

МОДЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДАМБ ШЛАМОХРАНИЛИЩ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Значительные деформации дамб при подработке могут привести к их разрушению и большим выбросам жидких шламов на прилегающие территории. Вот почему исследование устойчивости и надежности дамб шламохранилищ на подрабатываемых территориях является актуальной задачей.

Многолетними замерами установлено, что вертикальные осадки подрабатываемых территорий калийных месторождений в Солигорске могут достигать величин до 3 м. Процессы трещинообразования в дамбах и их самозалечивания сопровождаются, как известно, изменением плотности грунта тела дамбы. При этом на участках сжатия грунта коэффициенты фильтрации уменьшаются, а растяжения и разуплотнения — увеличиваются. Соответственно происходит и изменение положения депрессионной кривой. Увеличенная фильтрация по образовавшимся трещинам и местам разуплотнения грунта вызывает нарушение общей устойчивости дамбы, что приводит к авариям на шламохранилищах.

С целью изучения процессов образования и самозалечивания трещин в лаборатории кафедры гидротехнического и гидромелиоративного строительства Белорусского политехнического института были поставлены специальные опыты на грунтовых моделях.

Имитация осадок на моделях дамб достигалась устройством в основании моделей дамб пласта (слоя) из растворимого материала. По своей физической сущности они были весьма близки к осадкам дамб вследствие подработки. При создании напора воды на модель дамбы под воздействием фильтрации растворимый материал вымывался и в результате наблюдалась осадка модели. В качестве растворимого материала применялась поваренная соль.

Влияние равномерных осадок основания на фильтрацию дамб (плоская задача) изучалось на модели, которая размещалась в зеркальном лотке. Она состояла из трех секций (рис. 1), разделенных между собой по всей высоте диафрагмами из плексигласа, не допускавшими перетока фильтрационного потока из одной секции в другую. Водоупором для модели служило днище лотка. Дамбы в трех секциях были однородными — из среднезернистого песка, без противοфильтрационных и дренажных устройств. Высота дамб — 35 см, длина по напорному фронту — 8,5 см. Модель дамбы в секции 1 ставилась на слой соли толщиной 4 см, в секции 2 — на слой 2 см. В секции 3 слой соли отсутствовал и модель размещалась на дне лотка. Модели во всех трех секциях автономные, хотя и испытывали один и тот же напор воды. Уровень воды в верхнем бьефе (ВБ) на модели для всех секций был одинаковым, в нижнем бьефе (НБ) — различным. Секция 3 являлась контрольной. По ее гидравлическим и деформационным характеристикам можно было судить о тех изменениях, которые обуславливались осадками моделей дамб в секциях 1 и 2.

Все модели оборудованы трубчатыми пьезометрами, выведенными на общий щиток для измерения пьезометрической высоты. План размещения пьезо-

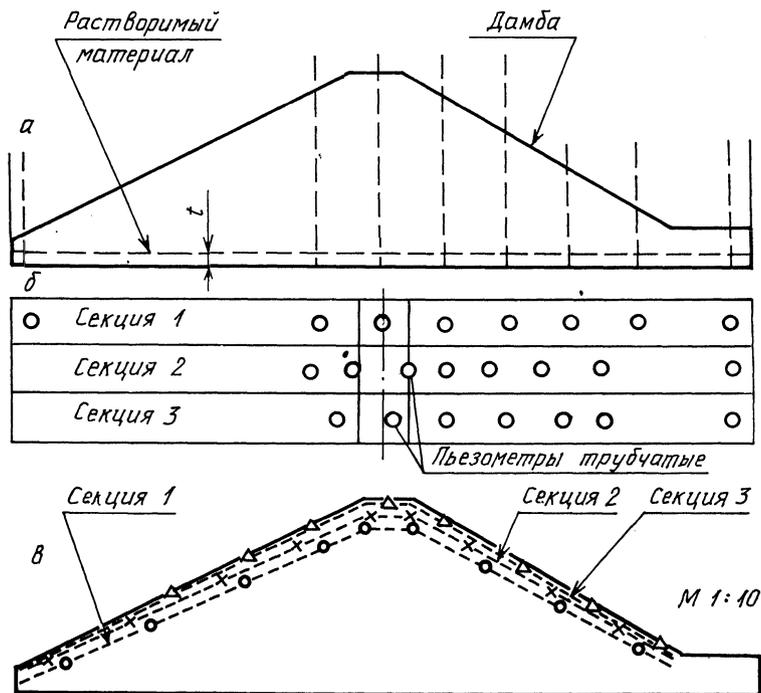


Рис. 1. Модель дамбы:

а — поперечный разрез; $t = 4$ см для секции 1, $t = 2$ см для секции 2, $t = 0$ для секции 3; б — план; в — осадка

метра и общий вид модели представлены на рис. 1, б. Для измерения осадок модели оборудовались осадочными марками. Опыты проводились в течение времени, достаточного для стабилизации осадок дамб. Конечная осадка дамб во всех трех секциях модели представлена на рис. 1, в, изменение осадок секций во времени — на рис. 2. Из графика следует, что в секциях 1 и 2 осадка дамб уже в первые часы достигала половины окончательной и соответственно равнялась 2,7 и 1,7 см, в секции 3 — всего 0,1 см. Конечная осадка гребня дамб в секциях составила соответственно 4,8 см, 3,1 и 0,4 см, или 13,7 %, 8,85 и 1 % от первоначальной высоты секций дамб. Процесс осадки, деформаций и трещинообразования как на поверхности (обнаруживалось визуально), так и внутри дамб сопровождался изменением расхода фильтрации через них (рис. 3). Такой вывод следует из результатов совмещения графика изменения расхода фильтрации во времени с графиком изменения осадки гребня (рис. 2) и графиком изменения уровня ВБ (рис. 3). Нетрудно заметить, что график изменения расхода фильтрации через дамбу в секции 3 идентичен графику изменения уровня ВБ во времени. График секции 3 является контрольным для других при определении влияния деформаций и трещинообразования на фильтрационные условия работы дамбы.

