

РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫ ПЛЕНОЧНЫХ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН

Инж. МИНЧУКОВА М. Е.

Белорусский национальный технический университет

Методы расчета механических и прочностных характеристик полимерных пленочных экранов с учетом условий эксплуатации и срока службы сооружений изложены в работах В. Д. Глебова, В. П. Лысенко, И. Е. Кричевского, А. А. Миронова и др.

Целью данной статьи являются сопоставление и анализ существующих формул для расчета толщины пленочных противофильтрационных элементов. Обобщая имеющуюся информацию, следует выделить основные подходы при расчете толщины применяемых при экранировании полимерных пленок:

1) расчет по условию неповреждаемости пленки частицами грунта подстилающего и защитного слоев в период строительства;

2) расчет пленочных элементов при действии гидростатической нагрузки в период эксплуатации сооружения.

Согласно СН 551–82 [1] рекомендуется принимать для низконапорных постоянных и временных сооружений толщину пленки $\delta = 0,2$ мм, причем грунт, в который ее помещают, не должен содержать частицы размером более 2 мм. Однако и в таких случаях ее толщина оказывается на порядок меньше размеров отдельных грунтовых частиц, что вызывает опасность повреждения пленочного противофильтрационного элемента при контактах с ними.

Опасность повреждения пленки наиболее вероятна в период строительства сооружения при отсыпке и уплотнении грунтового защитного слоя по ее поверхности. В это время она более всего подвержена местному сжатию в точках контакта с грунтовыми частицами. В. Д. Глебовым рекомендована следующая формула для определения толщины полимерного элемента по условию неповреждаемости (допускаемой деформации сжатия) в зависимости от давления грунта и диаметра грунтовых частиц [2]:

$$\delta = 0,1d_3(q/K_n), \quad (1)$$

где K_n – коэффициент эффективности защитных прокладок, изменяющийся в зависимости от типа материала в пределах от 1,5 до 5,0; d_3 – диаметр зерен подстилающего грунтового слоя (минимальный диаметр фракции); q – равномерно распределенная нагрузка на пленочный экран.

Так как в строительный период производственные воздействия на экран характеризуются динамичностью, рекомендуется ввести поправочный коэффициент динамичности K_d . Таким образом, для расчета толщины пленки, имеющей модуль упругости материала E , с учетом коэффициентов динамичности K_d , однородности полиэтиленовой пленки $K_{одн}$ и формы зерен K_ϕ видоизмененная формула имеет вид:

$$\delta = 16qd_3K_\phi K_d / EK_{одн} K_n, \quad (2)$$

где $K_d = 2,0$ при надвижке грунта защитного слоя бульдозером; $K_{одн} = 0,7$ – минимально возможное значение; K_ϕ изменяется от 1,0 при хорошо окатанных зернах до 2,0 при остроугольных.

При длительном воздействии гидростатической нагрузки пленка в зависимости от соотношения ее толщины δ и диаметра зерен d_3 подстилающего слоя грунта может работать как мембрана ($\delta/d_3 \leq 1/5$), безбалочная плита ($1/5 < \delta/d_3 \leq 1/3$) или плита на сплошном упругом основании ($\delta/d_3 > 1/3$) [3]. Для пленки как мембраны преобладающими являются растягивающие напряжения, как безбалочной плиты – изгибающие и как плиты на упругом основании – сжимающие напряжения.

В. Д. Глебов, исходя из упомянутых выше схем работы пленки, предлагает следующие формулы для расчета ее толщины:

1. Пленка–мембрана ($\delta/d_3 \leq 1/5$)

$$\delta = 0,15\alpha d_3 q \sqrt{E/\sigma^3}. \quad (3)$$

При применении грунтов с фракциями более 5 мм имеют место расхождения между величинами теоретических и экспериментальных разрушающих нагрузок. Устранить это несоответствие с достаточной точностью позволяет использование коэффициента эффективности диаметра зерен α .

2. Экран-безбалочная плита ($1/5 < \delta/d_3 \leq 1/3$)

$$\delta = 0,95d_3 \sqrt{q/\sigma_{\text{доп}}} \quad (4)$$

3. Экран-плита на сплошном упругом основании ($\delta/d_3 > 1/3$). В этом случае расчет не производится, $\delta > 1/3 d_3$.

Так как предполагалось, что повреждения пленки вызываются крупными частицами, в (1)–(4) рекомендовалось принимать диаметр грунтовых частиц d_3 как нижний предел максимальной фракции грунта. Дальнейшие исследования, однако, показали, что пленка повреждается в основном частицами малого диаметра, которые испытывают давление более крупных [4]. В связи с этим разрушение образца частицей минимального диаметра происходит быстрее.

В полимерных экранах могут также возникнуть дополнительные напряжения при образовании в основании просадок, трещин, при наличии дефектов основания, вблизи мест сопряжения экрана с сооружениями и т. п. В таких случаях толщину экрана рекомендуется проверять по формуле

$$\delta = 0,313bq \sqrt{E/\sigma_{\text{доп}}^3} \quad (5)$$

где b – ширина трещины.

При возможной линейной просадке Δ основания для определения толщины следует пользоваться формулой

$$\delta = \frac{Lq}{\sigma_{\text{доп}}} \sqrt{\frac{L^2}{4\Delta^2} + 1} \quad (6)$$

где L – проекция на горизонтальную ось провисающей части пленочного экрана.

