

Лабораторная работа 1

СХЕМЫ ПЕРЕДВИЖНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Плавучие насосные станции. Для строительства плавучих насосных станций используют понтоны, выполненные в виде несамоходных сухогрузных судов (барж) и предназначенные для продолжительной стоянки у берега реки или небольшой акватории (бухте, ковше), защищенной от воздействия волн и льда или для свободного плавания по водоемам с условной высотой волн до 1,2 м при длине волны до 12 м. Подача насосной станции, размещенной на одном понтоне, обычно не превышает 20 м³/с при напорах до 100 м. При необходимости больших подач на одной насосной станции можно установить несколько понтонов. В качестве основных можно применять горизонтальные насосы подачей до 3,5 м³/с при мощности электродвигателей до 2000 кВт, их устанавливают на днище трюма. Наибольшее распространение получили стальные понтоны простейшего прямоугольного сечения с небольшими скосами днища в зоне кормы и носа. Попытки изготовления понтонов из монолитного железобетона (по типу дебаркадеров) закончи-

лись неудачей из-за их большой стоимости, массы, габаритных размеров и сложности ремонта.

Размеры конструктивных элементов корпусов понтонов следует принимать в соответствии с указаниями Речного Регистра РСФСР. Отношение длины понтона к высоте борта H должно быть в пределах 9...28, а отношение ширины понтона B к высоте H — не более 5. Основная несущая система набора понтона — поперечная, причем шпангоуты (поперечные рамы) нужно устанавливать через 600 мм в пределах основного корпуса и через 550 мм в пределах кормы и носа. Понтоны не будут вибрировать при выполнении следующих условий: повышенной точности монтажа оборудования и абсолютной жесткости фундаментов; отсутствии кавитации насосов; оснащении всасывающих и напорных патрубков насосов компенсаторами, позволяющими свободно подтягивать фланцевые соединения и деформироваться корпусу понтона без нарушения центровки насосного агрегата.

Понтоны должны иметь двойные борта и водонепроницаемые переборки между средней частью и пиками. Такие переборки увеличивают общую жесткость корпуса, повышают его надежность. В емкости между двойными бортами следует размещать водоприемные камеры основных насосов, балластных цистерн, хранить топливо при использовании в качестве приводов насосов двигателей внутреннего сгорания.

Основные насосные агрегаты горизонтального исполнения устанавливают на шпангоуты и кильсоны днища понтона. Продольные балки фундаментов под них совмещают с кильсонами. Сечение шпангоутов и кильсонов в пределах насосного агрегата выбирают, исходя из условия повышенной жесткости фундамента (как на изгиб, так и на скручивание).

Входные отверстия водоприемных камер (рис. 9.17) перекрывают сороудерживающими решетками или рыбозащитными сетками. При опасности замерзания воды камеры оборудуют затворами, позволяющими осушать корпуса насосов и трубопроводов. Для осмотра приемных камер, очистки решеток и размещения затворов-заглушек предусматривают герметические люки, горловины которых выводят выше максимально возможного уровня воды.

Машинный зал обычно оснащают кран-балками или ручными мостовыми кранами грузоподъемностью до 10 т.

Швартовку понтона осуществляют тремя тросами, закрепленными за бортовые кнехты, береговые опоры или адмиралтейские якоря. Поднимают якоря и натягивают тросы шпилем (лебедкой).

Схемы понтонов плавучих насосных станций приведены на рисунках 9.18, 9.19. Основные отличительные черты последней конструкции: применение козлового крана вместо мостового,

