

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.4

Основные расчетные ситуации движения людских потоков и примеры их расчета

Пример 1. Пересечение границы смежного участка пути

Схема расчетной ситуации представлена на рис. ПЗ.4. На горизонтальном участке i шириной $b_i = 2$ м находится людской поток с параметрами $D_i = 0,15$ м²/м², $V_i = 68,2$ м/мин, $q_i = 10,23$ м/мин. Требуется определить параметры движения людского потока q_{i+1} , V_{i+1} , D_{i+1} на последующем горизонтальном участке пути $i+1$ шириной $b_{i+1} = 1,5$ м.

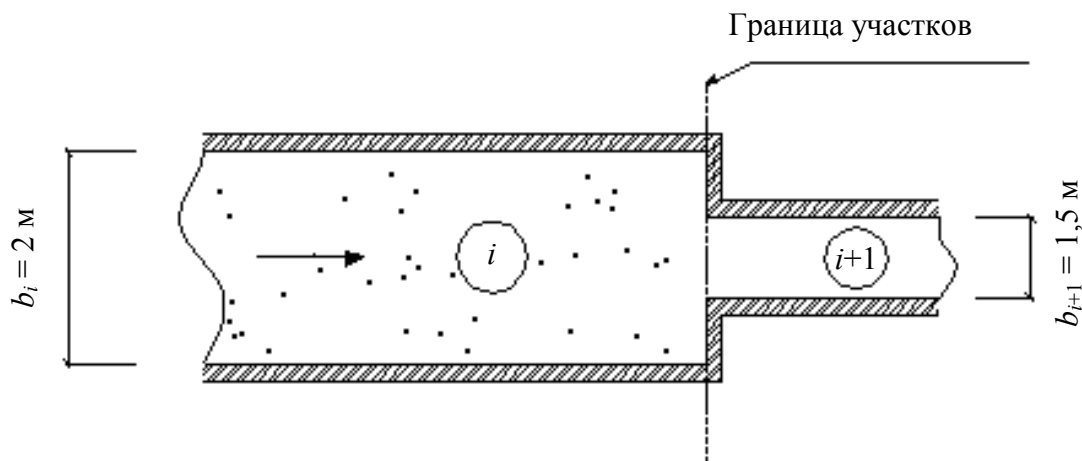


Рис. ПЗ.4. Пересечение границы смежного участка пути

Решение

Интенсивность движения на участке $i + 1$ определяется по формуле:

$$q_{i+1} = \frac{q_i b_i}{b_{i+1}} = \frac{10 \cdot 2}{1,5} = 13,3 \text{ м/мин} < q_{\max} = 16,5 \text{ м/мин.}$$

Следовательно, движение

происходит беспрепятственно. Значению $q_{i+1} = 13,3$ м/мин соответствует значение плотности людского потока $D_{i+1} = 0,25$ м²/м², а ему – значение скорости движения $V_{i+1} = 53,1$ м/мин.

Пример 2. Слияние людских потоков

Схема расчетной ситуации представлена на рис. ПЗ.5. К границе участка $i+1$ с предшествующих ему участков i и j одновременно подходят людские потоки, имеющие параметры $q_i = 10,23$ м/мин, $V_i = 68,2$ м/мин, $D_i = 0,15$ м²/м² и $q_j = 3$ м/мин, $V_j = 100$ м/мин, $D_j = 0,03$ м²/м², соответственно. Все участки пути – горизонтальные. Требуется определить параметры движения людского потока q_{i+1} , V_{i+1} , D_{i+1} на последующем участке пути $i+1$.

Решение

Интенсивность движения на участке $i+1$ с учетом слияния людских потоков определяется по формуле:

$$q_{i+1} = \frac{\sum qb}{b_{i+1}} = \frac{q_i b_i + q_j b_j}{b_{i+1}} = \frac{10 \cdot 2 + 3 \cdot 1,5}{2} = 12,25 \text{ м/мин} < q_{\max} = 16,5 \text{ м/мин.}$$

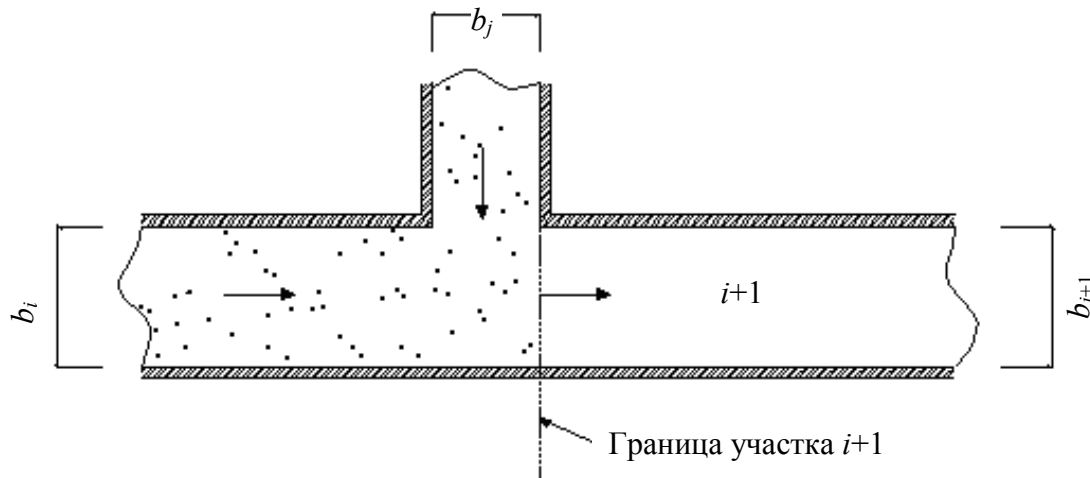


Рис. ПЗ.5. Слияние людских потоков

Следовательно, движение происходит беспрепятственно. Значению интенсивности движения $q_{i+1} = 12,25$ м/мин соответствует значение плотности людского потока $D_{i+1} = 0,21 \text{ м}^2/\text{м}^2$, а ему – значение скорости $V_{i+1} = 58,3$ м/мин.

Пример 3. Проверка слияния людских потоков

Исходная расчетная ситуация изображена на рис. ПЗ.6 а. В начальный момент времени t_0 головные границы людских потоков с боковых направлений по участкам с осями 1 и 2 достигли границ с участком А (соответственно, 1-А и 2-А). Расстояние между осями участков путей эвакуации с боковых направлений L составляет: вариант 1 – $L = 15$ м, вариант 2 – $L = 10$ м.

