Министерство транспорта РФ

Департамент морского транспорта

### Государственная морская академия им. адм. С.О. Макарова

### Кафедра судовых котлов и вспомогательных установок

#### Пояснительная записка

### к курсовому проекту по курсу:

“Судовые вспомогательные механизмы, системы и их эксплуатация”

Выполнил: к-т группы М-452 Иванов Д.Е.

Руководитель: Калинин С.Е.

### Санкт – Петербург

1998

**Содержание:**

Стр.

## Задание……………………………………………………………………………………………….....3

1. Рулевая машина……………………………………………………………………………………4
   1. Оборудование рулевой машины, гидравлическая схема, требования Регистра РФ………………………………………………..4
   2. Определение рабочих параметров, построение характеристик рулевой машины…………………………………………………….6
   3. Указания по эксплуатации рулевой машины……………………………………………………11
2. Водоопреснительная установка………………………………………………………………….13

2.1 Оборудование, схема водоопреснительной установки…………………………………………13

2.2 Определение рабочих параметров, конструкционных данных, мощности механизмов водоопреснительной установки…………………………….14

2.3 Указания по эксплуатации водоопреснительной установки…………………………………...19

**Задание**

**Рулевая машина**.

Исходные данные для расчетов.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар. | Дедвейт  судна DW, т | Мощ­ность ГД  Ne, кВт | Длина судна  L, м | Осадка судна  T, м | Диаметр ГВ  D, м | Скорость  судна  V,уз |
| 19 | 14150 | 9250 | 147,8 | 9,66 | 5,5 | 16 |

Относительное удлинение руля 2.0

Водоопреснительная установка.

Исходные данные для расчетов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  вар. | Мощность ГД Ne, кВт | Производительность испарительной  установки G2=(0.2-0.3)8Ne/1000, т/сут | Температура греющей  воды |
| 19 | 9250 | 14,8 т/сут; (616,7 кг/ч) | 70 |
| Скорость греющей воды в межтрубном пространстве греющей батареи wгр=0,8 м/с | | | |

##### 1.Рулевая машина

1.1 Оборудование рулевой машины. Гидравлическая

схема, требования Регистра РФ.

В качестве прототипа принимается ГРМ с плунжерным рулевым приводом. Число пар цилин­дров рулевого привода (Кц), тип насосов и гидравлическая схема принимается в зависимости от величины крутящего момента на баллере (Мкр). При величине Мкр<100кНм, Кц=1, при вели­чине Мкр>100кНм, Кц=2.

Для машины с величиной Мкр<40кНм принимается насос постоянной подачи и гидравличе­ская схема, изображенная на стр.212, рис.141 [2]. Для машины с величиной Мкр>40кНм прини­мается насос с регулируемой подачей и гидравлическая схем, изображенная на стр.214, рис.142 [2].

На современных судах широкое применение получили гидравлические рулевые машины. Эти машины по массе, габаритам, высокой точности судовождения определили все известные конструкции рулевых машин. Рассчитываемая РМ машина изготовлена с четырех-плунжерным приводом, т.к. Мкр>100кНм. Такие гидравлические машины обслуживаются при давлении рабочей жидкости не выше 25 .

ГРМ состоит из следующих основных узлов:

* гидравлического рулевого привода – силового устройства, поворачивающего баллер руля;
* насосного агрегата (насос-двигатель), предназначенного для питания ГРМ рабочей жидкостью;
* системы управления насосами переменной подачи;
* системы трубопроводов питания;
* предохранительных клапанов;
* компенсаторов динамических нагрузок;
* ограничителей мощности и прочих элементов.

Основными элементами гидравлической схемы изображенной на чертеже, являются: плунжерный привод с цилиндрами Ц1-Ц4, главные насосы 3 регулируемой подачи с электродвигателем 4, следяшие гидроусилители (1,2), блок клапанов 7, вспомогательные насосы постоянной подачи, аварийный насос регулируемой подачи 31, пополнительные боки 23, 34 и резервуарная цистерна 36, а так же различная предохранительная и регулирующая, и запорная гидравлическая аппаратура.

