

Связь между $K_{A_{\text{ср}}}$ для максимальных уровней в зависимости от расстояния можно принять почти прямолинейной на полулוגарифмической клетчатке, поэтому уравнение прямой в этих координатах может быть представлено формулой

$$K_{A_{\text{ср}}} = \frac{\lg L}{a}, \quad (3)$$

где $K_{A_{\text{ср}}}$ - модульный коэффициент уровня в долях от средней амплитуды; a - коэффициент, зависящий от величины обеспеченности уровня; L - расстояние от начального поста, в км.

В результате обработки фактических данных получены следующие значения коэффициента a (табл. 4).

Как видно из табл. 4, для каждой обеспеченности коэффициент a изменяется в небольших пределах, поэтому считаем возможным для расчетов пользоваться средними значениями a , т.е. заменить ломаные линии на рис. 3 и 6 прямыми. Это не сколько снижает точность определения уровня, однако облегчает перенос их в промежуточные расчетные створы. В итоге получены следующие расчетные формулы (табл. 5).

При пользовании формулами вместо обычной интерполяции по графику максимальная ошибка составляет +3,6%.

УДК 627.43:630*.387

М.Г.Красник, канд.техн.наук,
Р.И.Герман, Е.С.Санкович

О ВЛИЯНИИ ТОПЛЯКОВ НА ФИЛЬТРАЦИОННЫЙ ПОТОК В ПЛОТИНАХ ЗАПАННОГО ТИПА

В настоящее время практика лесосплава во многих случаях требует иметь временные лесосплавные плотины гибкой конструкции, применение которых позволяет не только лучше использовать природные ресурсы, но и с большим экономическим эффектом решать вопросы повышения производительности труда. Гибкий флотбет таких плотин укладывается на дно и берега реки (при этом проводятся минимальные планировочные, русловыправительные работы) и удерживается в рабочем положении за счет возникающей разности давлений поверхностного и грунтового потоков. Если в русле реки, в створе установки плоти-

ны имеются осевшие на дно и заиленные бревна (топляки), то в практике установки плотины применяется укладка флютбета непосредственно на них. Поэтому целью наших исследований явилось изучение картины движения фильтрационного потока при наличии топляков и выработка рекомендаций для установки плотин в этих условиях. В соответствие с поставленной целью основной задачей лабораторных и натуральных экспериментов была оценка влияния топляков на параметры фильтрационного потока под гибким флютбетом и получение при этом его основных характеристик.

Плотины запанного типа, как правило, устанавливаются на первоначальных водных путях, где проводится молевой сплав. Потери от утопа при этом неизбежны. Древесина вследствие длительного пребывания в воде теряет свою плавучесть, оседает на дно и с течением времени заливается. Все топляки обычно укладываются в русле вдоль течения. При исследовании они были разбиты на две группы в зависимости от степени заиления и от места их положений по отношению к обрезу гибкого флютбета.

К первой группе относятся топляки, заиленные на глубину, большую самозаглубления флютбета. Учитывая неровности рельефа дна, нами принято предельное заглубление их $(0,3-0,4)H$ (где H — напор на плотину), при котором можно не считаться с наличием топляков. Таким образом, вне зависимости от положения топляков над ними можно укладывать гибкий флютбет.

Все топляки, менее заглубленные, чем $(0,3-0,4)H$, подразделяются на две группы: к первой группе относятся топляки, которые расположены под флютбетом, не пересекая верхового и низового его обрезов; ко второй — относятся топляки, которые могут пересекать верховой или низовой обрез флютбета.

Первая группа топляков, как следует из предварительных опытов, может оказывать влияние на работу флютбета только тогда, когда они выстилают дно под флютбетом на значительной части живого сечения, образуя как бы водоупор.

Вторая группа может также оказывать влияние на работу флютбета, но только в том случае, если будет препятствовать его самозаглублению.