Требуется определить, будет ли происходить слияние людских потоков с боковых направлений при их движении по общему пути А и как будет развиваться процесс после достижения головной границей потока 1 сечения общего пути А, проходящего по оси 2.

$$b_1 = 2 \text{ м}$$

$$b_2 = 2 \text{ м}$$

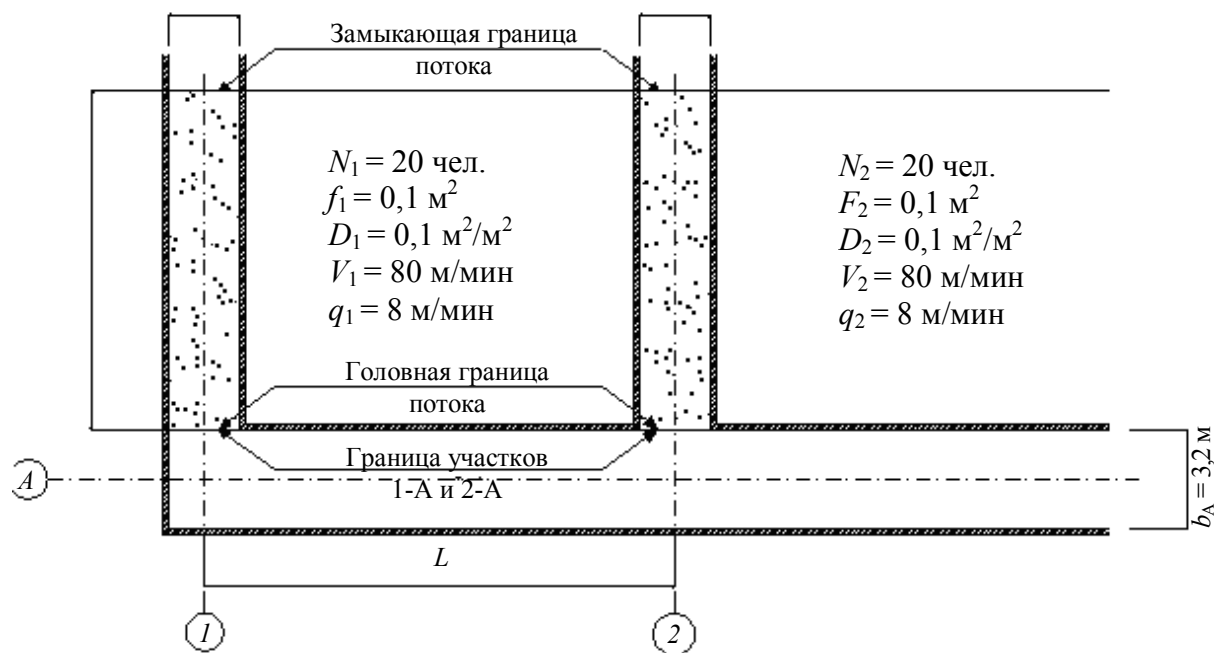


Рис. ПЗ.6 а. Проверка слияния людских потоков

Решение

При переходе людских потоков с боковых проходов, имеющих ширину $b_{\text{п}} = b_1 = b_2 = 2$ м, на общий путь шириной $b_{\text{А}} = 3,2$ м интенсивность их движения $q_{\text{А}}$ изменится и ее значение составляет

$$q_{\text{А}} = q_1 b_1 / b_{\text{А}} = q_2 b_2 / b_{\text{А}} = 8 \cdot 2 / 3,2 = 5 \text{ м/мин.}$$

По таблице приложения или по формуле определяем, что этому значению интенсивности движения по горизонтальному пути соответствует плотность потока $D_{\text{А}} = 0,05 \text{ м}^2/\text{м}^2$ и скорость движения $V_{\text{А}} = 100 \text{ м/мин}$. Следовательно, последний человек в потоках с боковых направлений покинет проходы за время $t_{\text{п}} = l_{\text{п}} / V_{\text{п}} = l_{\text{п}} / V_1 = l_{\text{п}} / V_2 = 10 / 80 = 0,125$ мин. (Это время может быть определено и следующим образом: $t_{\text{п}} = l_{\text{п}} / V_{\text{п}} = l_{\text{п}} b_{\text{п}} D_{\text{п}} / V_{\text{п}} D_{\text{п}} b_{\text{п}} = N_{\text{п}} f / q_{\text{п}} b_{\text{п}} = 2 / 8 \cdot 2 = 0,125$ мин). За это время ($\Delta t_{\text{А}} = t_{\text{п}}$) головные границы потоков переместятся по общему пути на расстояние

$$\Delta l_{\text{А}} = V_{\text{А}} \cdot \Delta t_{\text{А}} = 100 \cdot 0,125 = 12,5 \text{ м.}$$

Если расстояние между осями боковых проходов составляет $L = 15$ м (вариант 1), то людские потоки в этот момент займут положение, показанное на рис. ПЗ.6 б.



Рис. ПЗ.6 б. Положение людских потоков на общем пути при $L = 15\text{ м}$ через $0,125\text{ мин}$

Как видно, слияния людских потоков с боковых направлений на общем пути в данном случае не происходит: головная граница потока 1 не успевает достичь границы возможного слияния (сечение участка А по оси 2) до того как его пройдет замыкающая граница потока 2.

Иное положение складывается при планировочном решении с расстоянием между осями боковых проходов $L = 10\text{ м}$ (вариант 2). В этом случае движение людских потоков по общему пути происходит за время $\Delta t_A = t_{\text{п}} = 0,125\text{ мин}$ в несколько этапов.

Первый этап

За время $\Delta t_A^* = L / V_A = 10 / 100 = 0,1\text{ мин}$ головная граница потока 1 достигнет бокового прохода, расположенного по оси 2, из которого выход потока к этому времени еще не успеет закончиться ($t_{\text{п}} = 0,125\text{ мин}$). Положение людских потоков в этот момент ($\Delta t_A = 0,1\text{ мин}$) показано на рис. ПЗ.6 в.

