

$$\varphi_1 = \arctg \left(\frac{Y_{L1} - Y_i}{X_{L1} - X_i} \right); \quad \varphi_2 = \varphi_1 + \pi.$$

Если выполняется условие $X_i - X_{L1} \leq 0$, то углы находим по формулам $\varphi_{i,L} = \varphi_1$; $\varphi_{L1,L} = \varphi_2$. Если же не выполняется, то углы определяются по формулам $\varphi_{i,L} = \varphi_2$; $\varphi_{L1,L} = \varphi_1$, где L — число контактов на каждом бревне.

Перебирая все контакты, определяем их координаты по формулам:

$$ХТК_{i,L} = R_i \cos(\varphi_{i,L}) + X_i; \quad УТК_{i,L} = R_i \sin(\varphi_{i,L}) + Y_i.$$

В результате выполнения описанной в данной статье блок-схемы имеются координаты центра тяжести, угол между центрами, ряд точек контакта, углы между точками контакта и номера соседних контактов для каждого бревна.

Используя полученные данные, можно производить как геометрический, так и силовой расчет пакета: определять значение коэффициента заполнения пакета в зависимости от диаметра бревен и размеров контейнера, средневзвешенное отклонение диаметров, находить действующие на стенки распорные усилия, точку приложения равнодействующей сил давления, центр тяжести пакета, натяжение обвязки, а также форму пакета в обвязке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р е у т о в Ю.М. Расчеты пучков (пакетов) круглых лесоматериалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1975. — 152 с.

УДК 634.0.37:625

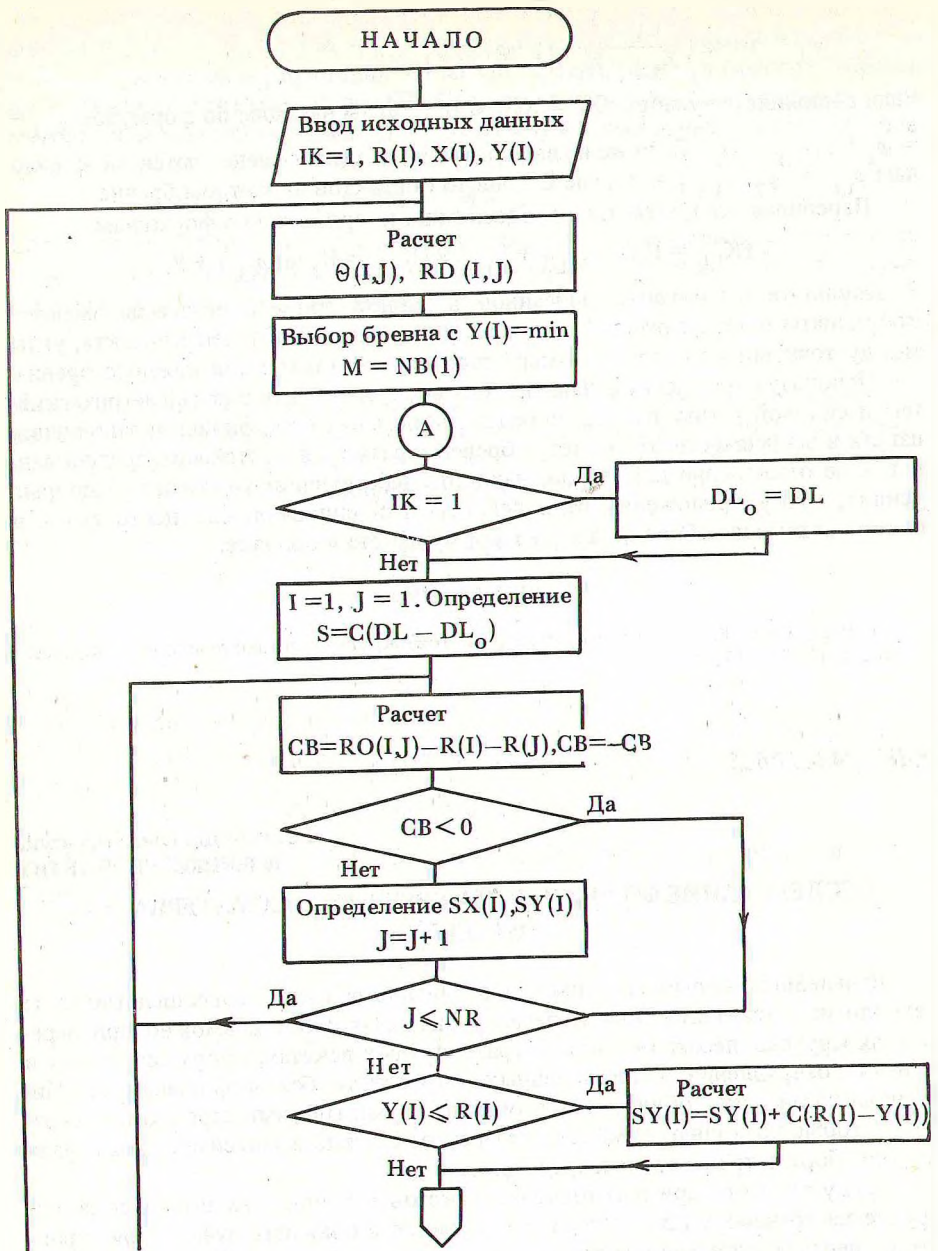
С.С.ЛЕБЕДЬ, канд.техн.наук,
Ю.В.ЯНКОВСКИЙ (БТИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ ПАКЕТА КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ НА ЭВМ