Длину L определяют из формулы

$$\frac{qL}{\delta En} \left(1 + \frac{n^2}{3} \right) = \frac{1}{2n} \left[n\sqrt{1+n^2} - \ln \left(\sqrt{1+n^2} - n \right) \right] - 1, \quad (7)$$

где $n = 2\Delta/L$.

Г. Я. Булатов [5] рассматривает экран также как защиту от трещин в плотине, благодаря передаче давления воды на верховой откос и, таким образом, смятию трещин в подэкрановом слое. Из условий обеспечения прочности пленки над трещиной предлагается зависимость:

$$\delta_{\text{max}} = \gamma b h_{\text{см}} / 8\sigma; \quad h_{\text{см}} = 2c/\text{tg } \beta_a \gamma, \quad (8)$$

где b – раскрытие трещины под экраном на уровне уреза воды; $h_{\text{см}}$ – высота водяного столба над точкой полного смятия трещины; c – сцепление грунта при сдвиге; β_a – угол активного обрушения грунта; σ – растягивающее напряжение в пленке; γ – удельный вес воды.

Расчет толщины пленки для различных условий ее работы рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1. Определение параметров E , $\sigma_{\text{доп}}$, d_3 , анализ качества основания и комбинации нагрузок на пленочный экран.

2. Определение толщины экрана при действии гидростатического давления с учетом соотношения δ/d_3 .

3. Поверочный расчет толщины при некачественном основании, возможных просадках, наличии трещин и т. п. Принимается большее значение δ .

4. Определение толщины экрана по условию неповреждаемости.

С целью проверки предлагаемых методов расчета противофильтрационных пленочных элементов для дамб шламохранилищ Солигорского горно-промышленного района выполнены расчеты необходимой толщины пленок для различных условий их эксплуатации.

Грунт дамбы – среднезернистый песок. Противофильтрационный материал – полиэтиленовая стабилизированная сажей пленка толщиной $\delta = 0,2$ мм.

При гидростатической нагрузке, исходя из соотношения $\delta/d_3 > 1/3$, пленка работает как плита на сплошном упругом основании. Следовательно, ее толщина назначается минимальной $\delta = 0,2$ мм.

В случае работы пленки на просадочных либо трещиноватых основаниях (5)–(8) позволяют оценить степень деформации пленки и установить параметры трещин и просадок, при которых

напряжения в пленке не будут превышать предела ползучести ($\sigma_{\text{доп}} = 5$ МПа). Так, для пленочно-го экрана толщиной $\delta = 0,2$ мм, находящегося под действием равномерно распределенной нагрузки и лежащего на сквозной трещине шириной b , максимальные напряжения в пленке $\sigma_{\text{доп}}$ сохраняются ниже предела ползучести при $b = 3,3$ см.

При возможной линейной просадке основания $\Delta = 10$ см после стабилизации положения пленки длина L горизонтальной проекции провисающей ее части составляет $L = 5$ см (при $\Delta = 5$ см $L = 4,5$ см).

В случае давления воды на верховой откос при расчетной величине $h_{\text{см}} = 70$ см прочность пленки над трещиной обеспечивается при $b = 10$ см.

Расчет пленочного экрана по условию непроедаемости при воздействии транспортных механизмов в строительный период выполнен по (1), (2). Толщина пленки по допускаемым деформациям сжатия грунтовыми частицами при наличии защитных прокладок — $\delta = 0,16$ мм ($K_n = 1,5$), а при учете динамичности производственных воздействий — $\delta = 0,13$ мм.

Как видно из расчетов, полиэтиленовая пленка толщиной $\delta = 0,2$ мм, используемая в конструкциях существующих дамб, отвечает условиям безопасности сооружений для всех рассмотренных случаев загрузки противофильтрационных пленочных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов. СН 551-82. — М.: Стройиздат, 1983.
2. Глебов В. Д., Крохина Е. Н. Пленочные полимерные экраны гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. — 1976. — № 11.
3. Глебов В. Д. Полимерные пленочные противофильтрационные конструкции грунтовых гидросооружений: Дис. ... докт. техн. наук / ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева, 1983.
4. Лысенко В. П., Волостных Е. В. О напряженно-деформированном состоянии пленочных противофильтрационных конструкций // Матер. конф. и совещ. по гидротехнике / ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева, 1986.
5. Булатов Г. Я. Пленочный экран как защита от трещин в плотине // Матер. конф. и совещ. по гидротехнике / ВНИИГ имени Б. Е. Веденеева, 1986.

Рецензент канд. техн. наук,
доц. БАННИКОВ Н. Д.

УДК 697.9.001.24

О МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА РАСХОДА ВОЗДУХА, УДАЛЯЕМОГО ИЗ КВАРТИР ЖИЛЫХ МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМОВ

Канд. техн. наук ЗАХАРЕВИЧ Э. В.,
студенты ДОВНАР Е. И., ВЕЛЛЕР А. А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время, по сравнению с 60–80 гг., существенно изменился подход к строительству жилых домов. Отличительной чертой современного строительства является использование решений, обеспечивающих энергосбережение. В результате квартиры, часто очень большие, оказываются как бы «закупоренными» из-за применения новых плотных ограждений (стен, окон и дверей). При этом вентблоки часто остаются старой конструкции, т. е. рассчитанные на удаление

воздуха из жилых комнат через кухни, туалеты и ванные.

При гидравлических расчетах систем теплогазоснабжения и вентиляции известны прямой и обратный методы. Если для прямого метода (подбор диаметров) существуют таблицы, то для обратного метода (нахождение скоростей по удельному сопротивлению и расходу) такие таблицы отсутствуют.

Была поставлена задача вывести относитель-