Гидравлическими узлами схемы являются: силовой контур (обозначен жирными линиями), состоящий из плунжерного привода, главных насосов 3 и блоков клапанов 6 и 7; контуры управления главными насосами, состоящие из вспомогательных насосов 5, приводимых в действие электродвигателями главных насосов, золотников 1 и цилиндров 2; система подпитки силового контура от насоса 25 и контур аварийного насоса 31. В основном режиме, гидравлическая схема работает следующим образом. Сигнал на перекладку руля поступает от электрической системы управления на правый (или левый) исполнительный механизм ИМ, выходной валик которого соединен с золотником 1. При перемещении золотника из нулевого положения, например вправо, рабочая жидкость сливается из правой полости цилиндра гидроусилителя в пополнительный бак 23, а дифференциальный поршень цилиндра 2 под давлением 0,8-1,5 МПа (регулируется редукционным клапаном 24) в левой полости цилиндра перемещается вправо до перекрытия рабочих клапанов золотника (т.е. на расстояние хода золотника), задавая эксцентриситет правого главного насоса 3.

Рабочая жидкость силового контура от насоса 3 через клапаны 8, 13 и 15 подается в цилин­дры Ц1 и Ц4, руль при этом перекладывается по часовой стрелке. Поворот руля происходит до тех пор, пока обратные связи Сn и Ca не возвратят золотник 1 в среднее положение. Это же положение займут вместе с золотником поршень 2 и регулируемый орган насоса 3.Для возвращения руля в нулевое положение новый электрический сигнал того же значения, но противоположный по знаку. При этом золотник перемещается влево, и рабочая жидкость контура управления поступает в правую полость цилиндра. Дифференциальный поршень перемещается влево, создавая эксцентриситет насоса 3 через клапаны 9, 14, 16 в цилиндры Ц3 и Ц2, поворачивая руль против часовой стрелки.

Клапана 17 –20 являются байпасными и при нормальной работе ГРМ должны быть закрыты, а клапаны 8 – 11 всегда открыты.

При работе одним главным насосом второй, во избежании вращения в режиме гидродвигателя, отсекают от силового контура гидрозамком или затормаживают храповиком, размещенным на валу соединения с электродвигателем 4. На схеме показан гидрозамок 32 аварийного насоса.

Для компенсации внешних утечек из силового контура имеется система подпитки, состоящая из вспомогательного насоса 25, фильтра 26 и гидравлической магистрали с клапанами: предохранительными 27, редукционным (0,2 – 0,3 МПа) 28, запорными 29 и обратным 30.

В соответствии с требованием Регистра РФ и международной конвенции по охране жизни на море “СОЛАС” – рулевая машина должна обеспечивать: перекладку полностью погруженного руля на полном ходу судна с борта 35° на борт 30° за 28 секунд, и поворота из диаметральной плоскости на левый и правый борт на 35°. На нефтеналивных, газовозах, химовозах валовой вместимостью более 100 тонн РМ должна быть сдвоена. На остальных судах рулевая машина может иметь одну пару цилиндров. На пассажирских судах РМ должна: каждый из приводов в отдельности должен отвечать по части времени и угла поворота руля. Если помещение РМ расположено полностью или частично ниже самой высшей грузовой ватерлинии, на судне ставится аварийный рулевой привод, который должен обеспечивать перекладку руля при скорости судна на передний ход около 4-х узлов.

#### 1.2 Определение рабочих параметров,

#### построение характеристик рулевой машины.

#### Для расчета принимается простой, обтекаемый прямоугольный двухопорный балансирный руль, который по сравнению с рулями других типов позволяет получить наименьшее значение момента на баллере.

Расчет и определение размеров руля.

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Наименование, обозначение,единицы измерения | Расчетная формула илиспособ определения | Числовое значение |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Длина судна L, м | Задана | 147,8 |
| 2. | Осадка судна T, м | Задана | 9,66 |
| 3. | Площадь пера руля F, | (0.013 ÷ 0.019)LT | 21.42 |
| 4. | Относительное удлинение руля λ | Задано | 2 |
| 5. | Высота пера руля h, м |  | 6,54 |
| 6. | Ширина пера руля b, м |  | 3,27 |
| 7. | Коэффициент компенсации k | (0,25 ÷ 0,35) | 0,33 |
| 8. | Расстояние от передней кромки руля до оси баллера z, м |  | 1,080 |
| 9. | Площадь балансирной части руля Fб, |  | 7,069 |

#### 

Расчет гидродинамических сил и моментов на баллере руля.

