**Введение**

Водный транспорт леса до настоящего времени являлся хорошо организованной и оснащённой отраслью лесной промышленности. Главное направление повышения эф-

фективности работы лесной промышленности заключается в полном освоении и рациональ-

ном использовании древесного сырья.

Целью работы является закрепление теоретических знаний по дисциплине “Водный транспорт леса”, развитие умения самостоятельно применять теорию при решении задач. Со- держание курсовой работы предусматривает комплексное решение для отдельной временно- судоходной реки всех основных вопросов организации первоначального лесосплава. Техно- логический процесс лесосплава в курсовой работе оканчивается в устье реки.

**1.Гидрологическая и лесотранспортная характеристика**

**лесосплавного пути на трассе проектирования**

**первоначального лесосплава**

**1.1.Гидрологические расчёты в створе реки водомерного поста**

Лесотранспортную способность временно-судоходных рек рассчитывают для маловод- ных лет 90%-ной обеспеченности. Объём лесохранилища и длину пыжа рассчитывают для средней обеспеченности 50% и маловодных 90%. Силы, действвующие на опоры запани, рассчитывают при максимальных расходах воды 10%-ной обеспеченности в створе запани.

В курсовой работе площадь водосбора реки *F* определяется :

*F=Fп3 +Fбу4 +Fп2 +Fбу3 +Fп1 +Fбу2 +Fбу1*,

где *Fп3 ,Fп2 ,Fп1*  -площадь водосбора притоков ,км2;

*Fбу4 ,Fбу3 ,Fбу2,Fбу1* -площадь водосбора бесприточных участков,км2.

*F*=170+520+230+555+300+565+660=2800 км2

Таблица 1.1

Гидрологические характеристики в створе

водомерного поста.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Характеристика | | | Показатели |
| 1. Площадь водосбора реки *F* ,*км2* 2. Средние расходы: годовой *Qср* ,*м3/с*   годовой *Qmax* ,*м3/с*   1. Коэффициенты вариации:   для среднегодовых расходов воды,*Сv ср*  для среднемаксимальных расходов,*Сv max*   1. Коэффициенты ассиметрии:   для среднегодовых расходов воды,*Сs год*  для среднемаксимальных расходов,*Сs max*  5. Расчётный процент обеспеченности гидрологических  характеристик *Р*,% | | | 2800  30.4  335.8  0.044  0.206  0.088  0.412 |
| 1. Параметр Фостера-Рыбкина:   для среднегодового расхода,*Фср*  /3/  для среднемаксимального расхода,*Фmax*   1. Модульные коэффициенты *К*:   для среднего расхода  для среднемаксимального расхода   1. Среднегодовой расход воды *Q* %,   *м3/с*   1. Максимальный расход воды *Q* %,   *м3/с* | 50 | 90 | 10 |
| -0.013  -  0.998  -  30.3  - | -1.27  -  0.944  -  28.7  - | -  1.32  -  -  -  427.14 |

Средний годовой расход воды *Qср* , определяют делением суммы всех расходов за период наблюдения на колличество лет:

, (1.1)

*Q* =547.4/18=30.4м3/с

Аналогично определяется средний максимальный расход *Qмax*:

*Qmax*==335.8 *м3/с*,

где *∑Qг,∑Qmax*-сумма наблюдений среднегодовых и максимальных расходов воды в створе

водомерного поста,*м3/с*;

*n*-число лет наблюдений.

Коэффициент вариации *Сv*, средних и максимальных расходов воды за период наблюдений определяют по зависимости /3,стр.26/:

  (1.2)

где  *ki*-модульный коэффициент годового стока, вычисляемый для каждого члена ряда по

формуле /3,стр.25/:

, (1.3)

*n*-число членов исследуемого ряда .

В курсовой работе коэффициенты вариации средних годовых расходов определяется:

 



где 0.0324;0.72-приняты по итогам расчётов (табл.1.2).

Коэффициенты асимметрии *Cs* принимаются /2,стр.8/:

*Cs*=2*Cv* (1.4)

В курсовой работе они определяются:

-для средних годовых расходов

*Сs,ср*=2*Сv,ср*=2\*0.044=0.088

-для максимальных расходов

*Cs,max*=2*Сv,max*=2\*0.206=0.412

Среднегодовые расходы воды 50,90 и 10%-ной обеспеченности определяют в следую-

щем порядке /2,стр.8/:

*Qp%*=*Kp%*\**Qср*, (1.5)

где *Kp%*-модульный коэффициент, определяется по формуле /2,стр.8/:

*Kp%* =*Cv*\**Фp%*+1, (1.6)

где *Фр%-*параметр Фостера-Рыбкина для соответствующих значений *Сs и P%.*

Таблица 1.2

Расчёт исходных данных для определения коэффициентов вариации

средних и максимальных годовых расходов воды в створе водомерного поста.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Для средних годовых расходов | | | | Для средних максимальных расходов | | | |
| *Qгi* | Модуль-  ный к-т | *Кср*-1 | (*Кср*-1)2 | *Qmax,г* | Модуль-  ный к-т  *Кмах* | *Kmax-1* | *(Kmax-1)2* |
| 1982  1983  1984  1985  1986  1987  1988  1989  1990  1991  1992  1993  1994  1995  1996  1997  1998  1999 | 29.6  28.2  29.8  28.8  28.0  29.1  31.2  29.7  31.2  31.3  31.8  31.4  32.2  31.7  29.2  31.3  31.5  31.4 | 0.97  0.93  0.98  0.95  0.92  0.96  1.03  0.98  1.03  1.03  1.04  1.03  1.06  1.04  0.96  1.03  1.04  1.03 | -0.03  -0.07  -0.02  -0.05  -0.08  -0.04  0.03  -0.02  0.03  0.03  0.04  0.03  0.06  0.04  -0.04  0.03  0.04  0.03 | 0.0009  0.0049  0.0004  0.0025  0.0064  0.0016  0.0009  0.0004  0.0009  0.0009  0.0016  0.0009  0.0036  0.0016  0.0016  0.0009  0.0016  0.0009 | 250  270  260  275  280  290  320  310  330  340  450  350  500  420  300  340  400  360 | 0.74  0.80  0.77  0.82  0.83  0.86  0.95  0.92  0.98  1.01  1.34  1.04  1.49  1.25  0.89  1.01  1.19  1.07 | -0.26  -0.20  -0.23  -0.18  -0.17  -0.14  -0.05  -0.08  -0.02  0.01  0.34  0.04  0.49  0.25  -0.11  0.01  0.19  0.07 | 0.0676  0.0400  0.0529  0.0324  0.0289  0.0196  0.0025  0.0064  0.0004  0.0001  0.1156  0.0016  0.2401  0.0625  0.0121  0.0001  0.0361  0.0049 |

*∑Qгi*=547.4  *∑*=18 *∑*=0 *∑*=0.0324 *∑Qmax*=6045  *∑*=18  *∑*=0 *∑*=0.72

Модульные коэффициенты различной обеспеченности *КР%*, в курсовой работе

-для обеспеченности:

*P50% , К50%*=*Сv50\*Ф50*+1=0.044\*(-0.013)+1=0.998

*P90% , К90%*=0.044\*(-1.27)+1=0.944

*P10%, К10%*=0.206\*1.32+1=1.272

Тогда, среднегодовые расходы воды в створе водомерного поста при различной обеспеченности принимают значения:

-для обеспеченности:

*P10%, Q10%*= *K10%\*Qma*x = 1.272\*335.8=427.14

*P50% , Q50%= K50%\*Qср*=0.998\*30.4=30.3

*P90% , Q90%= K90%\*Qср*=0.944\*30.4=28.7

Расчётные данные заносятся в таблицу 1.1

Максимальный расход воды 10%-ной обеспеченности в створе запани определяется по

формуле /2,стр.8/:

 (1.7)

В курсовой работе:



где *Fзап*-площадь водосбора реки в створе запани, *м2*

принимается с графика, (рис.1.1) *Fзап*=2360 *км2*;

*F*-общая площадь в створе водомерного поста, *F*=2800 *км2*

**1.2. Гидрологические расчёты реки в лимитирующих створах и определение**

**возможной продолжительности лесосплава**

Река разбита на два участка, на каждом из них лимитирующий створ. Для организации первоначального лесосплава необходимо определить в этих створах и створе запани продол-

жительность лесосплава, средние значения поверхностных скоростей течения, ширину рус-ла, глубин и расходов. С этой целью, по данным пункта 2.4 задания нужно вычертить попе-

речный профиль для каждого расчётного створа реки. В каждом створе (на поперечном про-

филе реки) задаться 4-5 расчётными отметками уровней воды и по формуле Шези, вычис- лить для различных значений глубин величин расхода средней скорости течения и ширины русла.

Для каждого створа определяется средняя отметка дна меженного русла  *Zср* по зависи-

мости /2,стр.10/:

, (1.8)

где *∑Z*-сумма всех отметок дна меженного русла в промерных точках (из задания 2.4);

*n*-число промерных точек.

В курсовой работе:

для створа 1: 

для створа 2: 

для створа запани: 

Нижний расчётный уровень воды должен возвышаться над средней отметкой межен- ного русла на 0.5 *м*, все последующие уровни назначаются через каждые 0.6-0.7 *м* на лими-

рующих створах и через 1.0-1.2 *м* в створе запани. Ширина реки *В* при расчётных уровнях устанавливается в соответствии с масштабом по поперечному профилю.

Площадь живого сечения *W* для каждого расчётного уровня определяется по следую- щим зависимостям /2,стр.10/.

