

ная по результатам гидрометрических исследований и представленная в табличной форме или в виде графика. Для конкретного гидроузла методом наименьших квадратов определяем эмпирическую зависимость $h = f(Q)$.

Например, после обработки опытных данных для Вилейского гидроузла получили зависимость:

$$h = f(Q) = 2,36 + 3,35 \cdot e^{-7,5/x} - 2 \cdot (0,72)^{(x+0,5)^2}, \quad (22)$$

где $x = Q / 100$. Эта формула имеет максимальную абсолютную погрешность 0,019 м и максимальную относительную погрешность 1,6% (причем при $Q \geq 100$ эта погрешность меньше 1%), что говорит о том, что она вполне приемлема для использования.

Далее, решая задачу (1), (16)–(18), находим напор $H(t)$ и, используя (16) и (19), определяем (в предположении, что отводящее русло прямоугольное):

$$\begin{cases} Q_0(t) = Q_{\text{сбк}} + Q_u = C \cdot H^{1,5} + Q_u \\ h_0(t) = f(Q_0(t)) \\ v_0(t) = \frac{Q_0(t)}{B \cdot h_0(t)} \end{cases}, \quad (23)$$

где B — ширина отводящего русла.

Выводы:

1. Составлен алгоритм использования уравнения баланса воды для расчета уровней в водохранилище при попуске половодья. Уравнение решается численными методами. Составлена программа расчета, которая позволяет получить изменение во времени уровня воды в водохранилище и гидрограф сбросных расходов в русле ниже гидроузла при различных формах гидрографов паводка и

количестве работающих пролетов плотины, что позволяет применять программу для различных гидроузлов.

2. Рассмотрен пример использования данного алгоритма для прогнозного расчета уровней воды в Вилейском водохранилище при попуске расходов половодья 0,1%-й обеспеченности. Прогноз для водохранилища неблагоприятный: во всех расчетных случаях уровень воды при половодье превышает ФПУ и в этом случае безопасность сооружений напорного фронта не будет обеспечена.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Смирнов, Г.Н. Гидрология и гидротехнические сооружения: учеб. для вузов по спец. «Водоснабжение и канализация» / Г.Н. Смирнов, Е.В. Курилович, И.А. Витешко, И.А. Мальгина; под ред. Г.Н. Смирнова. – М.: Высш. шк., 1988. – 472 с.
2. Ничипорович, А.А. Плотины из местных материалов. – М.: Стройиздат, 1973.
3. Гидротехнические сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.04-169-2009(02250) – Минск: Минстройархитектуры, 2010.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. В 20 т. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т. 5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье, Ч. 1.
5. Расчетные гидрологические характеристики: ТКП 45-3.04-168-2009.
6. Определение расчетных гидрологических характеристик. М.: 1983. – СНиП 2.01.14-83.
7. Киселев, П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам / П.Г. Киселев, А.Д. Альтшуль, Н.В. Данильченко и др.; под ред. П.Г. Киселева. – М., Энергия, 1972. – 312 с.

Материал поступил в редакцию 13.07.17

IVASHECHKIN V.V., VEREMENUK V.V., KRUGLOV G.G., ANATSKOY.Y., SOLDATENKO Y.A. Prognosis levels in Vilia reservoir during to run high water

The paper describes a water economy calculation of reservoir during to run water flood. The calculation based on differential equation balance water in reservoir. In the paper received decision of equation, which allow to make a prognosis change of the water level in reservoir and receive expenditure hydrograph of water flood. The authors implement of the estimate a danger wateroverflow comb earth dam during to run water flood.

УДК 553.97

К.А. Глушко

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФИЛЬТРАЦИИ ТАЛЫХ ВОД ПРИ ПОСТОЯННОМ УРОВНЕ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНИКАХ

Введение. Инфильтрация талых вод через пористую среду, какой является почва, подчиняется определенным закономерностям. Эти закономерности обуславливают как внешние факторы, такие как климатические условия и антропогенная деятельность человека, так и внутренние: водно-физические и тепловые свойства почвы.