Дальнейшее повышение производительности труда, совершенствование технологии нижнескладских и лесоперевалочных работ возможно при перевозках круглых лесоматериалов в транспортных пакетах, сформированных в пунктах отправления и доставленных потребителю без расформировки. Цилиндрический пакет обвязывается обычно двумя гибкими строп-контейнерами, которые позволяют изменять поперечное сечение в зависимости от ограждающих бортов транспортных средств.

Ввиду того что при изготовлении пакетов и пучков, их штабелевке, погрузке на транспорт необходимо знать усилия в обвязках пучков или строп-контейнерах, распорные усилия от бревен на стойки накопителей и стенки вагонов.

С целью экономии средств и времени исследования необходимо проводить с использованием ЭВМ, моделируя различные способы укладки, всевозможные значения параметров, характеризующих свойства как обвязки, так и самих лесоматериалов.



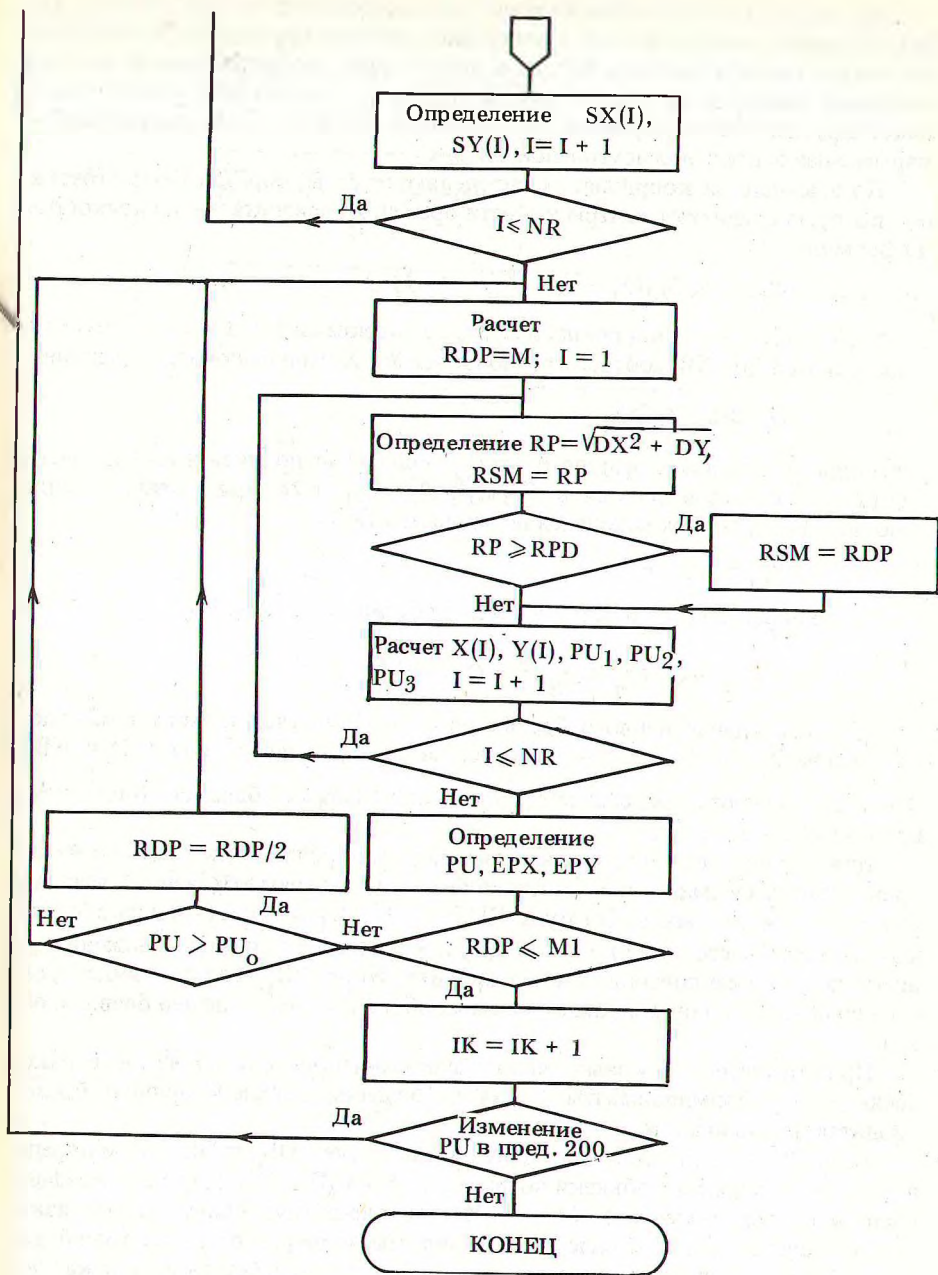


Рис. 1. Принципиальная блок-схема исследования формы пакета лесоматериалов.