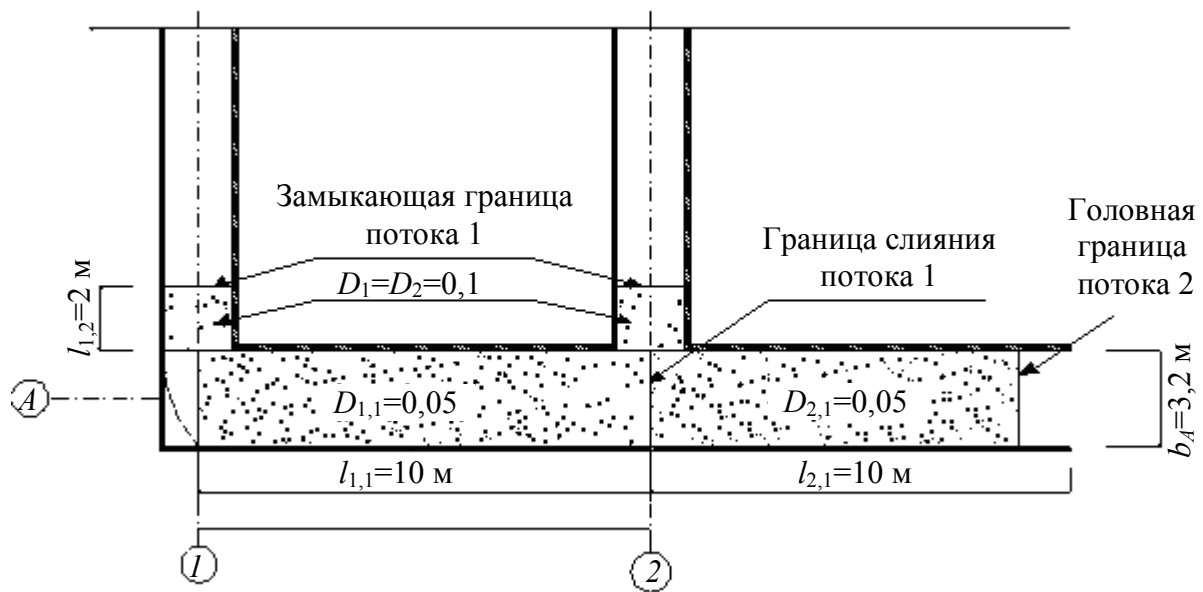


Рис.П3.6 в. Положение людских потоков в момент $\Delta t_A = 0,1$ мин

С этого момента начинается слияние людских потоков: потока 1 и части потока 2, не успевшей выйти к этому времени из бокового прохода 2. Интенсивность движения в этой части $q_A^* = (q_1 b_1 + q_2 b_2) / b_A = (8 \cdot 2 + 8 \cdot 2) / 3,2 = 10$ м/мин. Этому значению интенсивности движения соответствует плотность потока $D_A^* = 0,1455$ м²/м² и скорость движения $V_A^* = 69,2$ м/мин. Поскольку $q_A^* < q_{\max} = 16,5$ м/мин, то выход части людского потока из бокового прохода по оси 2 продолжается беспрепятственно и продолжается еще 0,025 мин. За это время слившаяся часть потока пройдет на расстояние $l_{1+2} = 0,025 V_A^* = 1,7$ м. За это же время замыкающая граница впереди идущей части потока 2, продолжая двигаться со скоростью $V_A = 100$ м/мин, пройдет расстояние 2,5 м. Таким образом, на общем пути между передней частью потока и его слившейся частью образуется разрыв $\Delta l = 0,8$ м. Положение людских потоков в момент $t_A = 0,125$ мин показано на рис. П3.6 г.

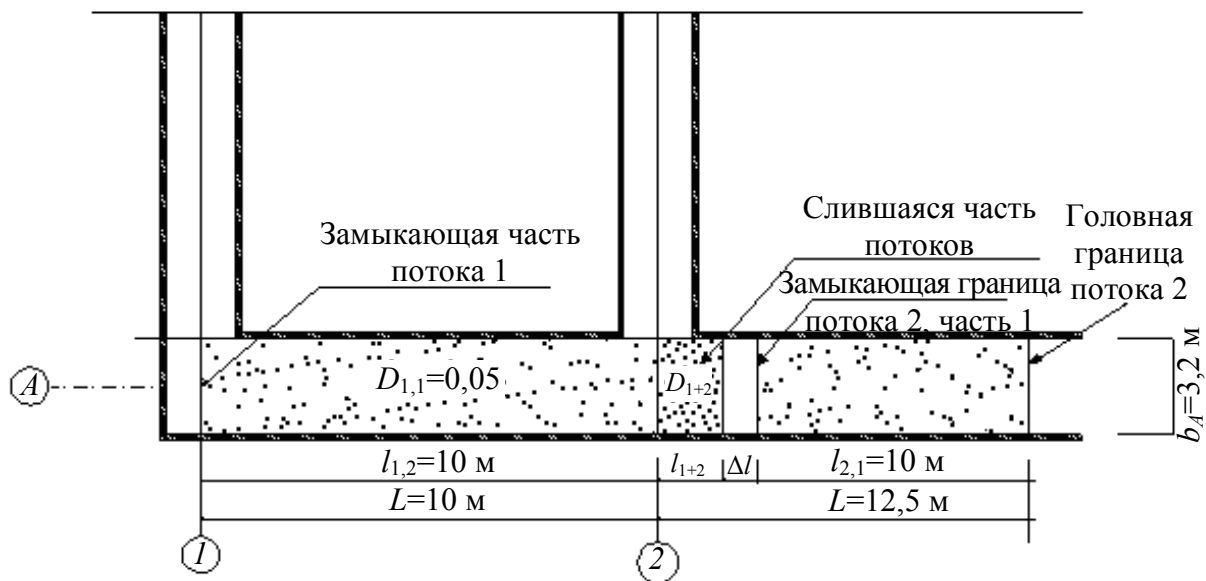


Рис. П3.6 з. Положение людских потоков в момент $t = 0,125$ мин

Пример 4. Образование скоплений людей

Исходная расчетная ситуация приведена на рис. П.3.7 а. Людской поток, состоящий из $N = 50$ человек, имеющих среднюю площадь горизонтальной проекции $f = 0,125 \text{ м}^2/\text{чел.}$, располагается в конце рассматриваемого (первого) участка горизонтального участка пути с плотностью $D_1 = 0,24 \text{ м}^2/\text{м}^2$. Этот участок, имеющий длину $L_1 = 18,4$ м и ширину $b_1 = 2$ м, заканчивается дверным проемом шириной b_2 (второй участок), за которым находится горизонтальный участок шириной $b_3 = 2$ м (третий участок).