Антропогенная деятельность человека проявляется в формировании подпахотного горизонта с повышенной плотностью почвы и сниженной водопроницаемой способностью, климатические условия проявляются

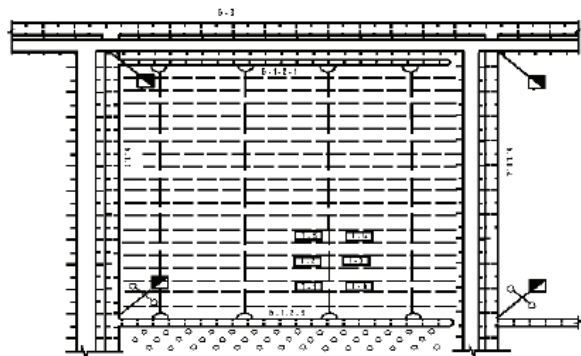
по-разному: как способствующие росту инфильтрации при положительных температурах, так и снижающие ее — при отрицательных.

Все вышеназванное следует из целого ряда исследований, выполненных применительно к минеральным грунтам [1, 2, 3]. Целью выполненных исследований являлось установление абсолютной величины инфильтрации талых вод на осушенных торфяниках и выявление закономерностей ее изменения от внешних и внутренних фактов.

Глушко Константин Александрович, к.т.н., доцент, доцент кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Организация полевых исследований. Для проведения всего комплекса исследований был организован опытный участок в пойме р. Бобрик. Компоновка участка приведена на рисунке 1.



Почвы опытного участка и всего водосбора представлены среднемощными, глубиной 70±5 см, осоко-тростниковыми торфами со степенью разложения R = (40 – 50)%. Залегают они на мощной толще (50 м) песчаных отложений. Непосредственно подстилающими породами являются пески аллювиальных отложений. Границей раздела слоев является тонкий около 5 см мульчирующий слой торфа.

На участке было установлено 36 лизиметров. Из них 12 лизиметров переменного уровня, 12 лизиметров постоянного уровня пленочной конструкции с поддержанием уровня на глубине 50 см и 12 лизиметров с поддержание уровня грунтовых вод на глубине 75 см. Площадь поверхности лизиметров постоянного уровня была равной 3000 см².

Методика исследований инфильтрации талых вод при постоянном уровне грунтовых вод. Задачей исследований явилось установление величины и зависимостей инфильтрации талых вод от обуславливающих ее факторов при различном положении уровня грунтовых вод и при неограниченном подтоке влаги к промерзающему слою почвы.

Предложенная технология изготовления лизиметров и их конструкция защищены авторскими свидетельствами на изобретения [4, 5, 6] и обеспечили их надежную работу в течение всего периода исследований.

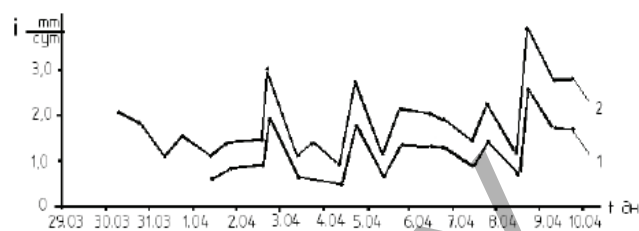
Интенсивность инфильтрации талой воды мм/сут определялась по формуле:

$$i = \left[\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot d^2 \cdot \tau_{\text{фак}}} \right] \cdot 10 \cdot 1440; \quad (1)$$

где d — диаметр приемной емкости (в установке был 80 мм);
 V — объем проинфильтровавшейся влаги, мл;
 $\tau_{\text{фак}}$ — фактическое время между двумя измерениями, мин.