На рис. 1 приведена блок-схема для исследования формы пакета. По разработанной ранее методике в поперечном сечении определяются координаты центра тяжести каждого бревна с диаметрами, распределенными по нормальному закону. В результате выполнения программы на ЭВМ моделируется пакет круглых лесоматериалов, состоящий из NR бревен, расположенный в кармане-накопителе прямоугольной формы.

По имеющимся координатам определяются углы, образованные отрезками, которые соединяют центры тяжести бревен, и горизонтальной плоскостью по формуле

$$\varphi_{ij} = \arctg [(Y_j - Y_i) / (X_j - X_i)],$$

где Y_j, Y_i и X_j, X_i — координаты бревен с индексами $J = I - 1$ и I , изменяющимися от 1 до NR соответственно по оси Y и X. При выполнении условий

$$\varphi_{ij} > 0; X_j > X_i \quad (2)$$

углы определяются по формуле $\theta_{ij} = \varphi_{ij}$. Если же выполняется только условие (2), то углы вычисляются по формуле $\theta_{ij} = \varphi_{ij} + 2\pi$. При невыполнении условий (1) и (2) угол находится по зависимости

$$\theta_{ij} = \varphi_{ij} + \pi.$$

Далее определяются расстояния между бревнами по формуле

$$RO_{ij} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}.$$

Для нахождения первого бревна, по которому будет проходить обвязка, из массива Y_i выбирается наименьшее значение, имеющее индекс $M = NB_1$.