Требуется проанализировать влияние на динамику движения людского потока возможной ширины дверного проема: $b_2 = 1,6$ м (вариант 1) или $b_2 = 1,2$ м (вариант 2).

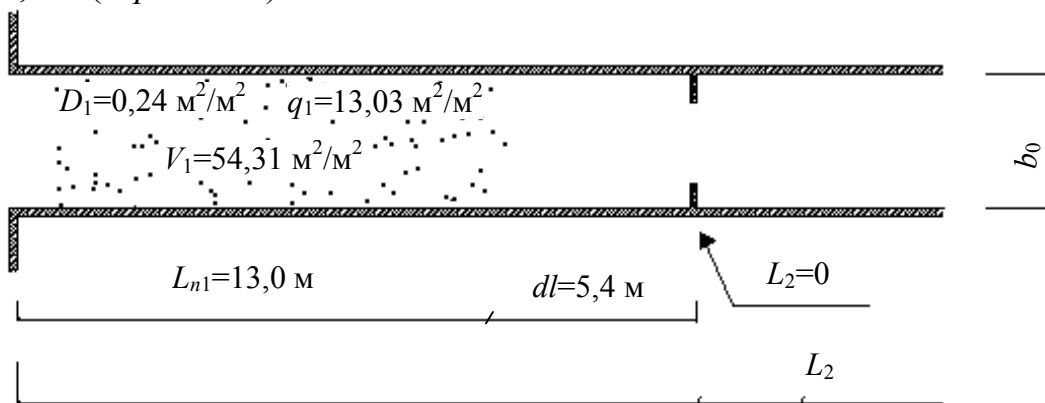


Рис. П3.7 а. Исходная расчетная ситуация

Решение

Поскольку поток имеет плотность $D_1 = 0,24 \text{ м}^2/\text{м}^2$, то его длину $l_{п1}$ можно определить по формуле $l_{п1} = Nf / D_1 b_1 = 50 \cdot 0,125 / 0,24 \cdot 2 = 13,0 \text{ м}$. Следовательно, его головная (передняя, фронтальная) граница находится от дверного проема на расстоянии $\Delta l_1 = L_1 - l_{п1} = 18,4 - 13,0 = 5,4 \text{ м}$ (что и показано на рис. ПЗ.7 а). Скорость движения людского потока плотностью $D_1 = 0,24 \text{ м}^2/\text{м}^2$ по горизонтальному пути составляет $V_1 = 54,31 \text{ м/мин}$, интенсивность движения – $q_1 = 13,03 \text{ м/мин}$. Тогда время движения Δt_1 фронтальной границы потока до дверного проема равно: $\Delta t_1 = \Delta l / V_1 = 5,4 / 54,31 = 0,1 \text{ мин}$. Положение людского потока в этот момент времени показано на рис. ПЗ.7 б.

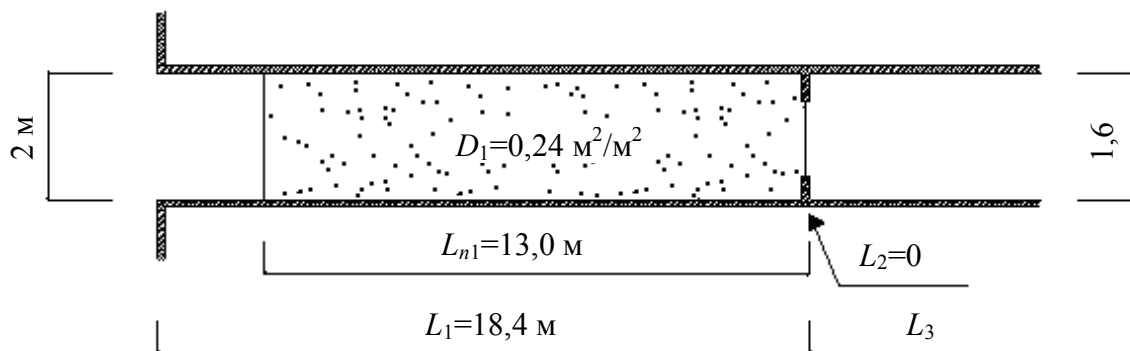


Рис. ПЗ.7 б. Состояние людского потока при подходе к дверному проему

Дальнейшее развитие процесса зависит от принятой ширины последующего участка пути – дверного проема b_2 .

Вариант 1 – $b_2 = 1,6 \text{ м}$.

Определим интенсивность движения (q_0) людского потока через проем: $q_2 = q_0 = q_1 b_1 / b_0 = 13,03 \cdot 2 / 1,6 = 16,28 < q_{2\text{max}} = 19,6 \text{ м/мин}$, т. е. соблюдается равенство пропускных способностей смежных участков пути: $q_1 b_1 = q_2 b_2$ и движение через проем происходит беспрепятственно, без образования скопления людей перед ним. Следовательно, время движения людского потока по участку пути длиной L_1 складывается из времени подхода фронтальной границы потока к проему (Δt_1) и времени движения последнего человека в потоке (замыкающей границы потока) до границы проема $t_{п} = l_{п1} / V_1$; время движения через проем t_2 в данном случае равно 0. Таким образом, время движения t_1 людского потока по рассматриваемому участку составит

$$t_1^I = \Delta t_1 + t_{п} = \Delta t_1 + l_{п1} / V_1 = 0,1 + 13 / 54,31 = 0,34 \text{ мин.}$$

Время движения последнего человека в потоке по участку пути, занятому потоком, может быть подсчитано и по формуле

$$t_{п} = \Delta t_1 + N_f / q_1 b_1 = \Delta t_1 + N_f / q_2 b_2 = 0,1 + 6,25 / 16,28 \cdot 1,6 = 0,34 \text{ мин.}$$

Но в данном случае, поскольку людской поток проходит весь участок эвакуационного пути длиной L_1 с постоянной скоростью V_1 , время его движения по нему можно рассчитать и проще:

$$t_1^I = L_1 / V_1 = 18,4 / 54,3 = 0,34 \text{ мин.}$$

Вариант 2 – $b_2 = 1,2 \text{ м}$.