Результаты исследований инфильтрации талой воды при постоянном уровне грунтовых вод. С наступлением весеннего паводка регулярно, два раза и более в сутки производились замеры уровня воды в сливной емкости. Проинфильтровавшаяся вода откачивалась на поверхность, объем ее измерялся мерной емкостью, а время между измерениями фиксировалось. Обработка результатов измерений позволила получить предельно возможную информацию об интенсивности инфильтрации талой воды на осушенных торфяниках в естественных полевых условиях при различном

уровне грунтовых вод и характере изменения ее во времени. Осредненные ее значения приведены на рисунке 2.



1- уровень грунтовых вод 50 см; 2 – тоже 75 см

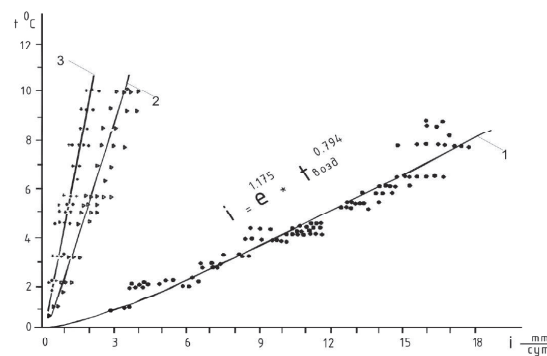
Рисунок 2. Изменение величины инфильтрации талых вод в лизиметрах во времени при постоянном уровне грунтовых вод на примере точки 1 опытного участка, 1987 год

Как и предполагалось, она наиболее низкая у лизиметров с высоким положением уровня грунтовых вод, ее значение в начальной стадии составляет 0,5–1,0 мм/сут. Близкое значение инфильтрации и у лизиметров с уровнем грунтовых вод 75 см – 0,7–1,2 мм/сут. Колебания интенсивности инфильтрации при изменяющейся температуре воды также имеют место и подчиняются тому же закону, что и при глубоком и переменном положении уровня грунтовых вод; т. е. с ростом температуры растет и величина интенсивности инфильтрации. Однако амплитуда этих колебаний не столь высока и имеет тенденцию, как следует из рисунка 2, к снижению с повышением уровня грунтовых вод. На рисунке 3 показано изменение величины инфильтрации во времени в лизиметрах с уровнем грунтовых вод 50 и 75 см для точки № 1 в 1987 году.

Как и при переменном и глубоком уровне грунтовых вод, в данном случае также отсутствует какая-либо связь между величиной инфильтрации и суммой положительных температур.

К сожалению, используемое оборудование для измерения влажности в лизиметрах в зимний период оказалось ненадежным, и это не позволило получить динамику влажности за зимний период. По истечении 1,5–2,0 месяцев после установки приборы выходили из строя, так как происходила кристаллизация раствора соли в соединительных трубках и датчиках влажности Корчунова.

В заключение отметим, что имели место случаи, когда инфильтрация в лизиметрах с уровнем грунтовых вод 50 см отсутствовала на протяжении всего паводка. Как правило, в этом случае на поверхности лизиметров образовывалась ледовая корка толщиной 10,5–2,0 см.



1 – УГВ 135 см, 2 – УГВ 75 см, 3 – УГВ 50 см

Рисунок 3. Зависимость интенсивности инфильтрации от температуры воды при различном уровне грунтовых вод на примере весеннего половодья 1987 года

Методика лабораторного эксперимента по исследованию инфильтрации талых вод. Задачей лабораторного эксперимента являлось установление зависимостей интенсивности инфильтрации талых вод от степени освоения торфяных почв, а также плотности и влажности.

Исследования проводились в полевых условиях на опытном участке. Это позволило достичь полного тождества термического режима исследуемых образцов почвы с окружающим массивом; создать полную аналогию процессов промерзания сверху, исключив искусственные мероприятия по боковой теплоизоляции образцов.

Монолиты (образцы) почвы для исследования изменения величины инфильтрации талой воды сквозь мерзлую почву в зависимости от плотности заготавливались на неосушенном болоте, на осушенном торфянике первой и второй очередей строительства в двукратной повторности.