Затем определяются остальные бревна, охватываемые обвязкой. Блок-схема приведена на рис. 2.

Для определения длины обвязывающего материала после каждого цикла производится суммирование расстояний между центрами бревен обвязанных ранее и обвязываемых по формуле $DL = DL + RO_{M,N}$, где N — индекс бревна, который изменяется от 2 до NR. Далее проверяется окончание наложения обвязки по условию повторяемости в массиве $NB_i = NB_1$, где I — индекс, определяющий число бревен, охватываемых обвязкой; NB — номер бревна в обвязке.

При отсутствии боковых стенок бункера-накопителя обвязанный пакет начинает переформировываться. Для нахождения новых координат бревен вводится переменная IK.

Если $IK = 1$, то начальная длина обвязки будет $DL_0 = DL$. Затем определяется сила натяжения обвязки по формуле $S = C(DL - DL_0)$, где C — коэффициент жесткости материала обвязки. Изменяя начальную длину DL_0 обвязки, можно задаваться любой силой натяжения. Находим разность расстояний для дальнейшего определения проекций на оси X и Y сил, действующих на каждое бревно, по формуле $CB = -(RO_{ij} - R_i - R_j)$, где R_i и R_j — радиусы бревен с индексами I и J.

Если $CB > 0$, то определяем проекции суммы сил взаимодействия между

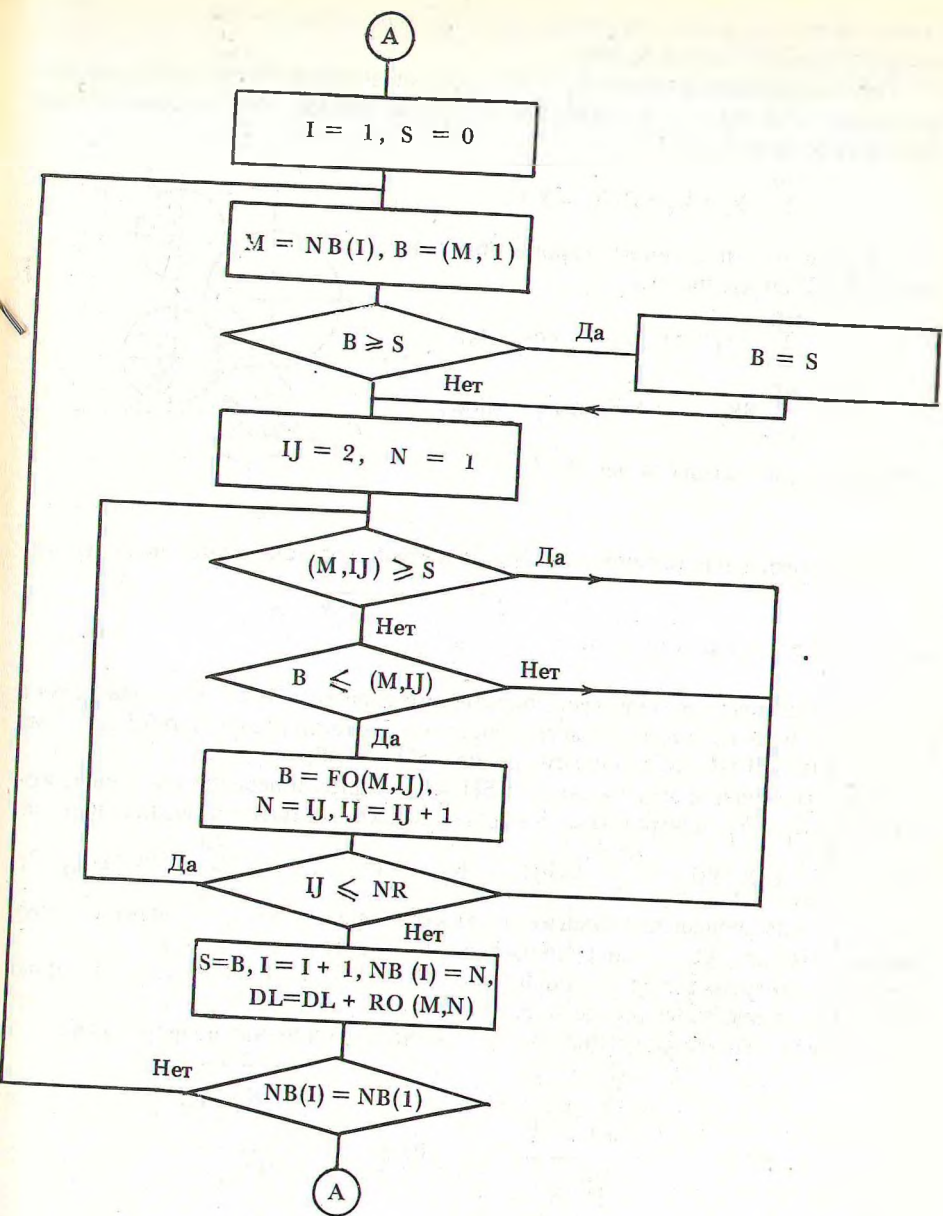


Рис. 2. Блок-схема выбора бревен, по которым проходит обвязка.

бревнами по формулам: $SX_i = SX_i - C \cdot CB \cos(\theta_{ij})$; $SY_i = SY_i + G_i - C \cdot CB \times \sin(\theta_{ij})$, где G_i — масса бревна.