Таблица 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование, обозначение, единицы измерения | | Расчетная формула или способ определения | | | | Числовое значение | | |
| 1 | 2 | | 3 | | | | 4 | | |
| 1. | Коэффициент попутного потока ψ | | (0,22 ÷ 0,26) | | | | 0,24 | | |
| 2. | Коэффициент влияния корпуса на руль Kк | |  | | | | 0,578 | | |
| 3. | Диаметр гребного винта D, м | | Задан | | | | 5,5 | | |
| Продолжение табл.1.2 | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | | 3 | | | 4 | | | | | |
| 4. | Площадь руля, омываемая потоком винта Fв, | |  | | | 17,99 | | | | | |
| 5. | Скорость судна υ, уз. | | Задана | | | 16 | | | | | |
| 6. | Скорость судна υс, м/с | | 1856υ/3600 | | | 8,25 | | | | | |
| 7. | Плотность забортной воды ρ, | | [1, табл.4] | | | 1025 | | | | | |
| 8. | Осевая скорость винта относительно воды υр, м/с | | (1-ψ)υс | | | 6,27 | | | | | |
| 9. | Мощность, затрачиваемая на вращение винта Nр, кВт | | 0,98Ne | | | 9065 | | | | | |
| 10. | Упор винта Р, кН | | Nрηр/υр; ηр=0.6 ÷ 0.7 | | | 939,7 | | | | | |
| 11. | Коэффициент нагрузки винта по упору σр | |  | | | 1,96 | | | | | |
| 12. | Коэффициент влияния винта на руль Kв | |  | | | 2,65 | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | |
| 13. | Угол поворота руля от среднего положения α, град | α | | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | | |
| 14. | Коэффициент сопротивления Cx | [1, табл.10] | | 0,040 | 0,060 | 0,090 | 0,170 | 0,270 | 0,380 | | |
| 15. | Коэффициент подъемной силы Су | [1, табл.10] | | 0,250 | 0,530 | 0,835 | 1,060 | 1,100 | 1,140 | | |
| 16. | Коэффициент центра давления Сд | [1, табл.10] | | 0,230 | 0,245 | 0,265 | 0,285 | 0,365 | 0,385 | | |
| 17. | Коэффициент нормальной силы Сn |  | | 0,253 | 0,532 | 0,830 | 1,054 | 1,111 | 1,180 | | |
| 18. | Отстояние центра от передней кромки руля S, м |  | | 0,752 | 0,801 | 0,867 | 0,932 | 1,194 | 1,259 | | |
| 19. | Коэффициент гидродинамического момента Cm |  | | 0.058 | 0.130 | 0.220 | 0.300 | 0.406 | 0.454 | | |
| 20. | Нормальная сила N, кН |  | | 289,5 | 608,8 | 949,9 | 1206,3 | 1271,5 | 1350,5 | | |
|  | | | | | | | | | | |

Продолжение табл. 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | | 7 | 8 | 9 |
| 21. | Гидродинамический момент относительно передней кромки руля М, кНм |  | 217,06 | 486,50 | | 823,31 | | 1122,70 | 1519,39 | 1699,02 |
| 22. | Гидродинамический момент относительно оси руля Ма, кНм |  | -94,681 | -169,228 | | -201,898 | | -177,499 | 145,521 | 242,878 |
| 23. | Коэффициент нормальной силы на заднем ходу Сn з.х. |  | 0,190 | | 0,399 | | 0,623 | 0,791 | 0,833 | 0,885 |
| 24. | Отстояние центра давления от задней кромки руля на заднем ходу Sз.х., м |  | 1,063 | | | | | | | |
| 25. | Гидродинамический момент на заднем ходу судна Ма з.х., кНм | ; | 14,12 | 29,65 | | 46,30 | | 58,79 | 61,91 | 65,78 |
| 26. | Гидродинамический момент для расчета Мр, кНм | принимаем равным Ма | -94,68 | -169,23 | | -201,90 | | -177,50 | 145,52 | 242,80 |
| 27. | Момент на балл ере руля с учетом трения в боковых опорах баллера и пяте руля Мб, кНм |  | -108,88 | -194,61 | | -232,19 | | -204,41 | 167,35 | 279,31 |
| 28. | Крутящий момент на балл ере с учетом дополнительных внешних нагрузок Мкр, кНм |  | -119,77 | -214,07 | | -255,41 | | -224,85 | 184,09 | 307,24 |
|  | | | | | | | | | | |

Расчет рулевого привода и мощности насоса.