Определим интенсивность движения (q_2) людского потока через проем: $q_2 = q_0 = q_1 b_1 / b_2 = 13,03 \cdot 2 / 1,2 = 21,72 > q_{0\max} = 19,6$ м/мин, т. е. равенство пропускных способностей смежных участков пути не соблюдается: $q_1 b_1 \neq q_2 b_2$ и перед проемом образуется скопление людей, через который люди двигаются с интенсивностью $q_{2D\max} = 2,5 + 3,75b = 2,5 + 3,75 \cdot 1,2 = 7$ м/мин. Соответствующая ситуация показана на рис. ПЗ.7 в.

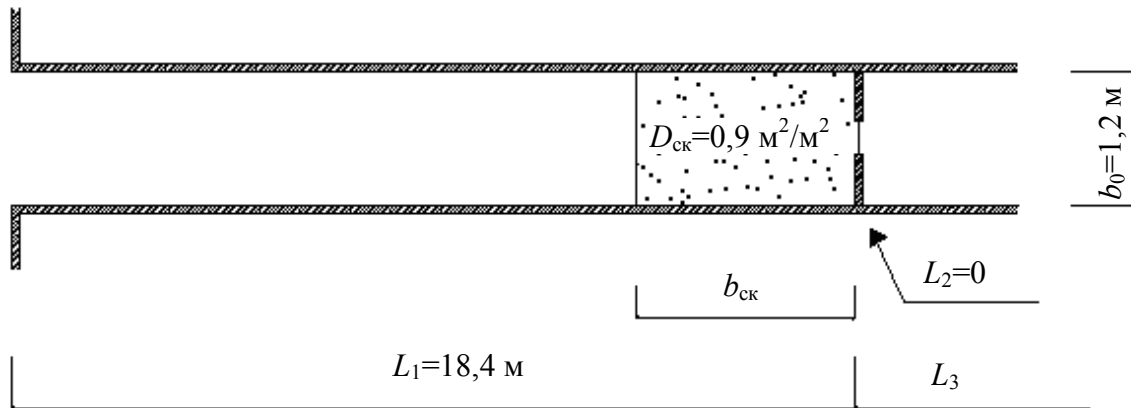


Рис. ПЗ.7 в. Образование скопления перед проемом

Другими словами можно сказать, что величина потока $P_1 = q_1 b_1$, подходящего к проему шириной b_2 , больше пропускной способности проема при этой ширине $Q = b_2 q_{2D\max}$, и время ухода потока с участка 1 определяется временем его движения через проем $t_2 = t_{II} = N_f / q_2 b_2$, где $q_2 = q_{2D\max}$, т. е. время нахождения людского потока на участке 1 длиной L_1 складывается, как и в варианте 1, из времени подхода его фронтальной границы к проему по участку $\Delta l = 5,4$ м со скоростью $V_1 = 54,31$ м/мин и времени движения всего потока через проем (последнего человека в скоплении, образовавшемся перед проемом):

$$t_{II}^I = \Delta t_1 + t_{II} = \Delta l / V_1 + N_f / b_2 q_2 D_{\max} = 0,1 + 6,25 / 7 \cdot 1,2 = 0,844 \text{ мин.}$$

Параметры людского потока после проема на участке 3 формируются в зависимости от хода процесса на предшествующих участках пути.

В первом варианте при $b_2 = 1,6$ м параметры потока на участке 3 определяются по значению интенсивности движения $q_3 = q_2 b_2 / b_3 = 16,28 \cdot 1,6 / 2 = 13,03$ м/мин = q_1 и, соответственно, $D_3 = D_1 = 0,24$ м²/м², $V_3 = V_1 = 54,31$ м/мин.

Во втором варианте при $b_2 = 1,2$ м параметры потока на участке 3 принимаются, согласно модели, принятой ГОСТ 12.1.004, при значении $q_3 = b_2 / b_3 = 1,2 \cdot 7 / 2 = 4,2$ м/мин, т. е. $D_3 = 0,042$, $V_3 = 100$ м/мин (рис. ПЗ.7 з).

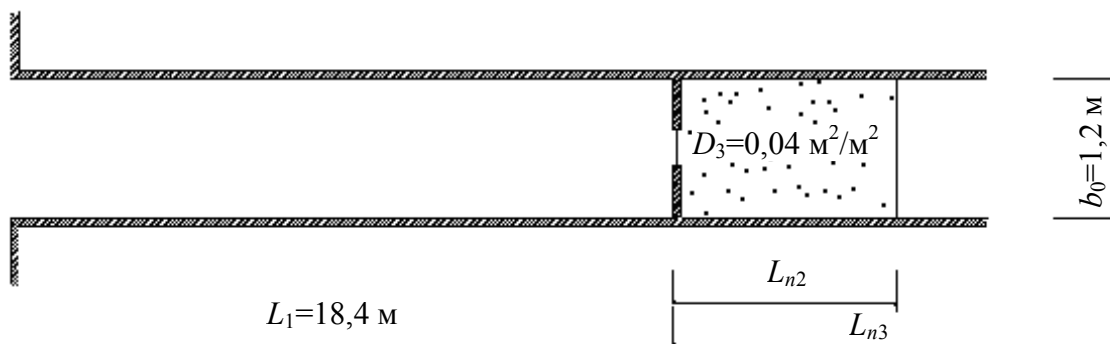


Рис. ПЗ.7 з. Разуплотнение людского потока

Пример 5. Время выхода людей с участка эвакуационного пути при образовании скоплений в месте слияния людских потоков

Требуется определить время выхода людей из коридоров j и i на участок $i+1$ при образовании скопления в месте слияния людских потоков, рис. ПЗ.8. Параметры движения на участке i : $q_i = 12$ м/мин, $N_i = 60$ чел., на участке j : $q_j = 9$ м/мин, $N_j = 30$ чел. Ширина участков: $b_j = 1,5$ м, $b_i = b_{i+1} = 2$ м. Участки пути горизонтальные. Площадь горизонтальной проекции людей $0,125$ м².