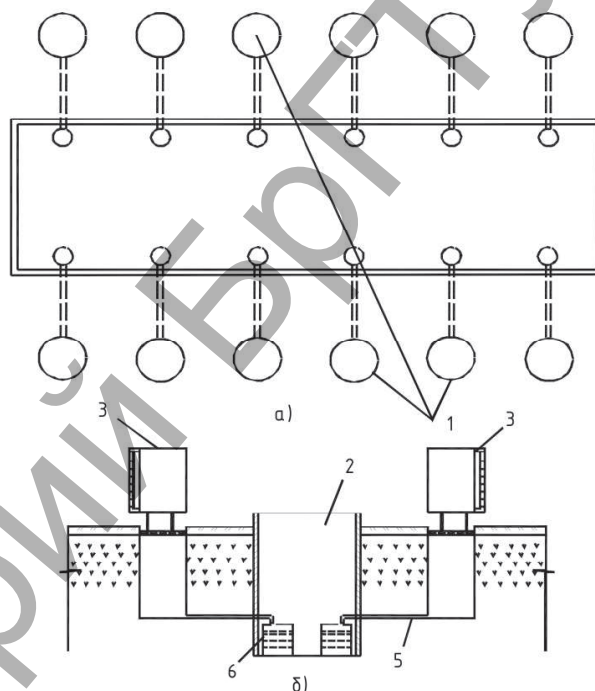
Методика заготовки монолитов заключалась в следующем. Предварительно отрывался шурф с оставлением островка ненарушенной почвы в центре, размеры которого превышали габаритные размеры будущего образца. После чего по мере обрезания монолита по окружности сверху вниз на него плотно насаживался металлический цилиндр. Для этого был использован почвенный испаритель площадью поперечного сечения 500 см^2 и высотой 50 см для предотвращения контактной фильтрации внутренняя стенка цилиндра предварительно обильно смазывалась солидолом. Аккуратно подрезав дно, монолит переносился на площадку. После чего под него подводился поддон с устроенным обратным фильтром и патрубком для отвода проинфильтровавшейся воды.

Для исследования изменения интенсивности инфильтрации в зависимости от влажности аналогичным образом было заготовлено шесть монолитов, из которых площадка сутками раньше увлажнялась. Монолиты заготавливались по вышеприведенной методике с одновременным отбором образцов почвы на влажность. Четыре монолита были подвержены сушке. Они запрессовывались в цилиндры высотой 60 см и площадью поперечного сечения 1000 см^2 . Данные монолиты в процессе сушки были открыты сверху. Сушка производилась электротенами в закрытом отапливаемом помещении трансформаторной подстанции. Контроль за влажностью велся путем периодического взвешивания монолитов.

На следующем этапе поочередно в каждый из четырех монолитов, подвергшихся сушке, прессом были завлены цилиндры площадью 500 см^2 и высотой 50 см. Аналогично, как и в предыдущем случае, цилиндры были оборудованы поддонами со сливными патрубками и обратными фильтрами. Меры по предотвращению контактной фильтрации были приняты те же. Отбор проб почвы на влажность производился из межстеночной полости на всю высоту монолита. На месте установки монолитов предварительно был вырыт котлован (рис. 3) с размерами: ширина — 1,20 м, длина — 3,0 м, глубина — 0,8 м.

В гнезда, устроенные в боковых стенках котлована, были установлены заготовленные монолиты. Технологией предусматривалась защита водоотводящих патрубков чехлами от давления грунта. Парубки укладывались с незначительным, порядка 2-3 уклоном в сторону монолита, обеспечивающим уровень воды в поддоне

1,0–1,5 см при сливе проинфильтровавшейся воды. Длина патрубков и удаление монолитов от стенки котлована назначались из учета трехкратной глубины промерзания и была принята равной 1,2 м. Для обеспечения устойчивости стенок котлована от обрушения они были закреплены досками по всему периметру и на всю высоту. Пазухи монолитов засыпались грунтом в его естественной последовательности с послойным уплотнением. В итоге, монолиты и котлован изолировались от атмосферы водонепроницаемой технической пленкой и оставлялись в таком состоянии до начала паводка.