Таблица 1.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование, обозначение, единицы измерения | Расчетная формула или способ определения | | | | | | | | Числовое значение | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | | | | | | | | 4 | | | | | | |
| 1. | Диаметр баллера (при максимальном значении Мкр), dб, м |  | | | | | | | | 0,303 | | | | | | |
| 2. | Начальный радиус румпеля Ro, м | (1,0 ÷ 1,5) dб | | | | | | | | 0,394 | | | | | | |
| 3. | Давление масла в цилиндре привода (при Мкр) pi | (10 ÷ 20) | | | | | | | | 20 | | | | | | |
| 4. | Число пар цилиндров привода Кц | 1 – при Мкр<100 кНм 2 –при Мкр>100 кНм | | | | | | | | 2 | | | | | | |
| 5. | КПД привода , [1, рис. 146] | 5 | 10 | 15 | | 20 | | | | 25 | | | 30 | | | |
| 0,55 | 0,675 | 0,75 | | 0,77 | | | | 0,79 | | | 0,77 | | | |
| 6. | Диаметр плунжера (при Мкр=max) Dп, м |  | | | | | | | | 0,155 | | | | | | |
| 7. | Ход плунжера при перекладке руля с борта на борт S1, мм |  | | | | | | | | 0,455 | | | | | | |
| 8. | Объем масла, подаваемый в цилиндр рулевого привода при перекладке руля с борта на борт V, |  | | | | | | | | 0,0172 | | | | | | |
| 9. | Время перекладки руля с борта на борт t, сек | задано | | | | | | | | 28 | | | | | | |
| 10. | Подача насоса q, |  | | | | | | | |  | | | | | | |
| 11. | Радиус румпеля при значении угла поворота руля Rα, м |  | | | 5 | | 10 | 15 | | | | 20 | | 25 | 30 | |  |
| 0,396 | | 0,400 | 0,408 | | | | 0,419 | | 0,435 | 0,455 | |
| 12. | Нормальная сила давления на цапфу румпеля , кН |  | | | -155,2 | | -267,6 | -313,0 | | | | -268,3 | | 211,6 | 337,6 | |
| 13. | Сила давления на цапфу вдоль оси плунжера , кН |  | | | -150,6 | | -263,5 | -302,3 | | | | -252,1 | | 191,8 | 292,4 | |
| 14. | Сила давления масла на плунжер Р1, кН |  | | | -273,9 | | -390,4 | | -403,1 | | -327,5 | | | 242,8 | | 379,7 |

Продолжение табл. 1.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 15. | Давление масла в цилиндре, при значениях угла поворота руля , МПа |  | -14,52 | -20,69 | -21,36 | -17,35 | 12,86 | 20,12 |
| 16. | Давление насоса P, МПа |  | -14,48 | -20,65 | -21,32 | -17,31 | 12,90 | 20,16 |
| 17. | Мощность насоса Nн, кВт |  | -19,40 | -38,58 | -42,05 | -26,72 | 15,79 | 36,70 |
| 18. | КПД насоса, | [1, рис. 149а] | 0.53 | 0.38 | 0.36 | 0.46 | 0.58 | 0.39 |
| 19. | Мощность электродвигателя , кВт | ; | 44.34 | | | | | |
| По результатам расчета построены зависимости:;; . | | | | | | | | |

1.3 Указания по эксплуатации рулевой машины.

Эксплуатация ГРМ должна производится в строгом соответствии с требованиями инструкции завода – изготовителя. Марки масел, применяемые для заполнения гидравлических систем и систем управления ГРМ, должны строго соответствовать требованиям инструкции.