Для первого уровня:

*W1=B1(Z1-Zср)*, (1.9)

Для второго уровня:

*W2=W1+0.5(B1+B2)(Z2-Z1),* (1.10)

Для третьего уровня:

*W3=W2+0.5(B2+B3)(Z3-Z2),* (1.11)

Для четвёртого уровня:

*W4=W3+0.5(B3+B4)(Z4-Z3),* (1.12

Для пятого уровня:

*W5=W4+0.5(B4+B5)(Z5-Z4),* (1.13)

Средняя глубина реки для каждого расчётного уровня определяется по отношению /2,стр.11/:

 (1.14)

где *W,B*-площадь живого сечения и ширина, соответствующие расчётному уровню.

Расход воды определяется по выражению /2,стр.11/:

*Q=W\*V*  (1.15)

где *V*-средняя скорость потока,*м/с*

 (1.16)

где *С*-коэффициент Шези (иногда называют скоростной множитель);

*R*-гидравлический радиус. Принимается равным средней глубине реки в расчётном

створе;

*j*-уклон свободной поверхности, из задания (табл.2.5).

В свою очередь, коэффициент Шези “*C*” можно определять по формулам Базена, Пав-

ловского, Маннинга. В курсовой работе он определяется по отношению /5,стр.57/:

 (1.17)

где *n*-коэффициент шероховатости, из задания (табл.2.5).

В курсовой работе, площадь живого сечения *W* определяется:

Для первого уровня:

створ 1,  *W1*=57.5\*(29.9-29.4)=28.8 *м2*;

створ 2, *W1*=33.5\*(54.5-53.9)=20.1 *м2;*

створ 3, *W1*=54.0\*(39.5-38.5)=54.0 *м2;*

Для второго уровня:

створ 1, *W2*=28.8+0.5(57.5+62.5)\*(30.5-29.9)=64.8 *м2*;

створ 2,  *W2*=20.1+0.5(35.5+35.0)\*(55.1-54.5)=40.0 *м2;*

створ 3, *W2*=54.0+0.5(54.0+60.0)\*(40.5-39.5)=111.0 *м2*;

По аналогичным расчётам, используя формулы (1.11;1.12;1.13), имеем данные:

Для третьего уровня:

створ 1, *W3*=103.8 м2;

створ 2, *W3*=62.0 *м2;*

створ 3, *W3*=174.5 *м2;*

Для четвёртого уровня:

створ 1, *W4*=145.8 *м2;*

створ 2, *W4*=84.1 *м2*;

створ 3, *W4*=245.0 *м2;*

Для пятого уровня:

створ 1, *W5*=190.4 *м2;*

створ 2, *W5*=106.9 *м2;*

Используя формулы (1.14;1.15;1.16;1.17), а также значения коэффициента шероховатос-ти *n* и уклона свободной поверхности *j* из табл.2.5 задания, определяем для трёх створов и

для всех уровней значения средней глубины *hср*, средней скорости потока *V*  коэффициента Шези  *С* и расхода воды *Q*. Значения ширины реки *В* при различных уровнях замеряются с профилей створов, с учётом масштаба. В качестве примера, выполним расчёт на отметке

уровня  *Z=*29.9 *м* створа 1, на отметке  *Z*=54.4 *м* створа 2 и на отметке Z=39.5 *м*  створа запани:

Отметка уровня *Z*=29.9 *м* створа 1:

-средняя глубина реки: 

-коэффициент Шези: 

-средняя скорость течения: 

-расход воды: *Q=W\*V=*28.8\*0.32=9.2 *м3/с*

Отметка уровня *Z*=54.5 *м* створа 2:

-средняя глубина реки: 

-коэффициент Шези: 

-средняя скорость течения: 

-расход воды: *Q=W\*V=*20.1\*0.47=9.4 *м3/с*

Отметка уровня Z=39.5 *м* створа запани:

-средняя глубина реки: 

-коэффициент Шези: 

-средняя скорость течения: 

-расход воды: *Q=W\*V=*54.0\*0.43=23.1 *м3/с*

Методика расчётов на всех уровнях аналогична. Итоги расчётов сведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3.

Расчётные гидрологические характеристики лимитирующих створов

при различных отметках уровней.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отметки  расчётных  уровней  *Z, м* | | Ширина  реки по  урезу воды *В, м* | | Площадь  живого се-  чения реки  *W, м* | Средняя глубина реки  *hср, м* | | Коэффици-  ент Шези  *С*, *м* 0.5/*с* | Средняя  скорость  потока  *V*, *м/с* | Расход  воды  *Q*, *м3/с* | |
| Створ №1 Zср=29.4 *м* | | | | | | | | | | |
| 29.9  30.5  31.1  34.7  32.3 | 57.5  62.5  67.5  72.5  76.0 | | | 28.8  64.8  103.8  145.8  190.4 | 0.5  1.03  1.54  2.01  2.5 | | 33.6  40.4  44.5  47.6  50.3 | 0.32  0.55  0.74  0.91  1.07 | 9.2  35.65  76.8  132.0  203.2 | |
| Створ №2 Zср=53.9 *м* | | | | | | | | | | |
| 54.5  55.1  55.7  56.3  56.9 | 33.5  35.0  36.0  37.5  38.5 | | | 20.1  40.7  62.0  84.1  106.9 | 0.6  1.16  1.72  2.24  2.78 | | 26.6  31.5  34.7  37.1  39.1 | 0.47  0.77  1.04  1.27  1.48 | | 9.4  31.5  64.3  106.5  158.2 |
| Створ №3(запань) Zср=38.5 *м* | | | | | | | | | | |
| 39.5  40.5  41.5  42.5 | | | 54.0  60.0  67.0  74.0 | 54.0  111.0  174.5  245.0 | | 1.0  1.85  2.60  3.3 | 30.3  35.3  38.5  40.9 | 0.43  0.68  0.88  1.05 | | 23.1  75.4  153.2  257.4 |

По данным вычислений приведённых в табл.1.3 на рис.1.2;1.3;1.4 на попереЀных профилях лимитирующих створов строятся графики зависимостей *Q=f(z),V=f(z),hср=f(z)*

Для расчёта возможной продолжительности периода лесосплава необходимо определить минимально допустимые глубины для молевого и плотового лесосплава /2,стр.11/:

 (1.18)

где *dmax*-максимальный диаметр круглых лесоматериалов, *dmax*=0.55 (из задания 1.9);

-относительный объёмный вес лесоматериалов, =0.85;

-донный запас при молевом сплаве, **=0.1*м*

В курсовой работе:

*hмол*=0.55\*0.8+0.1=0.57 *м*

для плотового сплава:

*hпл=Т+*, (1.19)

где *Т*-осадка сплоточных единиц, из задания (п.3.1), *Т*=1.2;

**-донный запас при плотовом лесосплаве, *=*0.2 *м*

*hпл*=1.2+0.2=1.4 *м*

На поперечном профиле (рис.1.2) от отметки *Zср* следует отложить допустимые глубины для молевого *(hмол*) и плотового (*hпл*) лесосплава, провести горизонтальные линии до пересе- чения с графиком зависимости *Q=f(z)* и определить минимальные сплавные расходы *Qмол* и

*Qпл.*

В курсовой работе:

*Zмол*=29.4+0.57=29.97 *м*; *Zпл*=29.4+1.4=30.8 *м*

Затем эти расходы переносят на гидрографы соответствующих створов. Для построения гидрографов необходимо определить среднедекадные расходы воды 50 и 90%ной обеспечен-

ности в расчётных створах.

Минимальные расходы воды:

В створе №1, с (рис.1.2)  *Qмол.1*=12.5 *м3/с*

*Qпл.1*=55.0 *м3/с*

В створе №2, с (рис.1.3) *Qмол.2*=8 *м3/с*

*Qпл.2*=42 *м3/с*

В дальнейшем строим гидрографы лимитирующих створов *Q=f(z).* С этой целью опре- деляем среднедекадные расходы воды года заданного процента обеспеченности в расчётных

створах /2,стр.12/:

*Qдек=Qрв\*Kдек,* (1.20)

где *Kдек*- модульный коэффициент декадного стока по данным водомерного поста (п.2.2 зада-

ния);

*Qрс*- среднегодовой расход воды года заданного процента обеспеченности в расчётном

створе /2,стр.12/:

 (1.21)

где *Qp%ВП*- среднегодовой расход воды года заданной обеспеченности в створе водомерного

поста (табл.1.1.);

*Fрс,F*- соответственно площади водосбора реки в створах расчётном и водомерного поста

*Fрс,F* принимаются по графику, рис.1.1.

Расчёты среднедекадных расходов воды в лимитирующих створах производят для треть-ей декады апреля, трёх декад мая и трёх декад июня. Среднедекадные расходы расходы в ли- митирующих створах №1 и 2 определяют для лет 90%-ной обеспеченности, а в створе запа-ни-для 50%-ной и 90%-ной.

На гидрографах в створах №1 и 2 отмечают среднюю дату начала лесосплава (п.1.10 задания)

В курсовой работе, среднегодовой расход воды 90%-ной обеспеченности лимитирующе-

го створа № 1, определяется:



Среднедекадный расход воды 90%-ной обеспеченности для третьей декады апреля в створе

№ 1, определяется по формуле/1.22/:

*Qдек=Qр.с.\*Кдек*, (1.22)

В курсовой работе:

*Qапр.ств.!*=26.75\*2.2=58.7 *м3/с*

где *Кдек-*модульный коэффициент декадного стока в третьей декаде апреля, 90%-ной обеспе-

ченности, по данным водомерного поста (п.2.2 задания, *К*=2.2).