Следует отметить, что график изменения расхода фильтрации через дамбу в секции 1, где в основании залегал наибольший пласт соли толщиной 4 см и

где произошли максимальные деформации, значительно отличается от контрольного графика. В течение 25 ч от начала опыта происходило понижение уровня ВБ (см. рис. 3). Однако расход (в отличие от контрольного графика) практически не изменялся, что свидетельствует об образовании трещин, разуплотнений. О значительном трещинообразовании, образовании сосредоточенных ходов фильтрации говорит резкое увеличение расхода на 19 % к 45-му часу опыта при относительно постоянном уровне ВБ. Значительное трещинообразование и увеличение в связи с этим фильтрационного расхода через дамбу в секции 1 совпадает по времени с быстрым нарастанием осадки дамбы. После 53-го часа опыта при практически постоянном уровне ВБ происходит стабилизация фильтрационного расхода, что свидетельствует о самозалечивании трещин фильтрационным потоком. На рис. 2 после 50-го часа отмечается стабили-

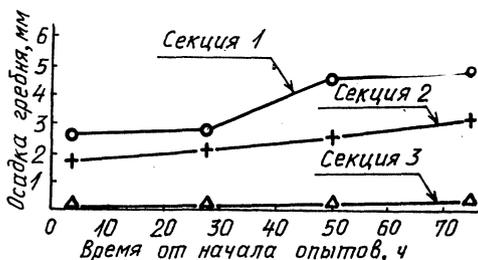


Рис. 2. Изменение осадок гребня дамбы во времени

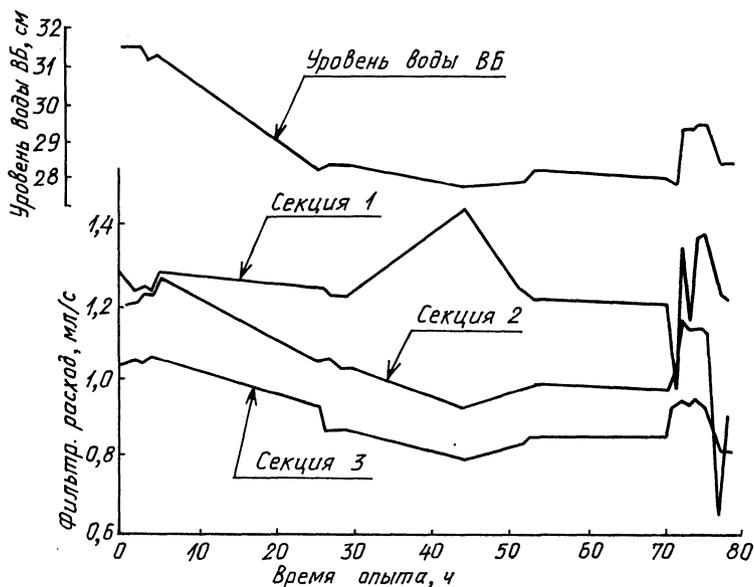


Рис. 3. Изменение уровней воды в верхнем бьефе и расходов фильтрации через дамбу во времени

зация осадки, следовательно, затухает процесс трещинообразования. Закрытие ранее образовавшихся трещин происходит только в зоне фильтрующегося потока до уровня кривой депрессии. Стоило в дальнейшем повысить уровень ВБ, как скачкообразно начал увеличиваться фильтрационный расход. Это связано с повышением кривой депрессии и прохождением фильтрационного потока по незакрытым трещинам, находившимся в сухом грунте выше кривой депрессии, что просматривалось через стеклянные стенки лотка.

Благодаря фильтрации трещины со временем закрываются; фильтрационный расход при этом уменьшается. Однако при незначительном повышении уровня ВБ снова скачкообразно увеличивается фильтрационный расход. При уменьшении уровня ВБ он снижается. Это подтверждает прохождение фильтрационного потока по области грунта, где деформационные трещины уже закрыты под его же действием. Если проследить за изменением фильтрационного расхода через дамбу секции 2 (см. рис. 3), то в связи с подверженностью дамбы вертикальным деформациям, в два раза меньшим, чем дамбы в секции 1, график изменения фильтрационного расхода во многом идентичен контрольному. Однако изменение фильтрационного расхода также обуславливается вертикальными деформациями, трещинообразованием и разуплотнением грунта, происходящими в секции 1. Изучение влияния равномерных деформаций в основании дамб с использованием растворимого материала для получения осадок позволяет заключить, что для шламохранилищ в условиях подработки территории и неравномерных деформаций предпочтительно строительство фильтрующих дамб, в которых под воздействием водной среды и фильтрационного потока происходит постепенное закрытие трещин вслед за периодами деформаций.