При выполнении условия $Y_i \leq R_i$, т.е. определении бревен, которые контактируют с дном, будем находить проекцию суммы сил давления между бревнами по формуле

$$\sum_{i=1}^{NR} SY_i = G_i + C(R_i - Y_i).$$

Проекция суммы сил со стороны обвязки на оси X и Y определяются:

$$\sum_{i=1}^{NR} SX_i = S(\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1);$$

$$\sum_{i=1}^{NR} SY_i = G_i + S(\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1).$$

Углы φ_1 и φ_2 показаны на рис. 3.

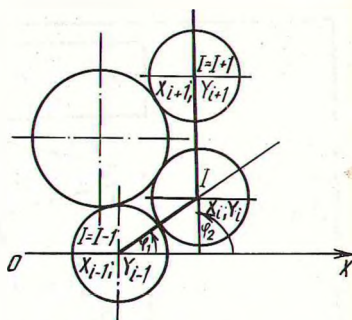


Рис. 3. Углы обвязки.

Для определения радиусов смещения лесоматериалов нужно находить ра-

диус перехода по формуле $RP = \sqrt{\left(\frac{SX_i}{C}\right)^2 + \left(\frac{SY_i}{C}\right)^2}$.

Задаемся значением радиуса допустимого перехода RDP, который может изменяться в зависимости от быстродействия и точности расчетов от 0,5 до 2 см.

Если $RP \geq RDP$, то радиус смещения $RSM = RDP$.

При выполнении этого условия $RSM = RP$. Далее определяются новые координаты X_i и Y_i центров тяжести бревен в пакете, а также значения энергий:

$$PU_1 = \sum_{i=1}^{NR} G_i Y_i; PU_2 = \sum_{i=1}^{NR} C(R_{0ij} - R_i - R_j)^2 / 4; PU_3 = \sum_{i=1}^{NR} C(DL - DL_0)^2 / 2,$$

где PU_1 — потенциальная энергия сил тяжести бревен; PU_2 — энергия упругой деформации; PU_3 — энергия растяжения обвязки; $J = I - 1$.

