оборудование, позволяющее выполнять следующие требования (функции):

В части требований к электроснабжению:

1. Питание от одного источника питания напряжением 3х380В 50Гц с заземленной нейтралью.
2. Для источника питания определять неудовлетворительное качество, а именно: перекос (3...15%), обрыв, изменение чередования фаз, выход напряжения любой из фаз за пределы 80...110% от номинального значения;
3. Автоматическое отключение от источника питания при его неудовлетворительном качестве;
4. Измерение и отображение на панели любого одного из следующих параметров активного источника питания: напряжение любой из фаз, линейное напряжение между любыми двумя фазами;
5. Плавный пуск насосных агрегатов;
6. Плавный останов насосных агрегатов;
7. Выдача напряжения для питания системы освещения, отопления, вентиляции (4 кВт – 380В 50Гц);
8. Выдача напряжения для питания блока расходомеров (24В);

В части требований к автоматизации:

1. Измерение уровня в каждом резервуаре посредством двух поплавковых датчиков уровня с дискретным сигналом срабатывания: «затопление резервуара №1», «затопление резервуара №2»;
2. Срабатывание звуковой и световой сигнализации при срабатывании поплавковых датчиков уровня, и авариях в насосах или силовых сетях;
3. Включение/выключение насосных агрегатов по командам от органа управления, расположенного на панели;
4. Отображение на панели состояния каждого насосного агрегата: агрегат включен/выключен, авария насосного агрегата;
5. Для каждого из насосных агрегатов посредством мониторинговой системы MAS711 осуществлять контроль работы насосного агрегата, его защиту, регистрацию данных, поступающих с датчиков и измерительных модулей и остановку насосного агрегата при возникновении аварийной ситуации (для этого, для каждого насосного агрегата заказчиком поставляется MAS base unit – 1 шт. и Operator panel – 1 шт.).

3.4 Применение предлагаемой конструкции плавучего водозабора

Предлагаемая конструкция понтонной плавучей насосной станции (ПНС) на базе стеклопластиковых емкостей была запроектирована и смонтирована ООО «ЭКОЛАЙН», прошла апробацию на осушении части озера Чёрного в составе ГОКа на месторождении алмазов им. В. Гриба.

Насосная станция работает в широком диапазоне гидравлических характеристик, производительности и напора, которые изменяются по мере откачки озера, в связи с изменением статической составляющей напора (в пределах 23 м.в.ст) и характера перекачиваемой жидкости. Вода из озера поступает во всасывающую часть двух погружных насосов Flygt HS 5570 и перекачивается насосами по двум плавучим напорным трубопроводам ТНФП Ду325 и двум водоводам ПЭ80 SDR13,6 Ø400×29,4 через насыпную

дамбу. Откачка озера начинается на отметке уреза воды +72,0 и заканчивается на отметке +54,0, по мере изменения уровня воды происходит изменение общей производительности насосной станции, в пределах от 1900 м³/ч до 1400 м³/ч. Общий вид работающей ПНС представлен на рисунке 3.16.



Рисунок 3.16 – Общий вид работающей ПНС

ПНС зарекомендовала себя как эффективно работающая на подобных объектах.

ВЫВОДЫ

1. Проанализированы предпосылки к появлению нестационарных плавучих насосных станций.

2. Изучены конструкции и разновидности плавучих насосных станций.

3. Разобраны преимущества и недостатки каждой конструкции нестационарной плавучей насосной станции.

4. Рассмотрены вопросы и решения по рыбозащите на плавучем водозаборе.

5. В результате анализа конструкций существующих нестационарных плавучих насосных станций выявлены основные направления и область применения плавучих водозаборов:

- орошение сельскохозяйственных угодий;
- в горнорудной, обогатительной отрасли и в процессе добычи полезных ископаемых;
- для осушения и опорожнения при гидротехническом строительстве.

6. Разработана конструкция плавучей насосной станции на основе стеклопластиковых емкостей.

7. Рассмотрен опыт применения рассматриваемой нестационарной плавучей насосной станции на действующем объекте горно-обогатительного комбината.

Основные положения диссертации опубликованы в 2 статьях автора:

1. Кафидов Д.С., Лушкин И.А. О применении плавучих водозаборов для сезонного отбора воды. Сборник трудов XVIII-ой Международной научно-практической конференции «Города России: проблемы строительства, инженерного благоустройства и экологии» (г.Пенза, МНИЦ ПГСХА, 2016). 2016. С. 41-45.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников / Под ред. Михайлова К.А. и Образовского А.С.. – М.: Стройиздат, 1976. – 368 с.
2. Вдовин Ю.М. Водоснабжение на Севере. – Л.: Стройиздат. Л.о., 1987. – 172 с.
3. Порядин А.Ф. Водозаборы в системах централизованного водоснабжения. – М.: Изд. НУМЦ Госкомэкологии РФ, 1999. – 338 с.
4. Образовский А.С., Ереснов Н.В., Ереснов В.Н. и др. Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников. – М.: Стройиздат, 1976.
5. ВНИИ ВОДГЕО. Проектирование сооружений для забора поверхностных вод. Пособие к СНиП – М.: Стройиздат, 1990.
6. Журба М.Г. Микроорошение: проблемы качества воды. – М.: Колос, 1994.
7. Вдовин Ю.И. Теория и практика фильтрующего водоприема для систем водоснабжения. – М.: ВИНТИ, 1998.
8. Журба М.Г. Пенополистирольные фильтры. – М.: Стройиздат, 1992.
9. Порядин А.Ф. Водозаборы в системах централизованного водоснабжения. – М.: Изд. НУМЦ Госкомэкологии РФ, 1999.
10. Журба, М.Г. Водозаборно-очистные сооружения и устройства / М.Г. Журба, Ю.И. Вдовин. – М.: Изд. Астрель, 2003. – 468 с.
11. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. В 3-х томах. 2-е издание дополненное и переработанное. Научно-методическое руководство и общая редакция М.Г.Журбы. – М.: Из-во АСВ, 2004.
12. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Минстрой РФ. – М., 1996.