При заполнении системы маслом открывают все разобщительные клапаны и краны на трубопроводах и воздушные краны и пробки, расположенные на самом верхнем уровне каждого гидравлического узла. Через фильтр заливают масло в верхний бак. По мере прекращения выхода воздуха из отверстий воздушных пробок и кранов их закрывают. После этого насосы машины вручную при среднем положении скользящих блоков, а, если возможно, то и при эксцентриситете, и снова проверяют, не выходит ли воздух из отверстий воздушных пробок и кранов. Перекрывают соответствующие разобщительные краны системы, оставив включенным в систему один из насосов. Запустив двигатель насоса, перекладывают руль несколько раз с борта на борт, предварительно отключив телемотор, управляя машиной из румпельного отделения. Проверяют работу машины на втором насосе. Если руль перекладывается плавно, без рывков и машина работает без посторонних шумов, а уровень в баке стабилизировался, можно считать заполнение системы законченной. Если перекладка руля происходит рывками, то в системе есть воздух.

Смена масла, рекомендована обычно после двухлетней эксплуатации машины, должна производиться полностью после промывки и продувки системы. В период эксплуатации следует осуществлять лишь небольшие добавки масла для сохранения уровня в цистерна, компенсирующих убыль масла из системы.

**Проверка перед пуском**

* внешний осмотр всех узлов машины;
* проверка прочности и плотности соединений;
* осмотр и проверка положения (открытия) строго в соответствии с гидравлической схемой и инструкцией золотников, кранов, клапанов;
* проверка перепускных и предохранительных клапанов (при нормальных условиях не должны перепускать жидкость);
* проверка исправности насосов (их поочередно включают и перекладывают руль каждым насосом в отдельности на правый и левый борт);
* проверка исправности концевых включателей в крайних положениях руля;
* проверка запасного рулевого привода и его гидравлической системы;
* проверка наружной плотности системы.

**Пуск гидравлической рулевой машины**

Включает следующие действия:

* подключить к системе назначенный к работе насос (или два насоса, если это предусмотрено инструкцией для выполнения маневров при отходе судна);
* включить систему управления насоса с поста управления, согласовав в положении руля с показаниями аксиометров в соответствии с инструкцией;
* запустить электродвигатель насоса, подключенный к системе;

Необходимо следить за температурой узлов насоса переменной производительности и за температурой масла.

Для обеспечения охлаждения и смазки узлов машины, при готовности её и судна к выходу необходимо включить машину для непрерывных поворотов руля на небольшие углы на правый или левый борт. Такая раскачка обеспечит проток через насос и его охлаждение.

При выходе из строя работающего насоса необходимо медленно остановить электродвигатель насоса, закрыть разобщительные клапана, открыть разобщительные клапаны второго насоса, включить систему управления вторым насосом, пустить его электродвигатель. Все переключения и переходы на дублирующие и аварийные агрегаты должны производится в строгом соответствии с таблицами переключений клапанов системы и инструкциями завода изготовителя.

**Остановка гидравлической рулевой машины**

Включает следующие действия:

* поставить руль в среднее положение;
* остановить электродвигатели насосов;
* осмотреть машину;
* проверить согласование управления и положение руля;

После остановки произвести, в случае необходимости, подтяжку крепежных деталей, узлов проверить сальниковые уплотнения силовых цилиндров привода и гидроусилителей, соединенных трубопроводов, подготовить машину к пуску.

**2. Испарительная установка.**

**2.1 Оборудование и схема опреснительной установки.**

В качестве прототипа принимается утилизационная испарительная установка марки Д. Схема установки приведена на рис. 2.1. в верхней части цилиндрического корпуса, изготовленного из нержавеющей стали, встроен двухходовой конденсатор 6, горизонтально расположенные мельхиоровые трубки, которые развальцованы в латунных трубных досках. Корпус средней части, в котором размещены сепаратор жалюзийного типа 7 и отбойник 8, изготовлен из медно-никелевого сплава МИЖ -1. В нижней, также цилиндрической, части корпуса несколько меньшем диаметром, изготовленной из того же сплава, находится греющая батарея 12, образованная вертикально расположенными в латунных дисках трубками. Снаружи трубки омываются греющей водой, подводимой и отводимой по трубопроводам 3. Внутри труб происходит кипение морской воды. К ней приведен воздушно-рассольный эжектор 9, рабочей средой в котором служит забортная вода, подаваемая автономным насосом 11, либо поступающая из судовой системы. Забортная вода проходит по трубкам конденсатора, отводится на питание испарителя по трубопроводу, на котором расположен невозвратно-запорный клапан 17, ротаметр 1 и дроссельная диафрагма. Вся остальная забортная вода используется в качестве рабочей воды в воздушно-рассольном эжекторе. На трубопроводах, по которым к эжектору поступает паровоздушная смесь и рассол испарителя, установлены невозвратно- запорные клапаны, предотвращающие подсос забортной воды в испаритель. Из эжектора забортная вода вместе с рассолом и воздухом удаляется за борт по трубопроводу 10.