а – план; б – разрез. 1- исследуемые монолиты, 2 – котлован, 3 – бачок Марриота, 4 – сливной патрубок, 5 – приемная емкость
Рисунок 4. Схема опытной установки лабораторного эксперимента

Начавшаяся продолжительная оттепель в середине февраля 1987 года способствовала проведению эксперимента. Средняя глубина промерзания на этот период составила 26 см. После вскрытия монолитов от снега на внутренней поверхности пленки за декабрь, январь и 18 дней февраля образовался слой конденсационной влаги толщиной 1,5–2,0 мм. Такая величина испарения влаги не могла существенно изменить влагосодержания монолитов. Температура поверхности почвы всех монолитов на начало проведения эксперимента составляла $1,0^{\circ}\text{C}$. Определить температурный профиль и профиль влажности на всю высоту монолита на момент проведения эксперимента не представлялось возможным из-за отсутствия необходимого измерительного оборудования. Подробные водно-физические свойства монолитов на момент консервации представлены в таблице 1.

Вода на поверхность монолитов подавалась нулевой температуры. Напор воды на поверхности монолитов поддерживался постоянным, 1,0 см с помощью бачка Марриота. Опыты по исследованию инфильтрации проводились в течение трех суток с 9–10 часов утра до наступления темноты, 19 час. 00 мин — 19 час. 30 мин.

Сливные патрубки на момент прекращения эксперимента заглушались. Это позволило избежать обезвоживания монолитов. С возобновлением опытов сливной патрубков открывался, гравитационная влага, накопившаяся в сливном патрубке сбрасывалась. Результаты опыта считались действительными с того момента, когда величина инфильтрации сравнивалась с последними значениями предыдущих суток.

Результаты лабораторного эксперимента. По результатам лабораторного эксперимента получены зависимости изменения интенсивности инфильтрации во времени. На рисунке 5 представлены зависимости для пар монолитов (5, 6) и (7, 8). Аналогичные зависимости получены и для остальных пар монолитов (3, 4), (9, 10), (11, 12). Из них видно, что закон изменения инфильтрации во времени один и тот же, для всех пар монолитов вне зависимости от влажности, плотности, освоения. Имеет место ярко выраженный период впитывания, после чего наступает период установившейся фильтрации. Исключением являются пара монолитов (1, 2) с почвой с неосушенного болота. В них впитывание происходило в первые 24 минуты эксперимента. Слой впитывания составил 4 и 3 мм, соответственно для монолита 1 и 2. Инфильтрация талых вод через монолиты отсутствовала на протяжении всего эксперимента, с 18 по 20 февраля 1987 года. Таким образом, при незначительной отрицательной температуре (-10°C) высокой влажности 76,4% объема сформировался водонепроницаемый слой, препятствующий движению влаги. Анализируя графические зависимости впитывания и инфильтрации талой

воды через монолиты, можно выделить следующие закономерности:

- величина инфильтрации тем выше, чем ниже влажность при равной или сравнимой плотности почвы; для образцов почвы с одинаковой плотностью эта зависимость по результатам эксперимента аппроксимируется уравнением:

$$i = \exp(0,1896) \cdot W^{-3,36}, \quad (2)$$

где W — объемная влажность почвы в относительных единицах, %;

- время впитывания тем короче, а объем тем больше, чем ниже влажность;

- постоянная температура воды в °C не влечет изменения величины инфильтрации в установившемся режиме.