Остальные расчёты аналогичны, их результаты сведены в табл.1.4. для построения гидрогра-

фов.

В курсовой работе:



Створ запани-*Р=50%*: 

*P=90%*: 

По расчётным данным табл.1.4. строятся гидрографы створов, (рис.1.5;1.6;1.7).

Плотовой лесосплав можно проводить от даты начала лесосплава до даты соответствую-

щей точке пересечения *Qпл* с гидрографом. Этот период на реках первоначального лесоспла-

ва принимают в пределах 6-15 суток, но не более возможной продолжительности плотового лесосплава *Тпл* полученной расчётом.

Молевой лесосплав в створе № 1 начинается сразу после окончания плотового и возмо-жная продолжительность его ограничивается датой, соответствующей точке пересечения ми-

нимального расхода *Qмол* с гидрографом.

В лимитирующем створе № 2 молевой лесосплав начинается с первого дня лесосплава

(п.1.10 задания). Если горизонтальная линия *Qмол* расположена ниже гидрографа и не пересе-кается с ним, дата возможного окончания молевого лесосплава будет соответствовать пос-леднему дню июня. Значения расчётных параметров в лимитирущих створах, установленные

по графикам на рис.1.2. и 1.3, заносятся в табл. 1.5.

Ширина реки в начале периода плотового лесосплава *Внп* измеряется на поперечном про-филе по расходу *Qнп* , полученному на гидрографе рис.1.5. и перенесённому на кривую зави-симости *Q=f(Z)* на рис.1.2.

Ширина реки в конце периода плотового лесосплава находится аналогично по расходу

соответствующему дате фактического окончания плотового лесосплава.

Ширина реки при молевом лесосплаве, а также среднее по живому сечению скорости ре-

ки как для плотового , так и молевого лесосплава в створе № 1, определяются по этому же

способу.

Расчётные параметры для молевого лесосплава в створе № 2 определяются по гидрогра-фу, поперечному профилю и кривым, постренным для этого створа.

Таблица 1.5.

Значения расчётных параметров в створах № 1,2 по данным примера.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчётные параметры | Единицы  Измерения | Створ № 1 | | Створ № 2  Молевой  лесоплав |
| Плотовой  лесосплав | Молевой  лесосплав |
| 1.Минимальные глубины, *hмин*  2.Минимальные уровни, *Zмин*  3.Начало периода  4.Окончание периода  5.Возможная продолжитель-  ность лесосплава  6.Ширина реки:  в начале периода, *Вн*  в конце периода, *Вк*  средняя для периода, *Вср*  7.Средняя по живому сече-  нию скорость течения:  в начале периода, *Vн*  в конце периода, *Vк*  средняя для периода, *Vср* | *м*  *м*  число,  месяц  число,  месяц  суток  *м*  *м*  *м*  *м/с*  *м/с*  *м/с* | 1.4  30.8  6.05  20.05  15  72.0  72.0  72.0  0.87  0.87  0.87 | 0.57  30.0  21.05  30.06  40  72.5  61.0  66.7  0.87  0.49  0.68 | 0.57  54.5  6.05  30.06  55  36.5  34.0  35.25  0.9  0.5  0.7 |

|  |
| --- |
| Таблица 1.4.  Среднедекадные расходы воды *Q*, м3/с в расчётных стврах. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месяц | Декада | Среднегодовой расход воды Qр.с., м3/с в створе  водомерного поста с табл.2.2 задания | | Модульные коэффи-циенты декадного сто-ка по данным водо-мерных постов (табл.2.2 задания) | | Среднегодовой расход  воды года заданного  процента обеспечен-ности в расчётном створе *Qр.с.*  *м3/с* | | | | Среднедекадные расходы в  расчётных створах, м3/с  *Qдек=Qр.с.\*Кдек*, | | | |
| 50% | 90% | 50% | 90% |  |  |  | | створ  №1  Р=50% | створ  №2  Р=90% | Створ запани | |
| створ  №1  Р=50% | створ №1  Р=90% | Створ запани | |
| Р=50% | Р=90% | Р=50% | Р=90% |
| Апрель | III | 30.3 | 28.7 | 2.35 | 2.2 | 26.75 | 10.45 | 25.54 | 24.2 | 58.7 | 23.0 | 60.00 | 53.24 |
| Май | I  II  III | 4.8  6.35  4.15 | 4.6  6.1  4.0 | 123.05  163.2  107.0 | 48.1  63.6  41.8 | 122.6  162.2  106.0 | 111.3  147.6  96.8 |
| Июнь | I  II  III | 2.9  1.75  1.23 | 2.8  1.7  1.2 | 74.9  45.5  32.4 | 29.3  17.8  12.54 | 73.5  44.7  31.4 | 67.8  41.1  29.0 |

**1.3. Расчёт гарантированных водосъёмных уровней на береговом плотбище**

Заданием предусмотрено формирование плотов из пучков береговой сплотки на складе №1.Что-

бы вывести плоты в весенний полноводный период маловодного года 90%-ной обеспеченности

в течение 6-15 суток, необходимо иметь на плотбище гарантированные водосъёмные уровни во-

ды. Расчёты гарантированных уровней воды ведутся по данным (п.2.3. задания) для периода

вывода плотов береговой сплотки продолжительность *Тп* –6-9-12-15 суток. Отметки гарантиро-

ванных уровней воды вычсляют для каждого периода отдельно, по зависимости /2, стр.15/:

*Z90=Hпл90+Z,*  (1.23)

где *Hпл90*-гарантированный уровень воды маловодного года 90%-ной обеспеченности;

*Z*-отметка нуля водомерного поста на плотбище (п. 3.6. задания).

В свою очередь, гарантированный уровень воды на береговом плотбище для каждого периода наблюдения *Тп* определяется (2, стр. 15):

*Нпл90=К90\*Нпл.ср.*, (1.24)

где *К90*-модульный коэффициент, который определяется:

*К90=Сv90\*Ф90+1*;

*Нпл.ср*- среднее арифметическое значение гарантированного уровня на плотбище для каждого

периода.

Значения среднеарифметических гарантированных уровней *Нпл.ср.*, коэффициентов вариации *Сv*,

коэффициентов ассиметрии *Сs* для всех периодов вывода плотов определяют по зависимостям

(1.1, 1.2, 1.3). Все расчёты сводятся в таблицу 1.6.

Во вторую графу таблицы 1.6 выписывают гарантированные уровни воды на водомерном посту

*НВП*, для каждого периода вывода плотов *Тп* для каждого года (п.2.3 задания).

Гарантированные уровни воды на плотбище *Нпл* вносят в графу 3 таблицы 1.6 с кривой связи уровней водомерного поста и плотбища, (рис. 1.8). График зависимости *Нпл=f(НВП)* строят по

данным п. 3.10 задания.

В курсовой работе для *Тп*=6 суток имеем из таблицы 1.6:

* среднеарифметическое значение гарантированного уровня на плотбище:



-коэффициент вариации:



-коэффициент ассиметрии *Сs*=2*Сv*=2\*0.139=0.277

-показатель Фостера-Рыбкина, по значению *Сs*:

*P*=90%; *Ф*=-1.24

-модульный коэффициент *К90%*:

*К90%=Сv\*Ф90*+1=0.139\*(-1.24)+1=0.83

-гарантированный уровень воды 90%-ной обеспеченности*, Нпл90%*:

*Нпл90%*= *К90%\* Нпл.ср*=0.83\*563.89=466.7 см=4.667 *м*

-отметка гарантированного уровня плотбища 90%-ной обеспеченности:

*Z90%*= *Нпл90%*+*Z*=4.667+30.7=35.36 *м*

Методика расчётов для *Тп*-9, 12-15 суток аналогична.

Результаты расчётов по данным таблицы 1.6 для *Тп*-9-12-15 суток сведены в таблицу 1.7.

Таблица 1.6

Гарантированные уровни воды *Тп*-9, 12-15 суток периода вывода плотов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Гидрологические показатели | *Тп*-9 суток | *Тп*-12суток | *Тп*-15 суток |
| 1. Среднеарифметическое значение гаран-   тированного уровня плотбища *Нпл.ср*., *см*  2. Коэффициент вариации, *Сv*  3. Коэффициент вариации, *Сs*   1. Модульный коэффициент, *К90* 2. Гарантированный уровень воды 90%   обеспеченности  *Нпл90*, *см*   1. Отметка гарантированного уровня 90%   обеспеченности на плотбище *Z90*, *м* | 479.44  0.18  0.36  0.78  374.0  34.44 | 434.17  0.215  0.43  0.74  321.0  33.91 | 386.39  0.215  0.43  0.74  286.0  33.56 |

По вычисленным отметкам уровней воды на плотбище строится график зависимости их от про-