Общая энергия находится по формуле $PU = PU_1 + PU_2 + PU_3$. График $PU = f(IK)$ представлен на рис. 4, а.

Далее определяется среднее квадратическое отклонение по формулам:

$$EPX = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{NR} (SX_i/C)^2}{\sum_{i=1}^{NR} X_i^2}}; EPU = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{NR} (SX_i/C)^2}{\sum_{i=1}^{NR} Y_i^2}}$$

где EPX и EPU — среднее квадратическое отклонение координат по осям X и Y.

Графики $EPX = f(IK)$ и $EPU = f(IK)$ показаны на рис. 4, б.

Задаемся значением $M1 = 0,1 \dots 0,001$. Если $RDP \leq M1$, то проверяется неравенство $PU > PU_0$. При выполнении этого условия определяются $RDP =$

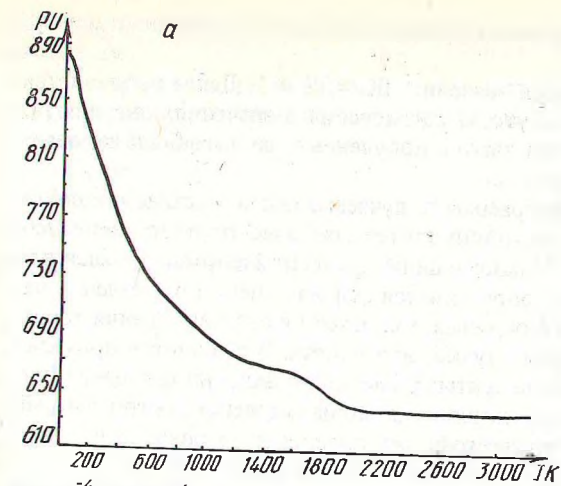
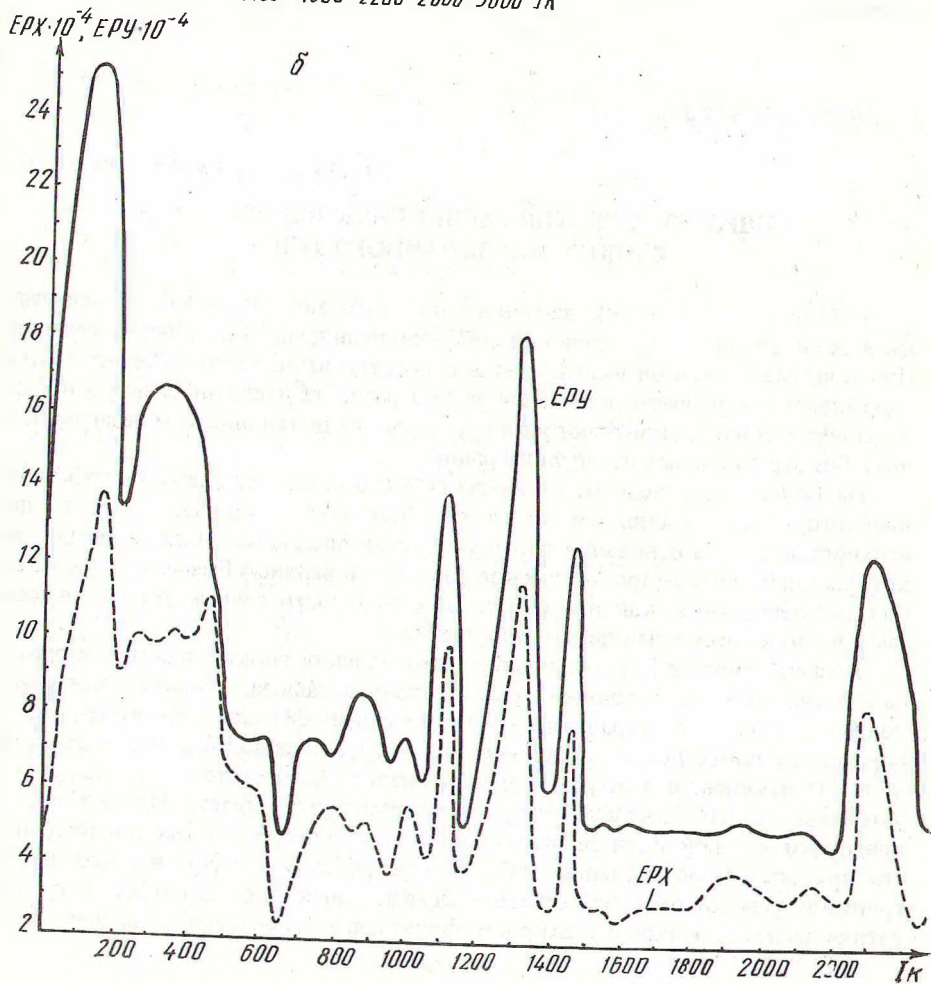