Водоопреснительная установка рассчитана на работу с коэффициентом продувания, равным трем. Поэтому при движении питательной воды вверх по трубам испарителя, только четвертая часть воды поступает вверх испарителя.

Дистиллят, образовавшийся после конденсации пара в конденсаторе, стекает в сборник 13, в котором размещен поплавковый регулятор уровня. Кроме сливной трубы сборник соединен с конденсатором уравнительной трубой. Дистиллят из сборника удаляется насосом 14, на напорной магистрали которого установлен электромагнитный клапан 16, дроссельный клапан и ротаметр. Из напорной магистрали дистиллятного насоса часть дистиллята по обводному трубопроводу протекает через соленомер 2. Из этой же магистрали предусмотрен подвод к реле давления 15. В случае засоления дистиллят через электромагнитный клапан и дроссельную заслонку автоматически сбрасывается в испаритель. Реле давления предназначено для автоматического отключения питания электродвигателя дистиллятного насоса при понижении давления в его напорной магистрали. В обоих случаях включается световая и звуковая сигнализации.

Для контроля температурного режима установки, предусмотрены термометры для измерения температуры греющей воды на входе и выходе из испарителя, а также охлаждающей воды, удаленной из конденсатора. Для измерения разрежения применяется вакуумметр, для измерения давления нагнетания дистиллятного насоса – мановакуумметр, и для изменения давления забортной воды перед эжектором – манометр. На корпусе испарителя имеются два смотровых стекла.

Схемой установки предусмотрена возможность её кратковременной работы при использовании тепла греющего пара, подводимого к греющей батареи по паропроводу 5. Конденсат греющего пара в этом случае отводится по трубопроводу 4.

**2.2 Определение рабочих параметров, конструкционных данных, мощности механизмов водоопреснительной установки.**

Определение параметров вторичного пара

Таблица 2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование, обозначение,  единицы измерения | Расчетная формула способ определения | Числовое значение |
| 1. | Температура греющей воды на выходе из греющей батареи , °С | ; - темп. гр. воды; ; | 60 |
| 2. | Ср. температура греющей воды , °С |  | 65 |
| 3. | Нагрев охлаждающей воды в конденсаторе , °С | (4-10) | 7 |
| 4. | Средняя температура охлаждающей воды в конденсаторе , °С | ;-температура забортной воды | 31,5 |
| 5. | Температурный напор в конденсаторе | ; ; | 13,9 |
| 6. | Температура вторичного пара , °С |  | 45,4 |
| 7. | Давление вторичного пара , кПа | из таблиц водяного пара | 9,7 |
| 8. | Энтальпия вторичного пара , кДж/кг | из таблиц водяного пара | 2584,39 |
| 9. | Теплота парообразования , кДж/кг | из таблиц водяного пара | 2395,8 |
| 10. | Удельный объем , | из таблиц водяного пара | 15,28 |

Тепловой расчет греющей батареи, корпуса

Таблица 2.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование, обозначение,  единицы измерения | Расчетная формула способ определения | Числовое значение |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Расход питательной воды G, кг/ч | ; - коэф. продувания | 2466,7 |
| 2. | Количество продуваемого рассола ; кДж/ч |  | 1850 |
| 3. | Количество тепла для подогрева и испарения воды Q, кДж/ч | ; , [4, табл. 5]; ; | 1584593.9 |
| 4. | Расход греющей воды, , кг/ч | , - коэффициент сохранения тепла; | 44524,2 |
| 5. | Расход греющей воды, , ; | ; | 45,54 |
| 6. | Диаметр труб греющей батареи:  наружный d, м  внутренний dв, м | задан | 0,016  0,014 |
| 7. | Скорость греющей воды в межтрубном пространстве греющей батареи , м/с | задана | 0,8 |
| 8. | Критерий Рейнольдса для потока греющей воды | ; ; [4 табл. 5] | 30843,4 |
| 9. | Критерий Нуссельта для потока греющей воды | ;  - критерий Прандтля для греющей воды [4, табл. 5] | 142,4 |
| 10. | Коэффициент теплоотдачи от греющей воды к трубам греющей батареи , Вт/(°С) | ;  [4, табл.5] | 5937,2 |
| 11. | Средняя температура стенки труб греющей батареи ; °С |  | 52,6 |
| 12. | Средняя разность температур стенки труб и рассола , °С |  | 12,4 |
| 13. | Коэффициент теплоотдачи от стенки труб к рассолу , Вт/(°С) |  | 2327,5 |
| 14. | Температурный напор в греющей батарее , °С |  | 23,36 |
| 15. | Коэффициент теплоотдачи в греющей батарее , Вт/(°С) | ; =300×1,16 для мельхиора | 1453,09 |