Для оценки влияния заиленных в русле реки топляков на параметры фильтрации под гибким флютбетом было выбрано несколько схем их расположения, которые были приняты из чисто физических соображений. Несколько опытов было поставлено с расположением модельных бревен, имитирующих топляки, вдоль флютбета без выдвигания их в нижний бьеф. Опыты проводи-

лись и при другой схеме расположения топливков, т.е. выдвиганием их в нижний бьеф за обрез флютбета. Изучалась также напорная фильтрация при наличии под флютбетом топливков, охватывающих только часть живого сечения грунтового потока.

Опыты проводились в фильтрационном лотке. Расчетный напор для проведения опытов определялся по методике, предложенной кафедрой. При этом по графику [1] был определен выходной градиент. Коэффициент неоднородности грунта $\eta = 10,9$,

$I_{\text{вых}} = 0,48$. Тогда $I_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{вых}}}{2,2} = 0,217$. При длине модели флютбета 690 мм расчетный напор равен $H = I_{\text{ср}} \cdot L = 0,217 \cdot 690 = 149,7$ мм.

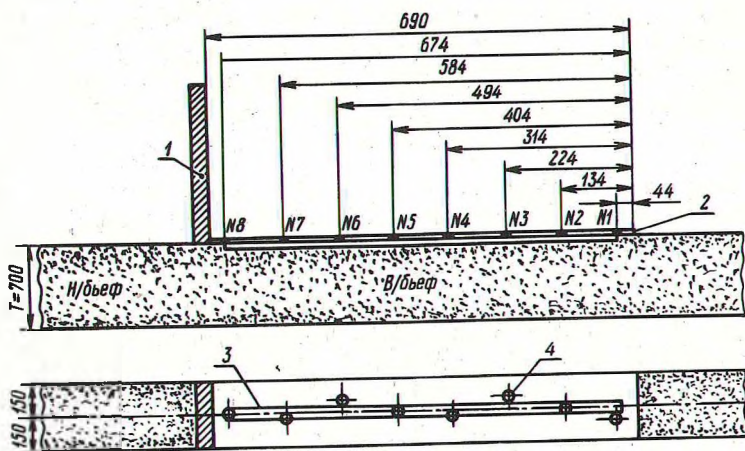


Рис. 1. Схема укладки топливков и расположения пьезометров: 1 – экран; 2 – флютбет; 3 – топливк; 4 – пьезометры.

С этого напора и начинались все проведенные опыты. Полученные в опытах показания пьезометров сравнивались с их теоретическими значениями. Для пьезометров, которые располагались под бревном, показания отличались от вычисленных по гидродинамической сетке для случая отсутствия топливка. Показания остальных пьезометров должны были совпадать с результатами, полученными по гидродинамической сетке. Однако такое совпадение наблюдалось только у 7-го и 6-го пьезометров (рис. 1). Остальные пьезометры давали расхождения данных на 15–35%. Это позволило сделать заключение, что плотное прилегание флютбета к грунту основания около бревна отсутство-

вало. Заметные следы суффозии, обнаруженные в нижнем бьефе, не привели к разрушению основания грунта, так как модельные бревна в этих опытах были уложены на определенном расстоянии от низового обреза флютбета. Это давало возможность эластичной и гибкой модели флютбета самозаглубляться под действием напора в низовой своей части и локализовало разрушение. После снятия флютбета в этих опытах были обнаружены следы самозаглубления его по всей ширине лотка на глубину 2–2,5 см.

В опытах, где часть модельного бревна выходила за низовой обрез флютбета, вокруг участка бревна, выведенного в нижний бьеф, было замечено разрушение грунта. Это можно объяснить отсутствием возможности самозаглубляться низовой части флютбета. Проведенные опыты показали, что наиболее опасными в смысле создания путей сосредоточенной фильтрации являются топляки, расположенные вдоль течения и соединяющие верхний бьеф с нижним.