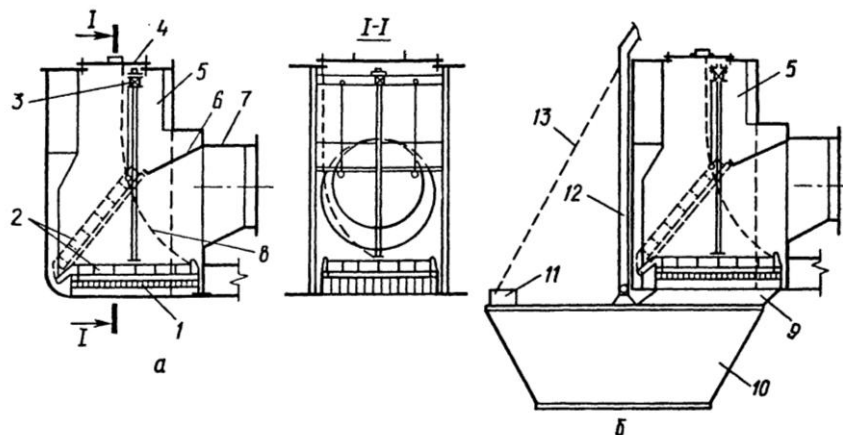


Рис. 9.17. Конструкции водоприемных камер плавучих насосных станций:
a — без рыбозащитных устройств; *б* — с сетчатым рыбозаградителем; 1 — сородерживающая решетка; 2 — затвор; 3 — прижимное устройство; 4 — герметичная крышка; 5 — водоприемная камера; 6 — направляющий козырек; 7, 9 — переходные патрубки; 8 — цепь; 10 — сетчатый барабан рыбозаградителя; 11 — противовес; 12 — направляющие рельсы для подъема барабана; 13 — канат

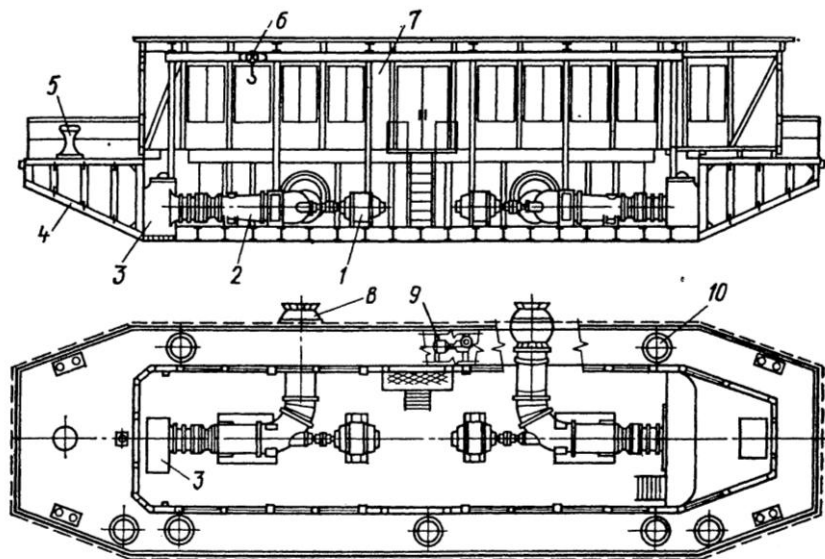


Рис. 9.18. Схема понтона плавучей насосной станции:
 1 — электродвигатель; 2, 9 — осевой горизонтального исполнения основной и дренажный насосы; 3 — водоприемная камера; 4 — корпус; 5 — лебедка (шпиль); 6 — монорельс и таль; 7 — надстройка; 8 — шаровое соединение; 10 — люк балластной камеры

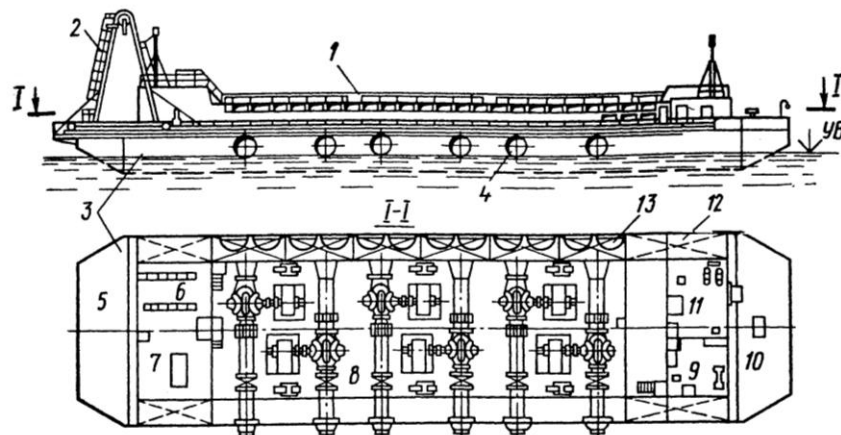


Рис. 9.19. Схема понтона плавучей насосной станции PH6x1250:
 1 — надстройка; 2 — козловой кран; 3 — корпус; 4 — шаровое соединение; 5 — ахтерпик (корма); 6, 7, 11 — помещения для соответственно электрооборудования, трансформаторов, вспомогательных механизмов; 8 — машинный зал; 9 — механическая мастерская; 10 — форпик (нос); 12, 13 — балластная и водоприемная камеры

что позволило в несколько раз сократить высоту машинного зала и вынести основное оборудование из него, но осложнило ремонт насосных агрегатов (ремонтировать их можно только через монтажные люки в покрытии); высокий уровень комфортабельности (есть механическая мастерская, каюты, санузел, камбуз и кают-компания для обслуживающего персонала).