13. Лушкин И.А. Исследования фильтрующего водоприема из источников с обильной водной растительностью: Дисс. ...канд. техн. наук. – Пенза, 1999. – 201 с.
14. Руденко Г.Г., Остапеня В.Т. Предварительная обработка воды на водозаборе // Повышение эффективности работы водозаборов из поверхностных источников / Материалы семинара МДНТП. – М., 1985.
15. Вдовин Ю.И., Лушкин И.А. Технологии фильтрующего водоприема в системах водоснабжения / Ю.И. Вдовин, И.А. Лушкин // III межд. конгресс «Вода: экология и технология»: Тезисы. – Экватэк-98. – М., 1998.
16. Вдовин Ю.И. Совершенствование технологий водоприема и водозаборных сооружений для систем водоснабжения на Севере: Дис...д-ра техн. наук. – М., 1996.
17. Мелкумов М.Д. Разработка и исследования морских водозаборов из Каспийского моря для Бакинской бухты: Автор. дис. канд. техн. наук. – Днепропетровск, 1970.
18. Кузовлев Г.М. Специальные гидротехнические сооружения на атомных предприятиях / Г.М. Кузовлев – М.: Атомиздат, 1973.
19. Аверкиев А.Г., Макаров И.И., Синотин В.И. Бесплотинные водозаборные сооружения / А.Г. Аверкиев, И.И. Макаров, В.И. Синотин. – Энергия. Л. О., 1969.
20. Черепашинский М.А. Водоснабжение / М.А. Черепашинский. – С.-Пб., 1905.
21. Сурин А.А. Водоснабжение. – Ч.1. Вода и водосборные сооружения / А.А. Сурин. – М.-Л.: ОНТИ, 1932.
22. Малишевский Н.Г. Водоприемники из открытых водоемов / Н.Г. Малишевский. – Харьков: Изд. ХГУ, 1958.
23. Офицеров А.С. Вопросы гидравлики водозабора А.С. Офицеров. – М.: Госстройиздат, 1952.

24. Курганов А.М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения / А.М. Курганов. – М. – С.-Пб., 1998.
25. Порядин А.Ф. Водозаборы в системах централизованного водоснабжения / А.Ф. Порядин. – М.: Изд. НУМЦ Госкомэкологии РФ, 1999.
26. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение / Г.И. Николадзе, М.А. Сомов. – М.: Госстройиздат, 1952.
27. Арцев А.И. Инженерно-геологические и гидрогеологические исследования для водоснабжения и водоотведения / А.И. Арцев. - М.: Недра, 1979.
28. Бондарь Ф.И., Ереснов Н.В., Семенов С.И., Суков И.Н. Специальные водозаборные сооружения / Ф.И. Бондарь и [и др.]. – М.: Стройиздат, 1963.
29. Маньковский Г.П., Ереснов Н.В. и др. Водоснабжение промпредприятий и населенных мест.–Ч. I.– М.–Л.: ОНТИ, 1938.
30. Малишевский Н.Г. Водоприемники из открытых водоемов – Харьков: Изд. ХГУ, 1958.
31. Кузовлев Г.М. О проектировании водохранилищных и морских водозаборов // Водоснабжение и санитарная техника. – 1966. – № 1.
32. Интернет-сайт подбора насосного оборудования Flygt www.xylect.com
33. Интернет-сайт ООО «ЭКОЛАЙН» www.ecso.ru
34. ВСН 33-2.2.12-87. Мелиоративные системы и сооружения. Насосные станции. Нормы проектирования. – М.: Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, 1988.
35. Мелиорация и водное хозяйство. Сооружения. Строительство: справочник / под ред. А.В. Колганова, П.А. Полад-Заде. –М.: «Ассоциация Экост», 2002.
36. Карелин, В.Ф. Насосные станции гидротехнических систем / В.Ф.Карелин, Р. А. Новодерезкин. –М.: Энергия, 1980.

37. Проектирование насосных станций и испытание насосных установок: учеб. пособие / В. В. Рычагов [и др.]; под ред. В. Ф. Чебоевского. –М.: Колос, 1982
38. Xylem Flygt Design Recommendations / Xylem; Sweden, С. 3...5
39. Интернет-сайт ЗАО НПО «Композит» www.npocomposit.ru
40. Рычагов, В. В. Насосы и насосные станции: учебник / В. В. Рычагов, М. М. Флоринский. – М.: Колос, 1975. – 416 с.
41. Губер, К.В. Устройство и эксплуатация передвижных насосных станций/ К.В. Губер. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 64 с.
42. Рычагов, В. В. Насосы и насосные станции: учебник / В. В. Рычагов, М. М. Флоринский. – М.: Колос, 1975. – 416 с.