В двух опытах флютбет был уложен непосредственно на бревно, которое укладывалось за подлицо с грунтом и выдвигалось за обрез флютбета. В этом случае наблюдались сильные разрушения. Таким образом, необходимо было исследовать, на каком удалении бревна от флютбета разрушение будет отсутствовать. Такая задача решалась при помощи опытов на приборе ЭГДА.

В процессе этих опытов рассматривалось двухмерное движение под гибким флютбетом при наличии топляков, т.е. плоская задача фильтрации. При этом основное внимание было уделено изучению картины изменения гидродинамической сетки на выходе потока в нижний бьеф при наличии топляков под флютбетом и при различном их расположении по глубине. Моделирование проводилось на электропроводной бумаге с постоянным сопротивлением. При изготовлении моделей были соблюдены следующие условия моделирования: 1) геометрическое подобие моделей и области фильтрации; 2) соответствие граничных условий: водопроницаемым участкам в натуре на модели соответствуют участки, проницаемые для электричества, а участкам водонепроницаемым соответствуют участки, не проницаемые для электрического тока. Чертеж изучаемой области фильтрации вычерчивался в принятом масштабе на электропроводной бумаге и вырезался. Для прикрепления шин на соответствующих краях модели оставлялись напуски шириной 3–5 мм.

При проведении опытов первоначально были приняты две схемы расположения топляков под гибким флютбетом: топляки,

ориентированные вдоль потока, и топляки, ориентированные поперек потока. Однако первоначальные опыты показали, что основное внимание следует уделить наиболее вероятной схеме их расположения, т.е. случаю, когда они расположены вдоль потока.

При расположении топляков вдоль русла из фольги вырезалась прямоугольная полоска, соответствующая определенной длине и диаметру топляка, и наклеивалась на модель из электропроводной бумаги в заданном месте области фильтрации. Изготовленные таким образом модели служили для получения линий тока.

Для получения линий равных напоров топляки моделировались путем удаления части электропроводной бумаги, соответствующей его размерам в месте их расположения под флютбетом. Все модели изготовлялись в масштабе 1:50. Полученные линии равных напоров и линии токов совмещались на одной с модели для получения гидродинамической сетки исследуемой области фильтрации (рис. 2). При получении гидродинамических сеток заглубление топляков в грунт составляло 0,5 d, 1,0 d и 2,0 d, что в натуре соответствовало 0,15 м, 0,30 м и 0,6 м.

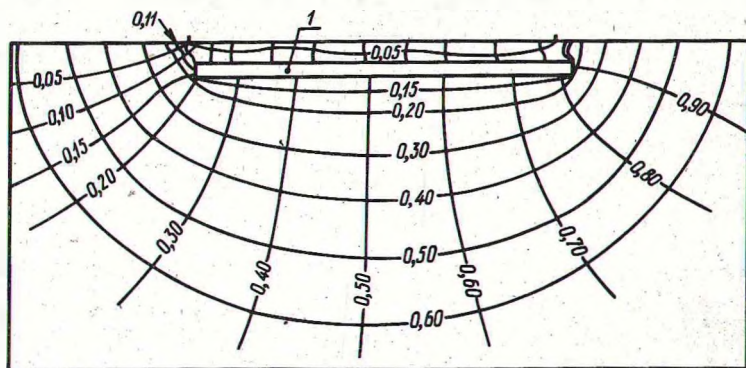


Рис. 2. Гидродинамическая сетка для флютбета при наличии топляка с заглублением 0,3 м: 1 – топляк.

Имея гидродинамическую сетку, можно определить основные характеристики фильтрационного потока. В качестве основной характеристики фильтрационного потока для оценки полученных гидродинамических сеток был принят градиент напора на выходе фильтрационного потока в нижний бьеф, который может быть определен для любой точки области фильтрации по зависимости

$$I = \frac{\Delta h}{\Delta S},$$

где Δh - разность напоров между соседними линиями равных напоров; ΔS - расстояние между теми же линиями равных напоров, измеренное по линии тока с учетом масштаба чертежа.