Габаритные размеры и сечения конструктивных элементов понтонов должны быть обоснованы расчетом на местную и общую прочность в продольном и поперечном направлении с учетом всех возможных комбинаций внешних воздействий для двух положений: транспортного (при пустых балластных камерах) и рабочего (при заполненных балластных камерах и полной нагрузке на понтон от соединительных трубопроводов, ветра и волн). Кроме того, для понтона следует выполнить комплекс гидростатических расчетов, в том числе рассчитать крен (поперечный наклон понтона), дифферент (продольный наклон понтона), определить габаритные размеры балластных камер для выравнивания крена и дифферента при рабочем и нерабочем состояниях насосной станции.

В связи с тем что понтоны плавучих насосных станций не плавают в штормовую погоду, Речной Регистр РСФСР разрешает не рассчитывать их остойчивость.

Понтон, как и любое плавающее тело, находится под воздействием двух сил: массы с оборудованием G с центром тяжести в точке C и выталкивающего давления воды W (где

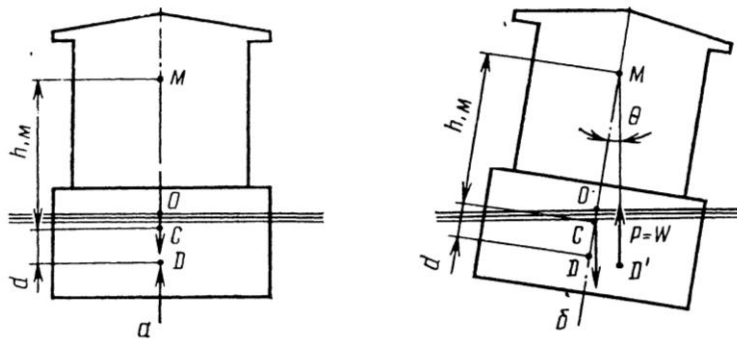


Рис. 9.20. Схема сил, действующих на понтон:
а — при отсутствии крена ($\theta=0$); б — при крене ($\theta>0$)

W — водоизмещение или масса вытесненной понтоном воды) с центром тяжести в точке D (рис. 9.20). В идеальном случае (при симметричном расположении грузов) линия (так называемая ось плавания), проходящая через точки C и D , вертикальна. При несимметричном расположении грузов понтон накренится, и направленная вверх выталкивающая сила $P=W$, центр тяжести которой из точки D переместится в точку D' , будет стремиться вернуть его в первоначальное равновесное положение. При $\theta>0$ пара сил создает момент остойчивости понтона

$$M_{\text{ост}} = Gh_M \sin \theta = G(I_o/P - d) \sin \theta, \quad (9.1)$$

где I_o — момент инерции площади сечения понтона относительно оси O , т-м; h_M — расстояние от точки C до точки M , то есть до так называемого метацентра (точка пересечения силы P с осью плавания); м.

Анализируя формулу (9.1) и рисунок 9.20, можно сделать следующие выводы. Понтоны плавают, если силы $G=P$. При крене они остойчивы, если $h_M>0$ и $M_{\text{ост}}>0$ (обычно $h_M>0,5$ м). Понтоны останутся в наклонном положении, если выталкивающая сила $P=W$ проходит и через точку D' , и через точку C . Если $\theta>2^\circ$, то необходимо предусматривать балластные камеры для создания противовеса кренящим силам (обычно основной кренящей силой является масса соединительных трубопроводов).

Понтоны целесообразно строить на специализированных верфях и потом транспортировать по воде к месту установки. В тех случаях, когда строительные организации имеют высококвалифицированных сварщиков, их можно изготавливать на месте установки с использованием временных ступелей и склизов.

Достоинства плавучих насосных станций — могут работать при тяжелых условиях водозабора (колебания уровней воды

более 5 м, неустойчивое русло, количество насосов более 5 г/л), более надежны в эксплуатации, по сравнению со стационарными имеют меньшую стоимость, их проще и быстрее построить; недостатки — сложны в эксплуатации (при тяжелых ледовых условиях их следует демонтировать и уводить в затоны на зимний период); требуется дополнительный штат матросов; небольшой срок службы (примерно в 2,5 раза меньше, чем стационарных); большой объем ремонтов.