должительности вывода плотов (рис. 1.9) *Z90*=*f(Тп)*

Таблица 1.7

Расчёт коэффициентов вариации для средних гарантированных уровней на плотбище.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | *НВП* | *Нпл* |  | К-1 | *(К-1)2* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| *Тп=*6 суток | | | | | |
| 1982  1983  1984  1985  1986  1987  1988  1989  1990  1991  1992  1993  1994  1995  1996  1997  1998  1999 | 425  435  520  545  370  330  460  500  410  395  450  355  280  315  480  295  330  495 | 595  600  660  680  545  495  520  650  580  570  615  525  420  475  635  445  495  645 | 1.06  1.06  1.17  1.21  0.97  0.88  0.92  1.15  1.,03  1.01  1.09  0.93  0.74  0.84  1.13  0.79  0.88  1.14 | 0.06  0.06  0.17  0.21  -0.03  -0.12  -0.08  0.15  0.03  0.01  0.09  -0.07  -0.26  -0.16  0.13  -0.21  -0.12  0.14 | 0.0036  0.0036  0.0289  0.0441  0.0009  0.0144  0.0064  0.0225  0.0009  0.0001  0.0081  0.0049  0.0676  0.0256  0.0169  0.0441  0.0144  0.0196 |
|  |  | ∑=10150 | ∑=18 | ∑=0 | ∑=0.3226 |
| *Тп=*9 суток | | | | | |
| 1982  1983  1984  1985  1986  1987  1988  1989  1990  1991  1992  1993  1994  1995  1996  1997  1998  1999 | 345  355  425  450  300  270  370  405  330  315  360  285  235  270  220  255  285  400 | 515  525  595  615  455  405  545  575  495  475  530  430  350  405  330  380  430  575 | 1.07  1.09  1.24  1.28  0.95  0.84  1.14  1.20  1.03  0.99  1.1  0.89  0.73  0.84  0.69  0.79  0.89  1.2 | 0.07  0.09  0.24  0.28  -0.05  -0.16  0.14  0.2  0.03  -0.01  0.1  -0.11  -0.27  -0.16  -0.31  -0.21  -0.11  0.2 | 0.0049  0.0081  0.0576  0.0784  0.0025  0.0256  0.0187  0.04  0.0009  0.0001  0.01  0.0121  0.0729  0.0241  0.0972  0.0430  0.0121  0.04 |
|  |  | ∑=8630 | ∑=18 | ∑=0 | ∑=0.5482 |
| *Тп=*12 суток | | | | | |
| 1982  1983  1984  1985  1986  1987  1988  1989  1990  1991  1992  1993  1994  1995  1996  1997  1998  1999 | 310  320  385  395  255  235  315  365  295  280  335  245  185  215  345  200  230  360 | 465  480  555  570  385  350  475  530  445  420  500  365  270  320  515  295  345  530 | 1.07  1.11  1.28  1.31  0.89  0.81  1.09  1.22  1.02  0.97  1.15  0.84  0.62  0.74  1.19  0.68  0.79  1.22 | -0.07  0.11  0.28  0.31  -0.11  -0.19  0.09  0.22  0.02  -0.03  0.15  -0.16  -0.38  -0.26  0.19  -0.32  -0.21  0.22 | 0.0049  0.0121  0.0775  0.0979  0.0121  0.0376  0.0081  0.0484  0.0004  0.0009  0.0230  0.0254  0.143  0.069  0.035  0.103  0.0422  0.0484 |
|  |  | ∑=7815 | ∑=18 | ∑=0 | ∑=0.7889 |
| *Тп=*15 суток | | | | | |
| 1982  1983  1984  1985  1986  1987  1988  1989  1990  1991  1992  1993  1994  1995  1996  1997  1998  1999 | 270  280  325  325  220  205  305  320  255  235  295  215  175  190  315  190  205  330 | 405  420  485  485  325  305  460  480  380  350  445  320  255  285  470  285  305  495 | 1.05  1.09  1.26  1.26  0.84  0.79  1.19  1.24  0.98  0.91  1.15  0.83  0.66  0.74  1.22  0.74  0.79  1.28 | 0.05  0.09  0.26  0.26  -0.16  -0.21  0.19  0.24  -0.02  -0.09  0.15  -0.17  -0.34  -0.26  0.22  -0.26  -0.21  0.28 | 0.0025  0.0081  0.0651  0.0651  0.0241  0.0430  0.0376  0.0587  0.0004  0.0081  0.0230  0.0295  0.1156  0.0676  0.0468  0.0576  0.0444  0.0790 |
|  |  | ∑=6955 | ∑=18 | ∑=0 | ∑=0.7862 |

**2. Разработка технологического процесса плотового лесосплава.**

**2.1. Определение размеров плотов и потребности формировочного такелажа.**

Размеры плота зависят от габаритов лесосплавного хода изменяющихся во времени. Все плоты должны буксироваться с плотбища через лимитирующий створ №1, таким образом габа-риты плота будут зависеть от габаритов лесосплавного хода в этом створе.

На поперечном профиле лимитирующего створа наносится отметка горизонта воды, соот-

ветствующая средней ширине реки “*Bср*” по поверхности воды за весь период плотового лесо-

сплава /2, стр.17/:

 (2.1)

где *Внп, Вкп* – соответственно ширина реки по поверхности воды в начале и конце периода плото-вого лесосплава принятого по гафикам 1.2 и 1.3.

По расходу воды Q, первого и последнего дня плотового лесосплава, снятого с гидрографа

створа №1 (рис. 1.5) на поперечном профиле (рис. 1.2) определяем значения *Внп и Вкп*.

В курсовой работе:

*Внп*=72 м,  *Вкп*=72 *м*



От поверхности воды при *Вср* откладывается величина минимальной допустимой глубины плото-вого лесосплава *hпл*=1.4 *м*. Расстояние между берегами на этой глубине соответствует эксплуата-ционной ширине реки  *Вэ* =61 *м* при плотовом лесосплаве. Ширину плота при одностороннем

движении рекомендуется принимать *Впл* ≤ 0.5 *Вэ*. В курсовой работе ширина плота:

*Впл* = 0.5 *Вэ*=0.5\*61=30.5≅30 *м*

Длина плота (по заданию, табл. 3.3), *L*=240 *м*.

Для определения количества и обёма плотов, рассматриваем сортиментный состав лесоматериа-лов на складе №1 (табл. 4 задания). В первую очередь береговой сплотке подлежат лиственные

сортименты и тонкомерные брёвна хвойных пород. При недостаточности этих сортиментов, пло-

ты формируются из пучков хвойных пород. Сумма обёмов сортиментов в процентах и всего, дол-жны соответствовать заданию (п. 1.8 и табл. 4).

По заданию, загрузка склада №1-350 тыс.*м3*, в том числе береговой сплотки 160 тыс.*м3*, молевого

лесосплава 350-160=190 тыс.*м3*. Расчёт сортиментного состава и объёма береговой сплотки вы-

полнен в табл. 2.1.

Высоту пучка *Нп*, ширину пучка *вп*, объёмы пучков *Vп*для каждого сортимента определяем

по данным задания (п. 3.1, 3.2) и формулам /3, стр.127/.

Высота пучка:

 (2.2)

Ширина пучка:

 (2.3)

Объём пучка:

 (2.4)

где *Т*-осадка пучка (табл.3.1 задания);

-относительная плотность древесины, принимается 0.8 *м*;

-опытный коэффициент, принимается 0.93;

с-коэффициент формы пучка (п.3.2 задания);

-средняя длина сортимента (п. 4 задания);

*к0*-коэффициент полнодревесности пучка, зависящий от среднего диаметра сортиментов, при-

нимается по данным табл.2.2

Таблица 2.1

Сортиментный состав и объёмы береговой сплотки.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сортименты | Длина, *м* | Средний  диа-метр, *м* | Объём сплотки, тыс. *м3* | | |
| % от объёма склада 350.0 | Расчёт-  ный  объём | Принято к слотке |
| 1. Пиловочник лиственный 2. Стоительный лес смешанный 3. Дрова топливные лиственные 4. Балансовое долготьё хвойное 5. Специальные сортименты | 6.5  4.5  6.5  6.5  7.5 | 26  20  30  18  26 | 15  12  12  10  5 | 52.5  42  42  35  17.5 | 52  42  42  35  18 |



Таблица 2.2

Значения коэффициента полнодревесности пучка, *к0*.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Средний диаметр, *см* | 16 | 18 | 26 | 30 |
| *к0* | 0.58 | 0.60 | 0.66 | 0.70 |

В курсовой работе:

Высота пучка*: Нп*=-для всех сортиментов;

Ширина пучка: *вп*=1.5\*1.61=2.415 *м*

Объём пучка пиловочника лиственного:

*Vп*=π\*2.415\*1.61\*6.5\*0.66/4=13.1 *м3*

Объём пучков других сортиментов определяется аналогично, по своим параметрам. Данные расчётов сводятся в таблицу 2.3.

Таблица 2.3

Параметры сортиментных пучков береговой сплотки.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сортименты | Высота пучка  *Нп*, *м* | Ширина  пучка  *вп, м* | Длина пучка | Коэффици-ент полно-  древеснос-ти, *к0* | Объём пучка *Vп*, *м* |
| 1. Пиловочник лиственный   1. Стоительный лес   смешанный   1. Дрова топливные лиственные 2. Балансовое долготьё хвойное 3. Специальные сортименты | 1.61  для всех | 2.415  для всех | 6.5  4.5  6.5  6.5  7.5 | 0.66  0.615  0.7  0.6  0.66 | 13.1  8.4  13.9  11.9  15.1 |

Для малых рек целесообразно формировать гибкие плоты с поперечным расположением пучков.