Так были получены градиенты для всех случаев заглубления топляка. Анализ полученных данных показал, что картина обтекания флютбета при наличии топляков вблизи низовой кромки практически не меняется. Это видно также и при сравнении этих сеток с сеткой для плоского незаглубленного флютбета при отсутствии топляков. Для того, чтобы изменилась картина фильтрационного потока в низовой части, необходимо топляк вплотную приблизить к флютбету, т.е. превратить его в заглубленный.

Таким образом, можно предположить, что при наличии топляков под флютбетом на некоторой глубине флютбет также начнет заглубляться за счет больших фильтрационных скоростей у низовой кромки. При близком их расположении флютбет соприкоснется с топляком и создаст пути сосредоточенной фильтрации, что может привести к разрушению сооружения.

Для проверки результатов, полученных при изучении фильтрации на приборе ЭГДА при наличии топляков, необходимо было провести натурные исследования плотин запанного типа. Исходя из анализа опытов заглубление топляка принято на глубину 0,75 d. Натурные опыты должны были также подтвердить возможность появления суффозии вокруг топляков, выведенных в нижний бьеф.

Натурный опыт проводился на реке Тайвоколе, протекающей по территории полевой лаборатории ЦНИИЛесосплава в Ленинградской области. Перед постановкой плотины под флютбет были уложены 3 еловых бревна длиной 5,5 м и диаметром 8 см, которые в течение 12 дней содержались в воде. При их укладке учитывались результаты лабораторных исследований, а именно то, что наиболее вероятное и опасное расположение топляков следует принимать вдоль потока с выходом их в нижний бьеф. Исходя из этого, они размещались вдоль потока по оси флютбета со смещением на 40 см в нижний бьеф от линии сопряжения экрана с флютбетом. После расположения в русле реки топляков укладывался флютбет и производилась установка экрана.

Опыт проводился с 9 по 26 июля 1976 г. Весь этот период напор на плотину составлял 165 - 170 см. Осмотр нижней части грунта под флютбетом, примыкающим к месту укладки топляков, показал, что они обнажились. После прекращения

опыта был обнаружен вымыв грунта вокруг топляков. Как показал анализ эксперимента, это разрушение произошло вследствие суффозии из-за наличия топляков, так как другие причины разрушения были в опыте исключены.

Анализ результатов опытов показывает, что содержание топляков в грунте основания может влиять на картину фильтрации под гибким флютбетом в зависимости от их места положения и концентрации в грунте:

1) при расположении топляков в небольшом количестве на глубине большей, чем $0,4 H$, они не оказывают существенного влияния на параметры фильтрации и могут не учитываться при гидротехническом расчете флютбета;

2) при наличии небольшого количества топляков в слое грунта на глубине менее $0,3 H$ они могут оказывать влияние на параметры фильтрационного потока, что должно учитываться в гидротехническом расчете;

3) при большой насыщенности русла топляками следует избегать установки плотины в этих местах или очищать русло от топляков в слое глубиной до $0,3 H$.

Л и т е р а т у р а

1. Красник М.Г., Герман Р.И., Санкович Е.С. Методика гидротехнического расчета гибких устоев плотин запанного типа. — В сб.: Механизация лесоразработок и транспорт леса, вып. 8. Минск, 1978.

УДК 630*.378.7

О.С.Бурмейстер

О БОРТОВОЙ КАЧКЕ СПЛОТЧНОЙ МАШИНЫ БТИ-2В

Место установки сплоточной машины БТИ-2В на сплавном рейде определяется принятой транспортно-технологической схемой работы рейда. Место работы машины выбирается с таким расчетом, чтобы от сортировочной сетки до машины располагался подводящий коридор, обеспечивающий бесперебойную подачу древесины для проведения сплотки.

Наибольшим колебаниям машина подвергается, как показала ее эксплуатация, когда понтоны расположены лагом к набегающим волнам, образованным от проходящих рядом судов. Колебания машины в значительной мере влияют на ее работоспособность и на возможность работы обслуживающего персонала.