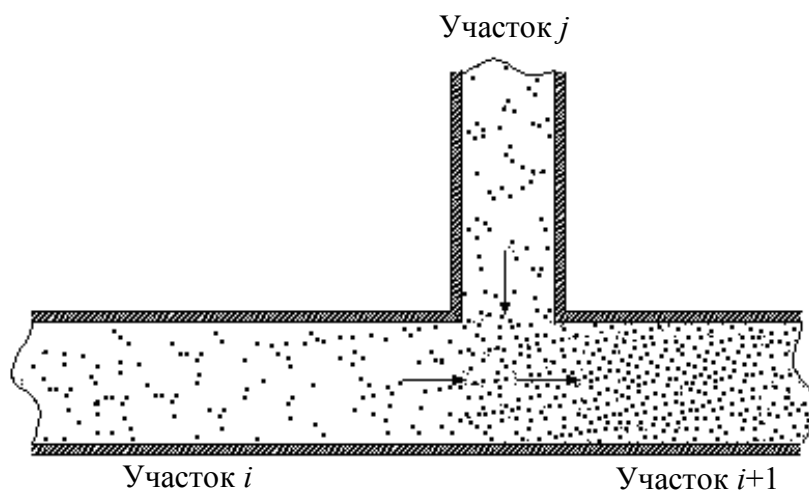


Рис. ПЗ.8. Слияние людских потоков при образовании скопления

Решение

Интенсивность движения на участке $i+1$ в месте слияния людских потоков определяется по формуле:

$$q_{i+1} = \frac{\sum qb}{b_{i+1}} = \frac{q_i b_i + q_j b_j}{b_{i+1}} = \frac{12 \cdot 1,5 + 2 \cdot 9}{2} = 18 \text{ м/мин} > q_{\max} = 16,5 \text{ м/мин},$$

следовательно, образуется скопление людей и задержка движения.

Для определения времени выхода людей с участков i и j , необходимо установить долю участия сливающихся людских потоков в образовании максимальной плотности.

Поскольку скопление людей происходит на всех участках пути, т. е.

все потоки задерживаются в месте слияния, интенсивность их движения оказывается одинаковой, соответствующей плотности скопления D_{\max} , а значения пропускных способностей определяются шириной участков. Следовательно, долю участия γ каждого из сливающихся потоков в образовании объединенного потока максимальной плотности и в скоплении людей можно принимать пропорционально ширине каждого участка:

$$\gamma_i = \frac{b_i}{\sum b}; \gamma_j = \frac{b_j}{\sum b},$$

где $\sum b$ – суммарная ширина участков i и j .

Процесс слияния идет с участием всех потоков до того момента, когда какой-либо из потоков иссякнет, т. е. когда его замыкающая часть выйдет к месту слияния. С этого момента соответственно меняется доля участия потоков, продолжающих слияние, так как $\sum b$ становится меньше на ширину участка, поток которого закончил слияние. Процесс таким же образом продолжается до полного завершения.

Доля участия в скоплении потока с участка j :

$$\gamma_j = \frac{1,5}{1,5+2} = 0,43.$$

Доля участия в скоплении потока с участка i :

$$\gamma_i = \frac{2}{1,5+2} = 0,57.$$

Иначе говоря, потоки на участке $i+1$ займут как бы часть ширины прохода, равную:

$$\Delta b_j = b\gamma_j = 2 \cdot 0,43 = 0,86 \text{ м,}$$

а на долю потока,двигающегося в проходе, останется

$$\Delta b_i = b\gamma_i = 2 \cdot 0,57 = 1,14 \text{ м.}$$

Тогда люди с участка j выйдут за время

$$t_j = \frac{N_j f}{q_j^{\text{СК}} \Delta b_j} = \frac{30 \cdot 0,125}{13,5 \cdot 0,86} = 0,32 \text{ мин.}$$

Иными словами, продолжительность скопления составит 0,32 мин, так как прекратится пополнение потока в месте слияния на участке $i+1$.

Для того чтобы определить время выхода людей с участка i необходимо рассчитать количество людей N'_i , которое покинуло указанный участок за время существования скопления людей (0,32 мин).

$$N'_i = q_i^{\text{СК}} \Delta b_i t_i^{\text{СК}} = 13,5 \cdot 1,14 \cdot 0,32 = 0,49 \text{ м}^2 \text{ или } 13,92 \text{ человека.}$$

Время выхода оставшегося количества людей с участка i составит

$$t' = \frac{N_i - N'_i}{q_i \cdot b_i} = \frac{60 \cdot 0,125 - 0,49}{9 \cdot 2} = 0,38 \text{ мин.}$$

Тогда время выхода людей с участка i составит $t_i = t_i^{\text{СК}} + t' = 0,32 + 0,38 = 0,7$ мин, а с участка j , как было установлено ранее, $t_j = 0,32$ мин.

Пример 6. Количество людей, формирующих скопление

Требуется определить количество людей, которые будут формировать скопление людей. Параметры движения людей на этажах следующие: количество людей – $N_{\text{эт}} = 60$ чел., ширина выхода с этажа в лестничную клетку $b_{\text{эт}} = 1,2$ м, интенсивность выхода людей через проем $q_{\text{эт}} = 14$ м/мин. Длина пути по лестнице между этажами $\Delta l_{\text{л}} = 10$ м, ширина лестничного марша $b_{\text{л}} = 1,35$ м (рис. ПЗ.9). Площадь горизонтальной проекции эвакуирующихся $f = 0,125$ м².