Интервалы между рядами для обеспечения гибкости *i*, определяются по зависимости /2, стр.19/:

 (2.5)

где *к-*коэффициент пропорциональности, учитывающий степень жёсткости рядов при изгибе

плота на повороте. Для плотов из сортиментных плотов *к*=0.15;

*L1*-длина части вогнутого борта плота, находящаяся на повороте реки с радиусом закругления

*R* и углом поворота *β* (п.2.5 задания), определяется по зависимости /2, стр.19/:

 (2.6)

где *Впл*-ширина плота;

*вп*-ширина пучка;

*λ-*показатель гибкости плота, определяется по формуле:

 (2.7)

В курсовой работе:



-при  пучка 4.5 *м* 



-при  пучка 6.5 *м*  



- при  пучка 7.5 *м* 



Число пучков по ширине плота, при =7.5 *м*  nш=

Число пучков по ширине плота, при =6.5 *м*  nш=

Число пучков по ширине плота, при =4.5 *м*  nш=

Плоты имеют передний и задний брустверы с предельным расположением пучков.

Число пучков в двух брустверах:



-при  пучка 4.5 *м *22

-при  пучка 6.5 *м *22

-при  пучка 7.5 *м *22

Число пучков в одном бортовом ряду при длине плота 240 *м* (п. 3.3 задания), длине пучка 4.5 *м*

без брустверов, определится:

пучков

-при длине пучка 6.5 *м* без брустверов:

 пучка

-при длине пучка 7.5 *м* без брустверов:

 пучка

Число пучков в плоту всего:

-при длине пучка =7.5 *м*; Nпл=84\*4+22=358 пучков

-при длине пучка =6.5 *м*; Nпл=84\*5+22=442 пучка

-при длине пучка =4.5 *м*; Nпл=84\*7+22=610 пучков

Расчёт количества плотов производится по форме таблицы 2.4

Таблица 2.4

Сведения о береговой сплотке.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сортименты | Объём  сплот-  ки, тыс. *м3* | Объём  пучка,  *м3* | Количество  пучков все-  го, штук | Количест-  во пучков  в плоту,  штук | Количест-  во плотов,  штук | Средний объ-ём лесомате-риалов в пло-ту,*м3* |
| 1. Пиловочник   лиственный  2.Стоительный лес  смешанный  3.Дрова топливные  лиственные  4.Балансовое дол-  готьё хвойное  5.Специальные  сортименты | 52  42  42  35  18 | 13.1  8.4  13.9  11.9  15.1 | 3969  5000  3022  2941  1192 | 442  610  442  442  358 | 5  7  5  5  4 | 5790  5124  6144  5260  5406 |

Расход такелажа на плот объёмом лесоматериалов 5790 *м3* в укрупнённых показателях опреде-ляется по форме таблицы 2.5

Таблица 2.5

Расход формировочного такелажа на плот.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование такелажа | Удельный  расход, *кг/м3* | Объём плота,  *м3* | Потребность  такелажа, *кг* |
| Тросы  Цепи  Поковки  В том числе по видам поковок:  коуши  рычажные замки  соеденительные скобы  замки дуговые  сжимы пластинчатые | 0.55  0.32  0.21  0.026  0.079  0.007  0.006  0.092 | 5790 | 3184.5  1852.8  1215.9  150.5  457.4  40.5  34.7  532.7 |
| Тросы  Цепи  Поковки  В том числе по видам поковок:  коуши  рычажные замки  соеденительные скобы  замки дуговые  сжимы пластинчатые | 0.55  0.32  0.21  0.026  0.079  0.007  0.006  0.092 | 5124 | 2818.2  1639.7  1076.0  133.2  404.8  35.7  30.7  471.4 |

Продолжение таблицы 2.5

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование такелажа | Удельный  расход, *кг/м3* | Объём плота,  *м3* | Потребность  такелажа, *кг* |
| Тросы  Цепи  Поковки  В том числе по видам поковок:  коуши  рычажные замки  соеденительные скобы  замки дуговые  сжимы пластинчатые | 0.55  0.32  0.21  0.026  0.079  0.007  0.006  0.092 | 6144 | 3379.2  1966.1  1290.2  159.7  485.4  43.0  36.7  565.2 |
| Тросы  Цепи  Поковки  В том числе по видам поковок:  коуши  рычажные замки  соеденительные скобы  замки дуговые  сжимы пластинчатые | 0.55  0.32  0.21  0.026  0.079  0.007  0.006  0.092 | 5260 | 2893.0  1683.2  1104.6  136.8  415.5  36.8  31.6  483.9 |
| Тросы  Цепи  Поковки  В том числе по видам поковок:  коуши  рычажные замки  соеденительные скобы  замки дуговые  сжимы пластинчатые | 0.55  0.32  0.21  0.026  0.079  0.007  0.006  0.092 | 5406 | 2973.3  1729.9  1135.3  140.6  427.1  37.8  32.4  497.4 |

**2.2. Определение потребной площади плотбища и объёма земляных работ**

Площадь плотбища *Fп* , необходимая для размещения плотов из принятых для сплотки сор-тиментов, определяется из зависимости /2, стр.21/:

 (2.8)

где *Wi*-объём плота из i-го сортимента;

*ni*-число плотов из i-го сортимента;

*Нi*-высота пучка из i-го сортимента, (*Нi=hп*);

-коэффициент, учитывающий проезды и неравномерность размещения плотов, принимает-

ся =1.5

**

Длина плотбища, *Lплотб* определяется как частное от деления найденной площади *Fп* на сред-

нюю ширину плотбища *Вплотб* (п. 3.4 задания):



Для определения объёма земляных работ на плотбище,по графику зависимости *Z90=f(Tп)* на рис.1.9 определяется минимальная отметка гарантированного уровня воды *Z90* для принятого вы-

вода плотов *Тп.* В курсовой работе *Z90*=33.56 *м*. Затем вычисляется проектная отметка *Zпр* берего-

вого плотбища, при которой возможен вывод плотов, по зависимости /2, стр.21/:

*Zпр= Z90-hпл,*  (2.9)

Если средняя отметка поверхности плотбища *Zпл* (п. 3.5 задания) меньше *Zпр*, то производство

земляных работ не требуется. Если *Zпл>* *Zпр*, то объём земляных работ определяется /2, стр.2/:

*Wзр=Fплотб\*(Zпл-Zпр)*, (2.10)

В курсовой работе:

*Zпр=* 33.56-1.4=32.16 *м*

*Zпл=* 32-32.16=-0.16 м

Земляных работ в этом случае не требуется.

**2.3. Расчёт необходимого количества агрегатов для береговой сплотки.**

За среднее расстояние транспортировки сплоточных единиц принимается половина длины плотбища:



Для работы по береговой сплотке рекомендуются универсальные сплоточно-транспортно-шта-белёвочные агрегаты.

В курсовой работе принят ЛТ-84А с технической характеристикой: базовый трактор К-703, гру-

зоподъёмность 12.5 *т* ( максимальный объём пучка 15 *м3*).

Агрегат предназначен для захвата пачек круглых лесоматериалов из лесонакопителей или штабе-

лей, сплотки в челюстном захвате, транспортировке пачек и пучков, укладки их в плот, в шта-бель или сброски на воду.

Скорость перемещения *км/ч* – без груза 3-30 *км/ч*, *Vср*=12 *км/ч*

- с грузом до 18 *км/ч, Vср*=10 *км/ч*

Сменная производительность агрегата определена по зависимости /2, стр.22/:

 (2.11)

где *Тс*-продолжительность смены;

*Vср*-средний объём сплоточных единиц;

*t1,t2*-соответственно время на перемещение агрегата с грузом и порожнем;

*t3*-время на разворот агрегата, подачу его к накопителям, забор пучка, сплотку, укладку в

плот;

*к1*-коэффициент использования рабочего времени в смену, *к1*=0.9;

*к2*- коэффициент использования мощности агрегата, *к2*=0.9.

В курсовой работе *Тс*=470 мин.

Средневзвешенный объём береговой сплотки:





где 60-минут в часе; 0.4455 км- среднее расстояние транспортировки;

10- скорость ЛТ-84 с грузом, *км/ч*;

-по аналогии:

;  (2,стр.23);

-сменная производительность агрегата ЛТ-84 определяется:



Количество агрегатов *m* для береговой сплотки, *W*=160 тыс. руб., продолжительности работы

(п.3.8 задания) и расчётной производительности агрегата, определяется /2, стр.22/:

 (2.12)

где *W*-объём береговой спдлтки, *W*=160 тыс.м3;

*nсм*-количество рабочих смен за период сплотки, *nсм*=240 м/см;

По заданию с 20.11 по 10.04-120 рабочих дней. При 2-х сменной работе, машиносмен 240;

*кГ*-коэффициент технической готовности, *кГ*=0.85

 агрегата

**2.4. Расчёт количества буксирного флота.**

Буксировку плотов начинают в первый день лесосплава сразу же после ледохода. Принима-ется в расчёте буксирный теплоход ЛС-56А. Его техническая характеристика:

-класс речного регистра- 0 (лёд)

-мощность двигателя, *кВт*-220

-скорость, *км/ч*-20,4

-сила тяги на гаке, *кН*-31.4

-осадка –0.83 *м.*

Продолжительность рейса суток с плотом определяется *Vгр* по зависимости /2, стр.25/:

 (2.13)

где -расстояние от устья до плотбища №1, *км* (п.1.5 задания), =90 *км*;

*Vгр*-скорость буксировки плота относительно берега*, км/ч,*

*Vгр*=*V+Vб*=3.13+4=7.13 *км/ч*;

где *V*-средняя скорость течения реки на участке №1 , *км/ч*

*Vств.1*=0.87 *м/с*=3.13 *км/ч*

*Vб*-скорость буксировки плота относительно воды, *Vб*=4 *км/ч* /2, стр. 21,25/

 суток

По аналогии, продолжительность рейса в порожнем , против течения реки:

 суток

Продолжительность полного оборота буксировщика в сутках:

*Т0=Тгр+Тпор*=0.6+0.32=0.92 суток

Число оборотов за сутки составит:

*nо=1/Т0*=1/0.92=1.09

За одни сутки судно может отбуксировать объём лесоматериалов в плотах *Wсут ,м3/сут*. Равный

*Wсут*=*Wпл.ср*\**n0*=5518\*1.09=6015 *м3*

где *Wпл.ср*-средний объём плота береговой сплотки (расчёт. табл.2.4)

*n0*-число оборотов за сутки



Общее время в сутках, необходимое на выводку и буксировку всех плотов при одном судне оп-

ределяется:

 суток

где *W*-объём береговой сплотки, *м3*

С учётом возможного периода плотового лесосплава *Тпл*=15 суток (по заданию), для буксировки

всех плотов потребуется судов:



Принимаем 2 буксировщика ЛС-56А.