Рис. 4. Графики зависимости
 $PU = f(IK)$ (а) и $EPX = f(IK)$,
 $EPY = f(IK)$ (б).



= $RDP/2$ и вычисляются новые значения радиуса смещения, координат и энергий.

Если $RDP > M1$, то находится значение $IK = IK + 1$. Далее проверяется условие окончания счета. При отсутствии изменения в значениях энергии PU в определенном интервале IK печатаются полученные данные. Если же изменения есть, то все расчеты повторяются.

В результате выполнения программы получаем значения установившихся координат всех бревен, по которым проводится графическое построение месторасположения лесоматериалов в пакете цилиндрической формы, охваченных гибкой обвязкой. Из построения определяется форма поперечного сечения пакета. Задаваясь различной длиной обвязки, т.е. изменяя силу натяжения троса, производится исследование формы пучка, или пакета. В результате применения описанного в данной работе алгоритма решения поставленной задачи можно определять усилия в обвязках, их длину и площадь сечения, которые необходимы при расчетах элементов пакетоформирующих и грузозахватных механизмов.

УДК 634.0.378:627.4.001.24

Р.И.ГЕРМАН,Л.Н.АЛЕЩЕНКО (БТИ)

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГИБКОГО ФЛЮТБЕТА В ПЛОТИНАХ ЗАПАННОГО ТИПА

Гибкий флютбет плотин запанного типа изготавливается из водонепроницаемых материалов и представляет собой полотнище прямоугольного сечения. При монтаже плотин он укладывается непосредственно на дно и берега реки и удерживается в рабочем положении за счет разности давления сверху и противодавления снизу. Такой флютбет по существу является плоским незаглубленным, без вертикальных путей фильтрации.

Наиболее существенным отличием гибкого незаглубленного флютбета от плоского жесткого является то, что он обеспечивает хороший контакт с поверхностью грунта основания плотины по всей площади. Гибкий флютбет, на который действует гидростатическое давление в верхнем бьефе, хорошо облегает все неровности, как имевшиеся на поверхности грунта до его укладки, так и появившиеся в начале его разрушения.

Исследованиями [1] установлено, что плоский гибкий флютбет в плотинах запанного типа, состоящий только из понура, самозаглубляется. Когда выходные скорости фильтрационного потока в низовой части гибкого флютбета превышают допустимые, происходит вынос грунта из-под флютбета. Это приводит к изменению контура грунта в нижнем бьефе, что может нарушить устойчивость первоначальной структуры грунтового скелета. Однако за счет пригрузки низовой части флютбета экраном происходит его самозаглубление, что приводит к образованию зуба. Благодаря этому суффозия, или выпор грунта за флютбетом, прекращается. Эффективная длина флютбета при этом увеличивается, а выходные скорости фильтрации уменьшаются, за счет чего и