Продолжение табл. 2.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 16. | Тепловой поток Ф, Вт | Q/3,6 | 440165,0 |
| 17. | Поверхность нагрева греющей батареи , | ; =0,75 коэф., учитывающий загрязнение гр.батареи накипью | 17,3 |
| 18. | Число труб греющей батареи | ;  - длина труб. Предварительно принимается, затем последовательным приближением необходимо получить ; | 605 |
| 19. | Эквивалентный диаметр трубного пучка греющей батареи D, м | ;;  =1.3d – шаг труб при ромбическом расположении на трубных досках;  - число ходов греющей воды;  - коэф. заполнения трубной доски | 0.858 |
| 20. | Диаметр корпуса Dв, м | ;  =5000÷9000 () - напряжение зеркала испарения [4, с. 133]. Принимается значение , позволяющее получить Dв, необходимое для размещения конденсатора. | 1,31 |
| 21. | Высота корпуса H, м | ;  =4000÷10000 () – напряжение парового объема [1, стр. 133];  , м – эквивалентный диаметр трубного пучка конденсатора ; | 1,71 |
|  | | | |

Тепловой расчет конденсатора.

Таблица 2.3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование, обозначение,  единицы измерения | Расчетная формула способ определения | Числовое значение |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Кол-во тепла, отводимое от вторичного пара Qп, кДж/ч | ;  =186,4 кДж/кг – определяемое из таблиц водяного пара теплосодержание дистиллята, соответствующее давлению на выходе из конденсатора  - паровое сопротивление конденсатора | 147884,4 |
| 2. | Кратность охлаждения m | ;  , °С – температура забортной воды на выходе из конденсатора;  = 4,175 кДж/(кг°С), [4,табл.4] | 82,05 |
| 3. | Расход охлаждающей воды  , кг/ч |  | 50601,9 |
| 4. | Расход охлаждающей воды  , | ;  =1020 - [4, табл.4] | 49,61 |
| 5. | Температурный напор в конденсаторе , °С | ;  = 44,5 °С – температура дистиллята, определяемая по значению  из таблиц водяного пара. | 13,23 |
| 6. | Коэффициент теплопередачи в конденсаторе , Вт/(°С) | ;  м/с – скорость охлаждающей воды в трубах конденсатора согласно [4, стр. 39]. При выборе величины необходимо учитывать ранее принятое условие =2 | 2887,7 |
| 7. | Поверхность охлаждения конденсатора , |  | 10,75 |
| 8. | Число трубок конденсатора | ;  - число ходов охлаждающей воды;  м – внутренний диаметр труб конденсатора | 128 |