**3. Организация молевого лесосплава.**

Основным документом организации лесосплава является график лесосплава, который регламентирует объёмы сплава, сроки начала и окончания плотового и молевого сплава, сброски леса в воду с каждого склада выпуска лесоматериалов из притоков, потребность в механизмах и

рабочих на всех фазах сплавного периода.

**3.1. Лесопропускная способность расчётных лимитирующих створов реки.**

Суточная лесопропускная способность при молевом лесосплаве в лимитирующем створе

(*м3/сут*) на каждом участке, определяется по зависимости /2, стр.26/:

, (3.1)

где 3600-секунд в час;

*t*-время движения лесоматериалов через створ. Принимается двухсменная работа на проп-

лаве, *t*=14 час;

*кс*-коэффициент перехода от средней поверхностной скорости *Vпов* к технической скорос-

ти движения лесоматериалов через сжатое сечение “*вс*” лесосплавного хода;

-коэффициент заполнения лесосплавного хода (отношение площади, занятой плывущи-

ми брёвнами на участке сплавного хода, к общей площади этого участка) предельно

допустимый по условиям беззаторного движения.

Для практических расчётов удобнее пользоваться произведением, которое меняется в более узких пределах:

при *V*≤1.5 *м/с* =0.175 /2, стр.26/

при *V≥*1.5 *м/с* =0.155

*V-*поверхностная скорость течения /средняя/, *м/с*;

*вс*-сжатая ширина лесосплавного хода, *м.*

Величину “*вс”* cжатого сечения потока вычисляют по заданной расчётной ширине участков реки,

*вср*  (расчётная табл. 1.5) пользуясь эмпирической зависимостью /2, стр. 27/:

 (3.2)

где -коэффициент использования для лесосплава ширины реки в сжатом сечении.

Таблица 3.1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *вср*, м | 10 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|  | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.42 | 0.37 | 0.33 |

В курсовой работе:

Участок 1- =66.7\*0.40325=26.9 *м*

Участок 2- =35.25\*0.52375=18.5 *м*

*q-*объём лесоматериалов, плотно размещающихся на 1 *м2* водной акватории, *м3/м2*



где *d-*средний диаметр сплавляемых лесоматериалов, *м*. Средний диаметр сплавляемых лесо-

материалов следует принимать, как средневзвешенный (п.4 задания-сортиментный состав

круглых лесоматериалов на складе №1).

 *см*



Результаты расчёта лесопропускной способности реки при молевом лесосплаве заносятся в

табл. 3.2

Таблица 3.2

Расчёт лесопропускной способности реки.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Расчётные характеристики | Значения характеристик для  участков | |
| 1 | 2 |
| 1. Поверхностные скорости-средняя за сплавной период *Vср,*   *м/с* (из табл.1.5)  в начале сплавного периода *Vн, м/с*  в конце сплавного периода *Vк, м/с*   1. Средняя за сплавной период ширина реки, *м* (из табл.1.5) 2. Коэффициент использования для лесосплава ширины реки   в сжатом сечении,   1. Сжатая ширина сплавного хода , *м* 2. Произведение коэффициентов 3. Параметр *q, м3/м2* 4. Число часов работы в сутки, *t* 5. Модуль створа =3600\*14\*0.175\*0.174 6. Суточная лесопропускная способность реки, *N сут.м3*   *Nсут=М\*вс\*Vср.уч.*   1. Возможная продолжительность периода молевого   лесосплава на участке (табл.1.5) *Тв* , суток   1. Расстояние от вышерасположенного берегового склада до   расчётного створа , *км*  12. Расстояние от расчётного створа до нижней границы  участка , *км*  13. Скорость движения “головы” сплава *Vc, км/сутки*  14. Скорость движения “хвоста” сплава *Vх, км/сутки*  15. Расчётная продолжительность сплавного периода *Тр, сут.*  16. Сезонная лесопропускная способность реки, тыс. м3 | 0.68  0.87  0.49  66.7  0.40  26.9  0.175  0.174  14 часов  1534.7  28072.4  40  45  45  34.3  25.7  37  1 038.7 | 0.7  0.9  0.5  35.25  0.52  18.5  0.175  0.174  14 часов  1534.7  19874.1  55  40  50  35.3  26.5  52  1033.5 |

Сезонная лесопропускная способность (*м3*) лимитирующих створов на каждом участке опреде-ляется по формуле:

*Nс=Nсут\*Тр,*

где *Тр*-расчётная продолжительность молевого лесосплава на участке /2, стр. 27/:

, (3.3)

где *Тв*-возможная продолжительность периода молевого лесосплава на участке ( табл. 1.5);

-расстояние от склада или передерживающей запани до расчётного створа, *км*;

-расстояние от расчётного створа до границы участка, *км*;

суток

суток

*Vг, Vх-*соответственно скорость движения “головы” и “хвоста” сплава. Определяется по зависи-

мости /2, стр.27/:

*Vг,х=3.6\*к\*Vпов\*t*, (3.4)

где *к*-коэффициент перехода от средней поверхностной скорости течения к скорости движения

брёвен:

для “хвоста” сплава *кх*=0.6;

для “головы” сплава *кг*=0.8;

*Vпов*-поверхностная скорость течения:

*Vпов=1.25\*V,*  (3.5)

*V*-средняя по живому сечению скорость потока (табл.1.5)

Скорость движения “головы” сплава первого участка:

*Vг1*=3.6\*0.8\*1.25\*0.68\*14=34.3 *км* в сутки

Скорость движения “хвоста” сплава первого участка:

*Vх1*=3.6\*0.6\*1.25\*0.68\*14=25.7 *км* в сутки

По аналогии находим параметры по второму участку:

*Vг2*=3.6\*0.8\*1.25\*0.7\*14=35.3 *км* в сутки

*Vх2*=3.6\*0.6\*1.25\*0.7\*14=26.5 *км* в сутки

Сезонная лесопропускная способность реки, по участкам, определяется по зависимости:

*Nс=Nсут\*Тр*, (3.6)

Сезонная лесопропускная способность первого участка:

*Nсез1*=28072.7\*37=1 038 689.9 м3

*Nсез2*=19874.7\*52=1 033 484.4 м3

Расчётные данные заносятся в табл. 3.2.

**3.2. Организация работ на сброске и проплаве лесоматериалов.**

Возможное число дней для сброски “Тсб” лесоматериалов из штабелей в воду на складах опреде-ляется из разрабатываемого графика лесосплава как разность между датой прохождения “хвоста”

сплава в створе склада и датой начала сброски лесоматериалов в воду. Пуск лесоматериалов в молевой лесосплав с первого склада можно начинать только после отправки последнего плота береговой сплотки. Во избежании обсушки лесоматериалов в притоке следует производить в пер-

вые дни сплава в минимальные сроки укладываясь в лимитированные дни , установленные зада-нием (п.1.7 задания). Пуск лесоматериалов в молевой лесосплав со склада №2 следует начинать в первую очередь так как продолжительность стояния сплавных горизонтов в верховьях рек как правило наименьшая.

В то же время, не допускается превышение расчётной лесопропускной способности реки по участкам. С учётом изложенных обстоятельств суточный объём сброски лесоматериалов (ин-

тенсивность пуска лесоматериалов в сплав), определяется по формуле /2, стр.28/:

 (3.7)

где *Wск*-объём сброски лесоматериалов на участке;

*Тсб*-возможное число дней сброски. Принимается из графика сплава.

Интенсивность сброски на складе №1 (на первом участке)



На складе №2 (на втором участке)



Интенсивность пуска плотов со склада №1 (на первом участке)



Одновременно строится и график лесосплава (рис.3.2), последовательность и методика разработ-ки его излагается в разделе 3.3. Расчёт потребности механизмов и рабочих на сброски лесомате-риалов целесообразно изложить по форме табл. 3.3.

Таблица 3.3

Расчёт потребности механизмов и рабочих на сброску лесоматериалов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристика | Значение характеристик для склада | |
| №1 | №2 |
| Суточный объём лесоматериалов*, Wсут., м3/с*  Тип и марка механизма для сброски леса на воду  Сменная производительность механизма *Псм, м3/смену*  Количество принятых смен *nсм, сутки*  Количество механизмов “*m*”, необходимое для сброски лесо-материалов:    на складе №1  на складе №2  Число рабочих обслуживающих механизм  Ежедневная потребность рабочих *m\*nсм* | 9000  ТСА  900  2  5  -  1  1 | 4400  ЛТ-84  900  2  -  2  1  1 |

В организации первоначального лесосплава предусматривается дистанционно патрульный метод как наиболее прогрессивный. Тип патрульного судна принимается КС- 100А, с техничес-

кой характеристикой:

-скорость хода порожнем-22 *км/ч*;

-норма времени (*Nв*) в машино-часах для обслуживания 1 *км* дистанции лесосплава, в зависимос-

ти от устроенности реки /2, стр.30/.