Навесные насосные станции. Наибольшее распространение получили навесные насосные станции СНН-50/80. Они состоят из рамы, установленной на тракторе, смонтированных на ней насоса-редуктора и всасывающего трубопровода с механизмом подъема и эжектора, размещенного на выхлопной трубе двигателя трактора и соединенного со всасывающей полостью насоса резиновым шлангом. Механизм подъема всасывающего трубопровода представляет собой стрелу, оборудованную ручной лебедкой. Всасывающую трубу и корпус насоса перед пуском заполняют водой при помощи эжектора. В качестве напорных используют быстроразборные трубопроводы.

Передвижные насосные станции с собственным двигателем (см. рис. 9.3). Они состоят из двухосного автомобильного прицепа, на котором устанавливают насосный агрегат (двигатель и двухколесный насос, приспособленный для работы в параллельном и последовательном режимах), резиноканевую всасывающую трубопровода, эжектора, комплекта электрооборудования и системы подачи топлива в бак. При параллельном режиме работы полости каждого из рабочих колес насоса подключены к индивидуальным напорным трубопроводам, а при последовательном — соединены между собой переводным коленом, установленным на место снятого шарового клапана рабочего колеса первой ступени. Всасывающий трубопровод присоединяют к полости рабочего колеса первой ступени, а всасывающий патрубок рабочего колеса второй ступени закрывают заглушкой.

Фуникулерные насосные станции (см. рис. 9.4). Их применяют при водозаборе из открытых источников, имеющих устойчивые, неразмываемые берега, с амплитудой колебаний уровней воды, превышающей допустимую высоту всасывания основных насосов. Рельсовый путь 1 укладывают на балласт по спланированному берегу. Насосный агрегат 5 монтируют на металлической тележке 3 . Перемещают тележку по рельсовому пути с помощью лебедки. Насосный агрегат соединяют со стояками напорного трубопровода 6 армированным резиноканевым рукавом. Число стояков на трубопроводе определяют, исходя из амплитуды колебаний уровней воды в источнике и всасывающей способности основного насоса.

Недостатки такой насосной станции — малая надежность

при быстром подъеме уровней воды в источнике (возможно затопление оборудования); большая трудоемкость эксплуатации (чтобы переставить тележку 3, на станции должно находиться постоянно не менее двух человек).

Преимущества передвижных насосных станций перед стационарными — заводское серийное изготовление обеспечивает высокое качество монтажа и меньшую стоимость; быстрота установки, не требуются специальные строительные-монтажные работы; возможность быстрой смены места установки (по мере изменения уровня воды в источнике или переходе с одного участка орошения на другой).

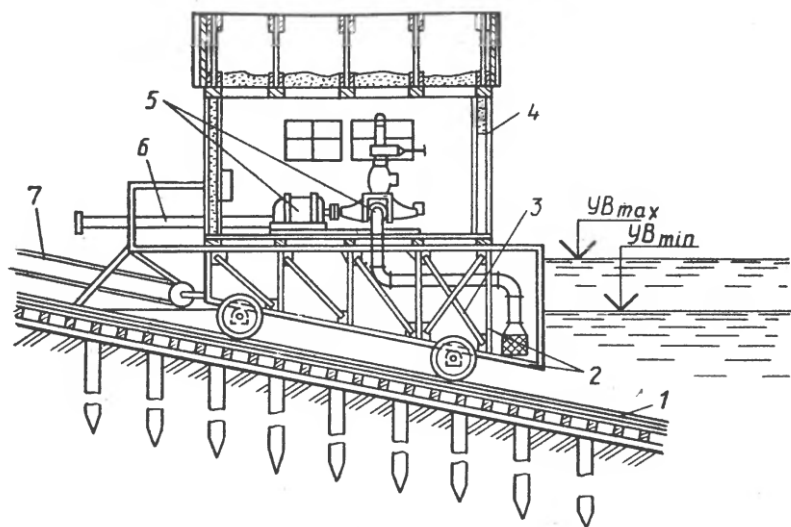


Рис. 9.4. Схема фуникулерной насосной станции подачи до 500 л/с:
1 — рельсовый путь; 2 — приемный кран; 3 — опорная тележка; 4 — верхнее строение; 5 — насосный агрегат; 6 — напорный трубопровод; 7 — канаты