Продолжение табл. 2.3

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | | 3 | 4 |
| 9. | Эквивалентный диаметр трубного пучка конденсатора Dк, м | | ;  , м – шаг труб;  d = 0,016м – наружный диаметр труб конденсатора;  - коэффициент заполнения трубной доски; | 0,42 |
| 10. | Длина труб конденсатора , м | | ; | 1,67 |
| Расчет мощности насосов  Таблица 2.4 | | | | |
| №  п/п | | Наименование, обозначение,  единицы измерения | Расчетная формула способ определения | Числовое значение |
| Насос забортной воды | | | | |
| 1. | | Давление нагнетания ,МПа | 0,4÷0,5 | 0,5 |
| 2. | | Давление всасывания , МПа | 0,02÷0,03 | 0,03 |
| 3. | | Напор насоса H, м |  | 46,97 |
| 4. | | Подача насоса Q,  q, | ;  Q/3600 | 62,43  0,017 |
| 5. | | Мощность насоса Nн, кВт | ; | 9,59 |
| 6. | | Мощность электродвигателя Nэ, кВт | ; | 11.15 |
| Дистиллятный насос | | | | |
| 7. | | Давление нагнетания ,МПа | 100÷150 | 125 |
| 8. | | Давление всасывания , МПа |  | 9,5 |
| 9. | | Напор насоса H, м | ; | 13,88 |
| 10. | | Подача насоса Q,  q, | ;  Q/3600 | 0,749  0,00021 |
| 11. | | Мощность насоса Nн, кВт | ; | 0,036 |
| 12. | | Мощность электродвигателя Nэ, кВт | ; | 0,041 |

**2.3 Указания по эксплуатации испарительной установки**

Испарительную установку, так как она работает на забортной воде, разрешается вводить в действие только при нахождении судна в открытом море. Запрещается работа установки при прохождении судном каналов, мелководья и при стоянках в портах. Отступление от этого правила могут быть сделаны лишь в случаях крайней необходимости с разрешения старшего механика. При подготовке к действию и вводе в работу вакуумного испарителя необходимо:

1. Наполнить испаритель питательной водой до рабочего уровня, выпуская при этом воздух через воздушный кран;
2. Обеспечить подачу охлажденной воды на конденсатор испарительной установки;
3. Включить эжектор (вакуум-насос) и убедится в наличии надлежащего вакуума;
4. Слегка приоткрыть клапан греющей воды (пара) и пустить рассольный насос, одновременно обеспечить подачу питательной воды в конденсатор;
5. После появления дистиллята в указательном стекле конденсатора вторичного пара, пустить дистиллятный насос;
6. Проверяя количество дистиллята, постепенно увеличить открытие клапанов греющей для обеспечения необходимой производительности установки и установить нормальное питание;
7. Проверить работу средств автоматизации испарительной установки.

Во время работы необходимо периодически проверять уровень воды в испарителе и конденсаторе, значения вакуума в испарителе, работу насосов, производительность испарителя, исправность системы защиты от засоления дистиллята.

При снижении производительности испарительной установки более чем на 20% от нормальной следует применять предусмотренные инструкцией меры для очистки нагревательных элементов (в частности холодное вакуумирование).

Водный режим должен поддерживаться в соответствии с рекомендациями инструкции завода-изготовителя или судовладельца. Необходимо не реже одного раза в сутки проверять общее солесодержание (плотность) рассола, общую жесткость и содержание хлоридов в дистилляте в судовой лаборатории, сравнивая полученные показатели с показаниями солемера. Показатели качества дистиллята используемого как добавочная вода для котлов, должна отвечать рекомендациям.

При использовании химических реагентов, для снижения накипеобразования на испарительных элементах, а также химических методов очистки испарителя следует руководствоваться указаниями судовладельца и рекомендациями РД 31.28.53.-79 “Химические методы очистки судового оборудования”.

При выводе из действия испарительной установки следует осушить конденсатор, удалить рассол, закрыть все клапаны, провести осмотр арматуры и трубопроводов, выключить питание на приборы автоматики, аварийно-предупредительную сигнализацию и защиты; в испарительных установках использующих в качестве греющей воды пар, наполнить испаритель питательной водой выше уровня греющих элементов.

Использование дистиллята, полученного в судовых испарителях, в качестве питательной воды допускается только после её специальной дополнительной обработки и обогащения минералами. Обслуживание установок для дополнительной обработки воды должно производится в соответствии с заводскими инструкциями.

**Список используемой литературы:**

1. Завиша В.В., Декин Б.Г. “Судовые вспомогательные механизмы и системы”.М.Транспорт,1984
2. “Правила классификации и постройки морских судов” – Л., Транспорт, 1985
3. “Правила технической эксплуатации судовых технических средств” – М., Мортехинфорреклама, 1984
4. Ермилов В.Г. “Теплообменные аппараты и конденсаторные установки” – Л., Судостроение, 1975
5. “Методические указания по дипломному проектированию” – Л., ЛВИМУ, 1983
6. Справочник по судовым устройствам. Л., Судостроение, 1975