

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТА ЧЕРЕЗ ЗЕМЛЯНОЕ ПОЛОТНО И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЙМЕННЫХ НАСЫПЕЙ

*Бессарабов Артём Дмитриевич, студент 4-го курса
кафедры «Путь и путевое хозяйство»
Российский университет транспорта, г. Москва
(Научный руководитель – Зайцев А.А., канд. техн. наук)*

Обеспечение устойчивости земляного полотна, работающего в условиях подтопления, является весьма ответственной задачей.

Наблюдение за пойменными насыпями во время паводков дало понятие того, что на их устойчивость влияет такое явление, как фильтрация [2].

Первое доказательство этого явления было показано исследованиями Г.М. Шахунянца, как теоретическими расчетами с использованием гидравлического интегратора Лукьянова В. С. (аналогового компьютера [1-5]), так и натурными наблюдениями на опытном участке. Использование гидравлического интегратора позволило решать задачи одномерных, двухмерных и трехмерных схем движения потока воды [2].

Натурные наблюдения и физическое моделирование на центробежной установке подтвердили результаты, полученные теоретическими расчетами – рисунок 1.

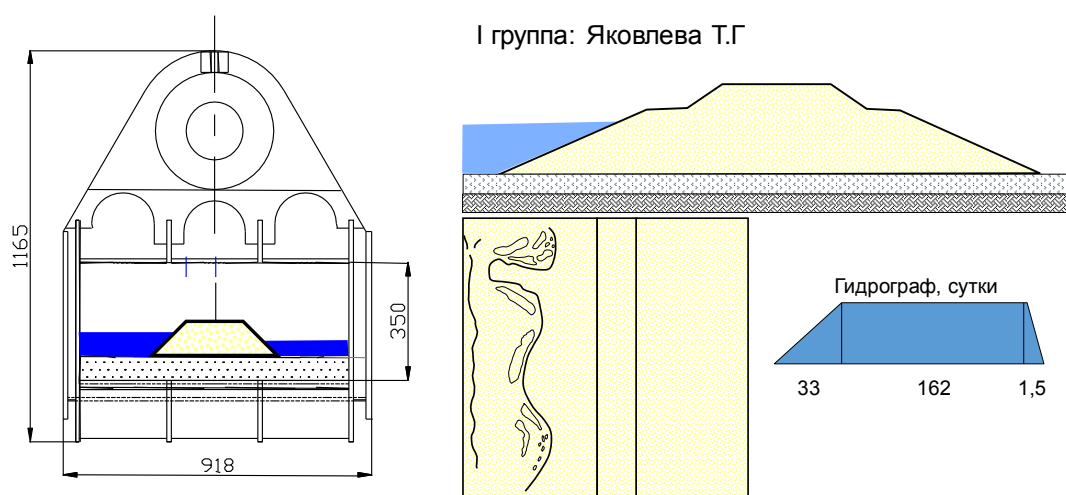


Рисунок 1 – МИИТ: моделирование пойменных насыпей для линии Тюмень – Сургут (физическое моделирование на установке центробежного моделирования Яковлева Т.Г.)

Процесс фильтрации наблюдаемый в насыпях и воспроизводимый расчетами зависит от типа грунта и его водопроницаемости, как насыпи, так и ее основания. Сам режим фильтрации можно узнать по размеру увлажнения сечения насыпи.

Ранее в практике проектирования земляного полотна принято проводить проверку устойчивости пойменных насыпей, исходя из условия полного обводнения их (до максимального горизонта подтопления), что в действительности имеет место далеко не всегда.

Теоретические решения задач неустановившейся фильтрации, проведенные Яковлевой Е.А., сопровождались постановкой натурных испытаний, что позволило оценить реальность расчетных данных. Данные характеристики использованы для установления наиболее опасных условий обводнения их [2].

Подтопление может быть постоянным - при пересечении трассой дороги водоемов или периодическим - в период высоких уровней воды в водотоках, что наблюдается при расположении линий на поймах рек. Наиболее опасно подтопление, сопровождающееся быстрым спадом внешних горизонтов, когда в зоне обводнения насыпи не только снижаются расчетные характеристики грунта, но также заметно сказывается отрицательное влияние гидродинамических сил фильтрующего потока.

Данные случаи вызывали деформации подтопляемых сооружений, что могло привести к катастрофическим результатам приводимых к разрушению сооружений.

Первые две расчетные схемы отражают предельные условия фильтрации при очень хорошо дренирующих грунтах и полностью водонепроницаемых, что в действительности встречается редко. Обычно грунты насыпи за время паводка в некотором объеме всегда увлажняются, но до настоящего времени размеры зоны обводнения неизвестны. Поэтому в железнодорожных проектных организациях принято пользоваться третьей из указанных расчетных схем.

Введение в расчет устойчивости фактора подтопления привело к резкому снижению числа деформаций строящихся насыпей. Однако применение одной расчетной схемы дает неправильные результаты, так как может дать как хорошие результаты, так и результаты с завышенными или излишними показателями устойчивости [2].

Процесс фильтрации в пойменных насыпях возникает в результате подтопления их паводковыми водами. Рассматривая условия работы пойменных насыпей считается, что поток грунтовых вод в период подъема внешних горизонтов направлен внутрь насыпи, во время спада из насыпи в сторону

откоса, при большой разности горизонтов подтопления (с разных сторон поймы) возможен промежуточный этап сквозной фильтрации через насыпь.

В каждом частном случае размеры обводнения и вся картина фильтрации зависит от совокупности местных условий - рода грунтов тела насыпи и основания, размеров насыпи и продолжительность паводка.

Ордуянц К.С. [4] предложил следующие по учету фактора подтопления в расчетах устойчивости насыпей, используемые по настоящее время[2]: для насыпей из крупного и среднего песков, характеризующихся отсутствием гидродинамического давления, рекомендуется в расчетах устойчивости влияние подтопления учитывать только снижением удельного веса грунта в зоне обводнения и изменением (снижением) сдвиговых характеристик; для насыпей из глин и некоторых типов суглинков, характеризующихся отсутствием гидродинамических процессов и наличием гидростатического напора извне, рекомендуется в запас прочности пренебрегать гидростатическим напором, и влияние подтопления вообще не учитывать; для насыпей из пылеватых песков, характеризующихся наличием гидродинамических сил и различными размерами зоны обводнения, учитывать изменение расчетных характеристик грунта в этой зоне и влияние гидродинамических сил. При этом в расчетный момент времени уровень воды в осевом сечении насыпи соответствует внешнему максимуму и зона обводнения ограничивается двумя прямыми наклонными в сторону откосов.

Литература:

9. Соловьева О. Водяные вычислительные машины // «Наука и Жизнь»: Журнал. - М, 2000. - № 4.
10. Яковлева Е.А. Режимы фильтрации и влияние их на устойчивость пойменных насыпей [Текст] / Инж. Е. А. Яковлева ; Под ред. канд. техн. наук И. И. Викторова. - Москва : [б. и.], 1958. - 68 с. (Сообщение/ Минтрансстрой СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т трансп. строительства. Лаборатория конструкций земляного полотна; № 120).
11. Проектирование железнодорожного пути / учебное пособие под ред. Г.М.Шахунянца 1972
12. Ордуянц К. С. Пойменные насыпи на подходах к мостам. Трансжелдориздат. 1939.
13. Зайцев А. А. Технология применения установок центробежного моделирования для решения геотехнических задач (часть 01 исторические сведения и результаты исследований), 2020-01-21, <https://doi.org/10.24108/preprints-3111959>