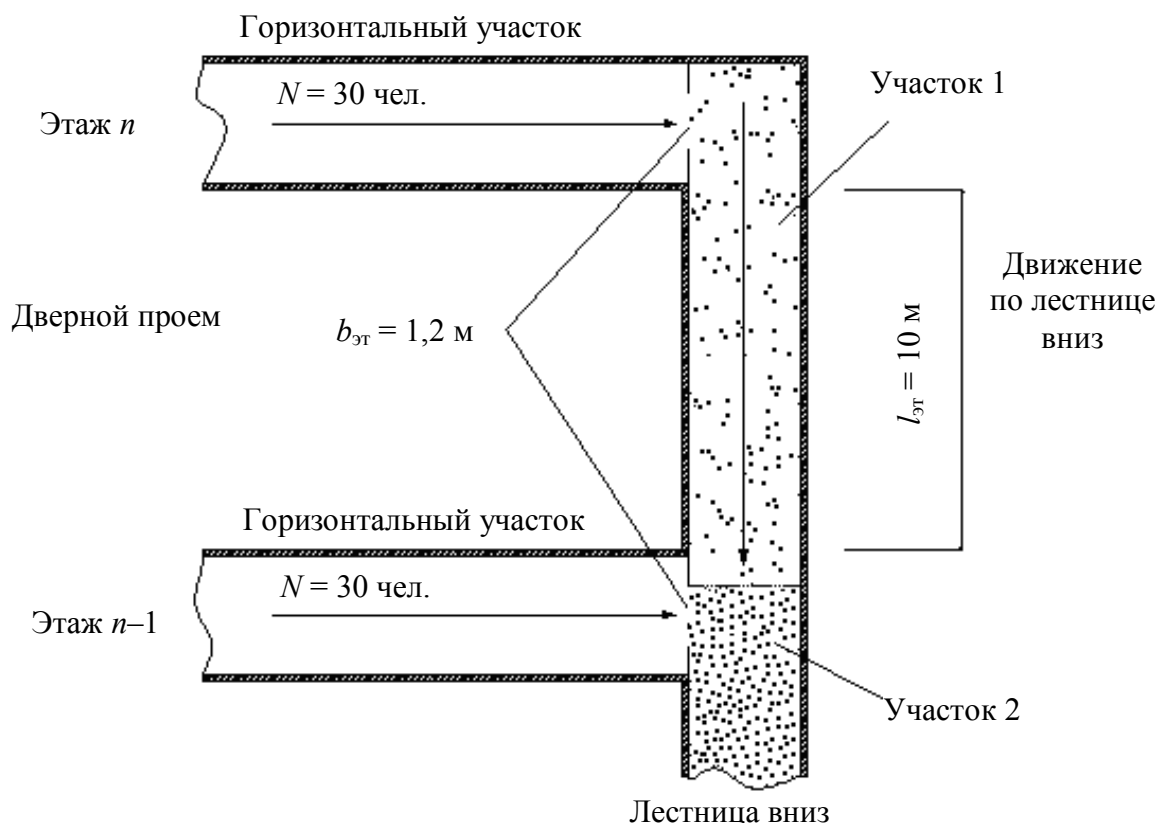


Рис. ПЗ.9. Исходная ситуация

Решение

Параметры движения людей на лестнице.

Участок 1. $q_{\text{л}} = \frac{q_{\text{эт}} \cdot b_{\text{эт}}}{b_{\text{л}}} = \frac{14 \cdot 1,2}{1,35} = 12,44$ м/мин, скорость движения лю-

дей по лестнице составит $V_{\text{л}} = 60,33$ м/мин. Тогда эвакуирующиеся пройдут путь между этажами за время $\Delta t_{\text{л}} = \Delta l_{\text{л}} / V_{\text{л}} = 10 / 60,33 = 0,17$ мин.

Время эвакуации с этажа $t_{\text{эт}}$ при беспрепятственном движении потока по лестнице вниз составило бы:

$$t_{\text{эт}} = N_{\text{эт}} f / b_{\text{эт}} q_{\text{эт}} = 60 \cdot 0,125 / 1,2 \cdot 14 = 0,446 \text{ мин.}$$

Поскольку $\Delta t_{\text{л}} < t_{\text{эт}}$, то на лестнице (на границе участка 2) происходит слияние людских потоков.

Участок 2. Происходит слияние людских потоков:

$$q_{\text{л}} = \frac{2q_{\text{эт}}b_{\text{эт}}}{b_{\text{л}}} = \frac{2 \cdot 14 \cdot 1,2}{1,35} = 24,9 \text{ м/мин,}$$

что больше максимальной интенсивности движения по лестнице вниз, равной 16 м/мин. Следовательно, в месте слияния людских потоков, выходящих с этажа и спускающихся по лестнице, образуется скопление людей и задержка движения. Количество людей, которые попадут в скопление, определяется исходя из количества людей, которые успеют выйти с этажа $n-1$.

Определим количество людей N' , которое успеет выйти с этажа до момента образования скопления в момент $\Delta t_{\text{л}} = 0,17$ мин.

$$N' = q_{\text{эт}} b_{\text{эт}} \Delta t_{\text{л}} = 14 \cdot 1,2 \cdot 0,17 = 2,86 \text{ м}^2 = 22,8 \text{ чел.}$$

Тогда общее количество людей, которое будет формировать в этот момент скопление на уровне каждого этажа (кроме нижнего), составит

$$N_{\text{ск}} = 2(0,125N_{\text{эт}} - N') = 2(60 \cdot 0,125 - 2,86) = 9,28 \text{ м}^2 = 74,2 \text{ чел.}$$

(принимаем 75 чел.).

При этом следует учитывать долю участия потоков в образовании общего потока с максимальной плотностью: $\gamma_{\text{эт}} = 1,2 / 2,55 = 0,471$; $\gamma_{\text{л}} = 0,529$. Следовательно, время эвакуации ($\Delta t_{\text{эт}}$) оставшихся людей с этажа $\Delta N_{\text{эт}} = f(N_{\text{эт}} - N') = 0,125(60 - 22,8) = 4,65 \text{ м}^2$ или 37,2 чел. при образовании максимальной плотности на лестнице с $q_{D_{\text{max}}} = 7,2$ м/мин составит

$$\Delta t_{\text{эт}} = \Delta N_{\text{эт}} / \gamma_{\text{эт}} b_{\text{эт}} q_{D_{\text{max}}} = 4,65 / (0,471 \cdot 1,2 \cdot 7,2) = 1,14 \text{ мин,}$$

а общее время эвакуации этажа

$$t_{\text{эт}} = \Delta t_{\text{эт}} + \Delta t_{\text{л}} = 1,14 + 0,17 = 1,31 \text{ мин.}$$

Таким образом, время эвакуации людей с этажа увеличилось из-за образования скопления на лестнице на 0,86 мин или в 2,9 раза.

Части потоков с максимальной плотностью, двигаясь по лестнице вниз между этажами со скоростью 8 м/мин, достигнут ниже расположенных этажей через 1,25 мин, т. е. практически догонят замыкающую границу предыдущей части потока с такой же плотностью. Вся лестница (кроме последнего этажа) оказывается заполненной потоком максимальной плотности.