Для группы устроенности I (В)-*Nв*=0.17 *ч/км*;

Для группы устроенности II (Б)-*Nв*=0.28 *ч/км*;

Для группы устроенности III (А)-*Nв*=0.49 *ч/км*.

Длина дистанции обеспечения без заторного движения лесоматериалов определяется по формуле

/2, стр.30/:

 (3.8)

где *Тсм*-продолжительность рабочей смены в часах , *Тсм*=7 часов;

*Nв*-но䁀ма времени в машино-часах для обслуживания 1 *км* дистанции.

Расчёт ведём с первого участка, начиная от устья реки.

 (группа устроенности уч. №1, по заданию вторая, то есть II (Б), *Nв*=0.28

*ч/км*);

; ; ;

Время обслуживания отрезка дистанции 75 *км* : 75\*0.28=21 *час.*

Второй участок группа II (Б), *Nв*=0.28 *ч/км*

Принимаем:

*Lд1*=21 *км*; *Lд2*=21 *км*; *Lд3*=21 *км*; *Lд4*=22*км.*

В состав патрульной бригады на катере КС-100А, входят всего 10 человек, в том числе:

старшина-моторист-1

лебёдчик-1

оглавщик IV разряда-5

оглавщик V разряда-3

При двухсменной работе (14 часов) численность рабочих на проплаве древесины на одной дис-танции 10\*2=20 часов.

На ? дистанций-140 человек в сутки. Суточная численность рабочих на проплаве, указывается в графике сплава.

Расчёт ежедневной потребности рабочих на перепуск лесоматериалов через передерживаю-щую запань. Объём лесоматериалов (*Wз)* и передерживаюшей запани исчисляется по графику

сплава. К дню завершения плотового лесосплава (21 мая), объём лесоматериалов в передерживающей запани определится:

*Wз*= 4.4\*14+45=106.6 *тыс.м3*

где 4.4 -суточный объём лесоматериалов со склада №2, *тыс. м3;*

14 -дней закрытия запани, в связи с плотовым сплавом на участке 1;

45-объём лесоматериалов поступающий в запань из притока, *тыс. м3* (по заданию).

Из передерживающей запани лесоматериалы целесообразно выпустить в проплав в максимально

короткие сроки, но не превышая суточную лесопропускную способность участка №1 ( 28.0 тыс. м3 ). Предусматриваем по графику лесосплава начать выпуск лесоматериалов из запани 22 мая и завершить за 8 суток трёхсменной работы, то есть к 30 мая. После этого запань снимается и лесоматериалы со склада № 2 идут свободно по первому участку к месту назначения , то есть к устью реки. Таким образом в запани, с учётом восьми суток, сосредоточится лесоматериалов-

106.6+8\*4.2=140.2 *тыс. м3*. Суточный выпуск из запани составит 140.2/8 =17.5 *тыс. м3*.Принима-ем 17  *тыс. м3* в сутки, с учётом гарантированного обеспечения сплава. Тогда по первому участ-ку, с учётом ежедневной сброски со склада №1 расположенного ниже запани-9000 *м3* в сутки имеем-17+9.0=26 *тыс.м3* < лесопропускной способности участка 1. Таким образом, численность

рабочих на перепуск лесоматериалов через передерживающую запань определится. При суточ-

ном выпуске 17000 *м3* и норме 420 *м3* на человека в смену, потребуется 17000/420=39 человек в сутки. При трёхсменной работе 13 человек в смену. Суточная потребность рабочих в запани - че- ловек указывается в графике лесосплава с 22 мая по 29 мая включительно.

**3.3. Разработка совмещённого графика лесосплава.**

Вычерчиваются координатные оси. Левее оси ординат откладывают графу дата сплава, ежед-невная потребность рабочих на сброске, проплаве, запани (без учёта плотового сплава). Ниже оси абсцисс схема реки, места расположения складов, впадения притоков, их загрузка, интенсив-ность сброски лесоматериалов. Далее наносят линии *Тв*-возможная продолжительность лесоспла-

ва по участкам реки (из задания 1.4) и “*Тр*” расчётная продолжительность лесосплава ( по расчё-ту).

На участке №1 откладывается ордината вывода плотов (15 суток из гидрографа створа №1).

Проводятся линии движения “головы” и “хвоста” лесосплава на втором и первом участках. Про-

должительность проплава “головы” и “хвоста” лесосплава определяют путём деления длины участка на скорость их движения (*Vг, Vх*). Окончание лесосплава на втором участке не должно быть позже расчётной продолжительности молевого лесосплава на первом участке.

По данным (п.1.6) задания на график наносят вертикальную линию продолжительности вы-пуска из притока. Двойной вертикальной линией наносят сроки задержки леса в запани и выпус-ка из неё. График лесосплава (рис.3.2) в пояснительной записке следует выполнять на миллимит-

ровой бумаге (желательно формата 297\*420 мм).

**4. Расчёт поперечной запани.**

**4.1. Определение длины пыжа.**

Исходные гидравлические характеристики расчётного створа реки даны в первом разделе расчётной записки. Для расчёта длины пыжа используются гидравлические характеристики для года средней водности (50% обеспеченности). По графику лесосплава выясняют декаду месяца, в течение которой лесоматериалы поступают в запань по формуле (1.20):

*Qд=Qрс\*кдек,*

где *Qрс-*средний расход воды заданного процента обеспеченности в расчётном створе.

, (4.1)

где *Qp%-*среднегодовой расход воды года заданной обеспеченности в створе водомерного поста

(табл.1.1);

*Fрс,F*-соответственно площади водосбора реки в створах расчётном и водомерном поста (при-

нимаются по графику нарастания площади водосбора, рис. 1.1);

*кдек*-модульный коэффициент декадного стока по данным водомерного поста /п.2.2 задания/.

По расходам *Qдек* и рис. 1.4. определяют соответствующие им скорость течения *V*, среднюю глу-

бину *h*, ширину реки в створе запани *вз*. После этого методом последовательных приближений определяют длину лесохранилища для лет 50% и 90% обеспеченности по водности. Если полу-чится, что длина пыжа будет больше расстояния от устья притока до запани, то следует изменить

технологический процесс лесосплава. Или перенести место расположения запани, изменить ин-

тенсивность сброски лесоматериалов или др. Методом последовательных приближений находим длину пыжа.

Длина бревенного пыжа в лесохранилище *Lп*, образованного поперечной запанью опреде-

ляется по формуле /3, стр.98/:

, (4.2)

где *Wср*-расчётный объём лесоматериалов в запани, *м3*;

*ρот-*относительная плотность древесины, *ρот*=0.7;

*η*-полнодревесность пыжа, равная отношению объёма брёвен в пыже к его геометриче-

скому объёму, *η*=0.3;

Таблица 4.1

Средние гидравлические характеристики реки в створе запани (6 мая-начало заполнения запани, по гидрографу створа запани (рис.1.7) *Q50%*=126 *м3/с*, *Q90%*=110 *м3/с*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Процент  обеспе-  ченности  стока, *Р%* | Значение гидравлических характеристик | | | | |
| Расход *Q, м/с*  (по гидрогра-фу, рис. 1.7) | Отметка уров-ня воды *Z, м*  (рис. 1.4) | Скорость тече-ния *V, м/с*  (по рис. 1.4) | Ширина реки  В, м  (по рис.1.4) | Средняя глу-бина реки hр, м (по рис.1.4) |
| 50  90 | 128  115 | 41.2  41.0 | 0.82  0.78 | 65  64 | 2.4  2.2 |

где *вз*-средняя ширина водохранилища при уровне воды в период формирования пыжа, *вз*=65 *м*

(табл. 4.1);

*tср*-средняя толщина пыжа, зависящая от средней бытовой скорости течения “*V*”, средней глу-

бины реки *h* в зоне лесохранилища, длины пыжа *Lп* и от коэффициента стеснения ψ шири-

ны реки пыжом

;

*в-*ширина реки.

Значение *tср* определяется по зависимости (3, стр. 98):

*tср*= *tср0\*φ* (4.3)

где *tср0*-средняя толщина пыжа в зависимости от *V* и *h*, при частном значении *Lп*=700 м и от отно-

сительно плотности древесины *ρот*=0.7;

*φ*-поправочный коэффициент, зависящий от длины пыжа.

Таблица 4.2.

Значения *φ=f(Lп)* (3, стр.98)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Lп* | 100 | 300 | 500 | 700 | 1000 | 2000 |
| φ | 1.2 | 1.1 | 1.04 | 1.0 | 0.96 | 0.92 |

По таблице 4.1. при обеспеченности *Р-50%*, имеем показатели: *V*=0.82 *м/с*; *h*=2.4 *м*. По этим па-

раметрам. С использованием таблицы 16 (3, стр. 98) находим значение *tср0*=0.88 *м*, при частном

значении *Lп*=700 *м*. В первом приближении длина пыжа *Lп1* при Р-50% определяется: 

По аналогии ведётся расчёт *Lп* и для обеспеченности *Р-90%.*

Данные расчёта заносятся в таблицу 4.3.

Таблица 4.3.

Значения длины пыжа при *50%* и *90%* обеспеченности.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обеспеченность | *tср0*, *м* | *Lп1, м* | φ | *tср,*  *м* | *Lп*, *м* |
| 50  90 | 0.82  0.78 | 4703.0  4906.0 | 0.92  0.92 | 0.77  0.77 | 4969.7  4980.3 |

Значение от запани до устья притока 5 км ( по заданию). В расчёте *Lп*=4.9 *км*, что обеспечивает

достаточную ёмкость молехранилища.

**4.2. Выбор типа запани, расчёт сил, действующих на запань.**

Расчёт силы давления пыжа на запань следует вести для гидравлических характеристик реки в

створе запани, соответвтвующим максимальному расходу воды 10% обеспеченности. По расчёт-ным результатам расхода воды *Q*  ( формула 1.7) и данным гидравлических характеристик (рис.1.4) в створе запани, имеем основные параметры, которые приведены в табл. 4.4.

Таблица 4.4.

Гидравлические характеристики в створе запани при *Р-10%.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Обеспеченность  Р, % | Расход воды *Q*,  *м/с* | Скорость тече-ния *V, м/с* | Ширина реки вз,  *м* | Глубина реки *h*, *м* |
| 10 | 351.8 | 1.25 | 78 | 3.9 |

При скорости течения *V*>0.75 *м/с* принимаем лежнево-сетчатую запань. Сила давления пыжа на запань определяется по зависимости /3, стр. 100/:

 (4.4)

где *Lр*-расчётная длина пыжа. При *Lп* >8\**вз*. Принимаем *Lр* = *Lп* , при *Lп* <8\**вз* , *Lп* =8\**вз* ;

*вз*-средняя ширина реки в пределах расчётной длины пыжа;

*τп-*среднее удельное давление потока на единицу площади пыжа;

*τв-*среднее удельное давление ветра на единицу площади пыжа;

*β*-коэффициент, учитывающий взаимодействие пыжа с берегами, зависящий от отношения

*Lр*/*вз*;

*β* 1-коэффициент, учитываюший извилистость русла. В курсовой работе принимается *β* 1=1.

*τп* определяется по формуле и таблице /3, стр.100где

*τп*=*τп1\*ϕτ*, (4.5)

где *τп1*-удельное давление потока на пыж при частном значении потока на пыж при частном значении *Lп*=700 *м* /3, стр. 100/;

*ϕτ*-поправочный коэффициент, зависящий от длины пыжа, имеющий значения:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Lп* | 100 | 300 | 500 | 700 | 1000 | 2000 |
| *ϕτ* | 1.75 | 1.30 | 1.05 | 1.0 | 0.80 | 2.57 |

*τв* определяется по формуле:

 , (4.6)

где -опытный коэффициент, зависящий от скорости ветра *Vв*, =0.023;

*ρв*-плотность воздуха, *ρв*=1.3;

*Vв*-скорость ветра, *Vв*=12 *м/с.*

В курсовой работе:  *Lп* =8\**вз*=8\*78=624 *м; τп1*=50 Па; *ϕτ*=1.05; *τп*=50\*1.05=52 Па ;

*τв*=0.023\*1.3\*122/2=2.15 Па; *β*=0.38 /3, стр.98/

Сила давления пыжа на запань, *Рд*:

*Рд*=

**4.3. Выбор крепления запани (опор и лежней).**

Натяжение лежня запани определяется по зависимости /3, стр. 103/:

*T=k\*Pд* , (4.7)

где *к*-коэффициент, зависящий от стрелы провеса лежня *f* , принимается по таблице 19

/3, стр.104/.

Рекомендуется значение *f* = 0.3\**вз*, при этом длина лежня в пределах запани *L*=1.23\**вз*, коэффи-

циент *к*=0.57 .

В курсовой работе натяжение лежня определяется:

*Т*=0.57\*1010.711=576139 *Н*

Расчётное натяжение лежня определяется по зависимости /3, стр. 104/:

*Тр*=3\**Т* (4.8)

где 3-коэффициент запаса, принимаемый для лежней

*Тр*=3\*576139=1728417*Н*

По лежнево-сетчатой запани натяжение верхней ветви лежня *Тв* определяется /3, стр. 104/:

, (4.9)

где *tп*-поводная толщина пыжа у запани, принимается по таблице 29, *tп*=*f(V,h)* (3, стр. 105); *tп*=2;

*а*-возвышение верхней ветви лежня над водой , в зависимости от конструкции плитки запани,

рекомендуется *а*=0.35 /3, стр. 104/.

*Тв*=

Натяжение нижней ветви лежня *Тн*:

*Тн=Тр-Тв*=1728417-1029695=698722*Н*

Для лежней принимают канаты диаметром от 30 до 60 *мм*.

Число канатов определяют по зависимости /3, стр. 104/:

, (4.10)

где *R*-разрывное усилие каната.

Расчётное натяжение в подвесках *Тр. пд* определяют по эмпирической зависимости /3, стр. 104/:

*Тр. пд*=0.21\**Руд\**, (4.11)

где *Руд*-удельное натяжение лежня, приходящееся на 1 *м* его длины в пределах речной части:

, (4.12)

где *Lр.ч*.=1.23\*вз=1.23\*48=96м

*Руд*= на погонный метр;

-расстояние между подвесками. Принимается не менее 0.5 длины сплавляемых лесома-

териалов; =4.5/2=2.25 *м*

тогда *Тр.пд*=0.21\*18004\*2.25=8507 *Н*

Выбор канатов:

-верхняя ветвь лежня имеет расчётное натяжение

*Тр.в.*=1029.7 *кН*

-нижняя ветвь имеет: *Тр.н.*=698.7 *кН*

Принимается лежень: верхней ветви-канат стальной, двойной свивки, *d* = 35.5 *мм* ;

-типа ТК, конструкции 6\*30\*(6+12+12)+1 о.с., ГОСТ 3085-69, маркировочная группа проволо-

ки 1962*мПа*, масса 1000 *м* – 6270.0 *кг*;

-размерное усилие 1138 *кН* >1029=*Тр.в.* , что удовлетворяет существующим параметрам.

Нижняя ветвь-канат стальной *d* = 30 *мм*, двойной свивки, типа ТК конструкции 6\*30\*(6+12+12) +1 о.с., ГОСТ 3085-69, маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву 1962 *мПа* . Разрывное усилие 804 *кН*  > *Тр.н.*=698.7 *кН* , масса 1000 *м* – 6270 *кг* .

Длина лежня определяется по формуле:

*Lл*=1.23\**вз*+100+20, (4.13)

где 100 и 20 –расстояние от уреза воды до опор и концов закрепления на анкере.

*Lл*=1.23\*78+100+20=216 *м*

Рис. 4.1. Схема к расчёту лежня

1-анкерная опора; 2-лежень3-плитка запани; *f*-стрела прогиба; *вз*-ширина реки в створе запа-

ни в период формирования пыжа.

Канат для подвесок, при *Тр.пд*=7.0 *кН* . Принимаем канат стальной d=18 (меньше не допускается для запаней), двойной свивки, типа ЛК-Р конструкции 6\*19\*(1+6+6+6)+1о.с., ГОСТ-2688-80, маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву 1600 *мПа*, масса 1000 *м*-844.0 *кг*, разрывное усилие 169 *кН* >7.0 *кН* .

Длина подвесок определяется по формуле /3, стр. 105/:

, (4.14)



Количество подвесок:

,



Наплавные элементы и береговые опоры. Принимаем две береговые анкерные опоры, так как

Берег незатопляемый, в качестве опоры принимаем анкерно-стенчатую.

Рис. 4.2. Схема к расчёту анкерно-стенчатой опоры.

Высота опорной стенки (*hс*) определяется по зависимости /3, стр. 114/:

=, (4.13)

где *m*-коэффициент запаса устойчивости, *m*=1.75;

*Рг*-нагрузка на опору, определяется как значение натяжения лежня, *Т*=576139 *Н*;

*ρг*-плотность грунта, *кг/м3*, *ρг*=1900;

*λп*-коэффициент пассивного отпора грунта /3, стр. 113/:

, (4.16)

*ϕ*-угол внутереннего трения грунта, *ϕ*=400,



-длина стенки (анкера), =6 *м*;

*вг*-ширина траншеи, *вг*=1.2 *м*

=

Диаметр стоек определяется по формуле /3, стр. 114/:

, (4.17)

где -допускаемое натяжение древесины, =102\*105 *Н/м2*



Размеры анкера. Анкер рассчитывают как балку, лежащую на двух опорах и нагруженную

сосредоточенной нагрузкой *Рг.л.*, с расчётным пролётом .

Рис. 4.3. Расчётная схема анкера.

Момент сопротивления анкера *W0* определяется:

, (4.18)

, (4.19)

где *Рг.а*.-нагрузка на анкер.

*Рг.а.*=1.75. *Тлеж*=1.75\*576139=1008243 *Н;*

-расчётный пролёт балки (анкера), /3, стр.114/:



где -длина анкера, =6 *м*;

*вп*-ширина призмы, *вп*=6 *м*;

 =3 *м*;

 ; 

При круглом сечении анкера, момент сопротивления *W*:

*W*=0.1\**d3*

При квадратном сечении анкера: 

0.07=0.01\**d3*; 

Параметры анкера при квадратном сечении:

0.07=; 

Наплавные сооружения запани-плитки. Принимаются двухрядные запанные плитки размерами 4.5\*6.5 *м*.

Количество плиток *nпл*определяется:



где 80-ширина реки в створе запани;

1.23-удлинение лежня в русловой части за счёт стрелы прогиба “*f*”

4.5-ширина запанной плитки.