Пример 7. Параметры людского потока на участке пути после образования на его границе скопления людей

Необходимо определить параметры движения людей q_{i+1} , V_{i+1} , D_{i+1} на

$$D_i = 0,9 \text{ м}^2/\text{м}^2$$

$$D_{i+1} = ?$$

участке $i+1$ с учетом образовавшегося скопления $D_i = 0,9 \text{ м}^2/\text{м}^2$ на границе между участками i и $i+1$ (рис. ПЗ.10). Участки пути горизонтальные.

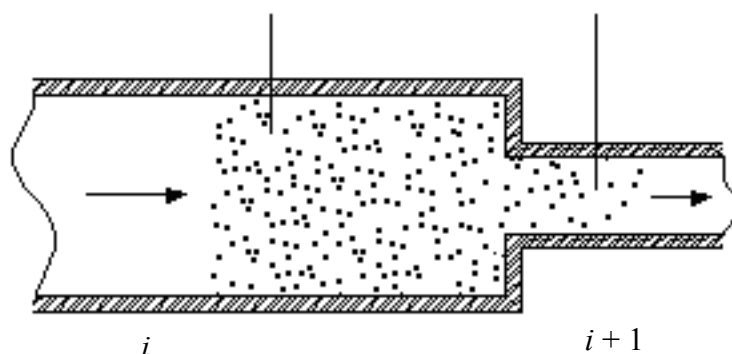


Рис. ПЗ.10. Исходная ситуация

При образовании на границе участков пути скопления людей возможны два варианта дальнейшего развития процесса.

Вариант 1. Переходя на последующий после скопления участок пути, свободный от людей, людской поток сохраняет параметры движения, сформировавшиеся на предшествующем участке, т. е. максимальную плотность – $D_{i+1, \max}$ и соответствующие ей скорость $V_{i+1} = V_{D_{\max}}$ и интенсивность движения $q_{i+1} = q_{D_{\max}}$. Именно такая модель развития процесса предусматривается ГОСТ 12.1.004–91*: «...интенсивность и скорость движения людского потока по участку пути $[i+1]$ определяют по табл. 2 при значении $D = 0,9$ и более», т. е. $D_{i+1} = 0,9 \text{ м}^2/\text{м}^2$, $V_{i+1} = 15 \text{ м/мин}$ (рис. ПЗ.11).

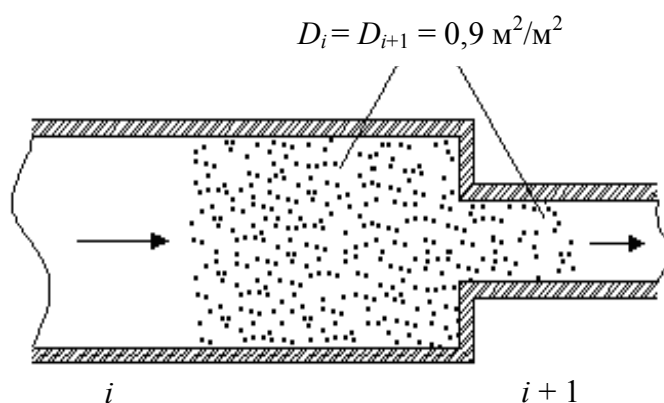


Рис. ПЗ.11. Параметры людского потока на участке пути после образования скопления людей на его границе, согласно положениям ГОСТ 12.1.004–91*

Вариант 2. Переходя на последующий после скопления участок пути, люди, имея перед собой свободное пространство, увеличивают скорость своего движения. Количество людей, которое переходит на участок $i+1$ в единицу времени Δt (в минуту) через каждый метр границы между участками i и $i+1$ определяется интенсивностью движения людского потока, вы-

ходящего с участка i . Таким образом, в этом варианте, также как и в первом, $q_{i+1} = q_i = q_{D_{\max}}$ и количество людей, которое может оказаться на участке $i+1$ за время Δt (величина потока $P_{i+1} = q_{i+1}b_{i+1}$), определяется пропускной способностью границы участка $Q_i = q_i b_{i+1} = D_{i+1}$, $P_{i+1} = Q_i$. Иными словами можно сказать: предшествующий участок является для рассматриваемого участка $i+1$ источником людского потока – $N_{\Delta t} = Q_i \Delta t$. Вопрос состоит в том, как поведут себя эти люди, оказавшись на свободном участке $i+1$? В данном случае рассматривается вариант поведения, при котором люди, имея свободное пространство, могут увеличить скорость своего движения и благодаря этому удаляться от границы участков на расстояние Δl_{i+1} , гораздо большее, чем то, на которое они успели бы уйти, двигаясь с прежней скоростью $V_{D_{\max}}$. В результате, плотность размещения людей ($N_{\Delta t}$), успевших перейти за время Δt на участок $i+1$, значительно снизится, до значения $D_{i+1} = N_{\Delta t} / b_{i+1} \Delta l_{i+1}$. Раскроем это соотношение:

$$D_{i+1} = b_{i+1} q_{D_{\max}} \Delta t / b_{i+1} V_{i+1} \Delta t = q_{D_{\max}} / V_{i+1}.$$

Отсюда $D_{i+1} V_{i+1} = q_{D_{\max}}$.

Этому соотношению на горизонтальных путях при движении повышенной активности соответствуют (табл. 2 ГОСТ 12.1.004) значения $D_{i+1} = 0,27 \text{ м}^2/\text{м}^2$ и $V_{i+1} = 50,8 \text{ м/мин}$ (см. рис. 2.6), т. е. происходит разуплотнение людского потока (рис. ПЗ.12).

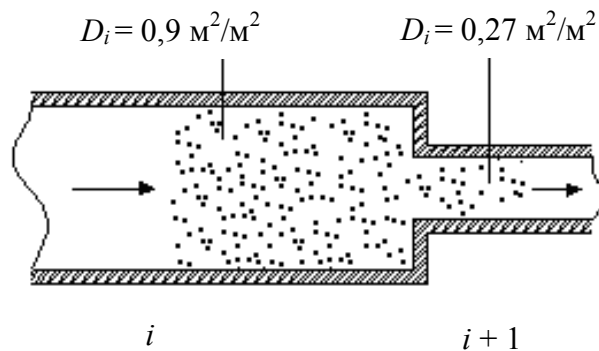


Рис. ПЗ.12. Параметры людского потока на участке пути при его разуплотнении после образования скопления людей на границе смежных участков