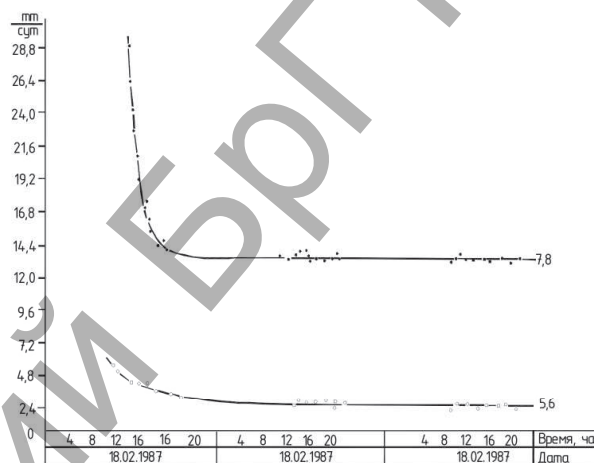


Рисунок 5. Осредненные величины впитывания и инфильтрации в монолитах 5, 6 и 7, 8

Таблица 1. Характеристика основных водно-физических свойств исследуемых монолитов почвы

Слой	Номер монолита											
	1			2			3			4		
	W,%	г/см3	п,%	W,%	г/см3	п,%	W,%	г/см3	п,%	W,%	г/см3	п,%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0-10	70,6	0,25	84,0	71,8	0,24	86,3	33,0	0,29	86,0	35,2	0,29	84,3
10-20	76,5	0,24	82,0	77,4	0,23	87,2	48,0	0,25	86,0	51,3	0,25	85,7
20-30	80,0	0,18	87,0	78,5	0,17	90,3	58,0	0,32	81,0	62,3	0,32	82,0
30-40	80,0	0,15	89,0	79,6	0,16	89,0	52,0	0,27	85,0	54,1	0,27	84,5
40-50	81,0	0,15	90,0	81,0	0,15	91,2	35,0	0,26	52,0	37,1	0,26	52,0
	5			6			7			8		
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0-10	66,0	0,22	83,0	67,0	0,22	87,2	45,0	0,22	87,0	43,2	0,22	87,7
10-20	69,0	0,27	88,0	68,0	0,27	85,3	53,0	0,27	84,0	52,3	0,27	84,1
20-30	72,5	0,29	90,0	74,7	0,29	83,3	56,0	0,29	83,0	57,2	0,26	83,8
30-40	74,5	0,18	90,0	76,2	0,18	88,3	67,0	0,18	88,0	68,0	0,18	89,0
40-50	79,0	0,16	90,0	78,2	0,16	90,0	71,0	0,16	90,0	72,0	0,16	90,0
	9			10			11			12		
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
0-10	33,0	0,22	87,0	35,2	0,22	86,6	18,0	0,27	87,0	21,2	0,27	84,4
10-20	42,0	0,27	84,0	43,3	0,27	84,7	41,0	0,27	84,0	43,3	0,27	84,1
20-30	46,0	0,29	83,0	47,9	0,29	84,3	47,0	0,29	83,0	48,1	0,29	83,8
30-40	53,0	0,18	88,0	52,0	0,18	88,3	48,0	0,18	88,0	49,0	0,18	89,0
40-50	58,0	0,16	90,0	59,2	0,16	90,0	52,0	0,16	89,0	53,0	0,16	90,0

Таблица 2. Основные результаты лабораторного эксперимента

№ п.п	Наименование показателей	Номер монолита					
		1	3	5	7	9	11
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Начала эксперимента	11 50	12 10	9 35	11 20	12 00	12 40
		11 50	12 17	9 25	11 25	12 00	12 46
2	Средняя влажность слоя 0-40 см почвы, %	76,77	47,75	70,5	52,25	43,5	38,5
		76,82	49,72	71,47	55,1	44,6	40,4
3	Средняя плотность слоя 0,-40 см. почвы, %	0,20	0,28	0,24	0,24	0,24	0,24
		0,20	0,28	0,24	0,24	0,24	0,24
4	Конец активной стадии впитывания, начало инфильтрации, час		12 50	11 05	12 31	12 42	13 26
			13 04	11 07	12 46	12 37	13 00
5	Объем впитавшейся влаги до начала инфильтрации, мм		3380	870	820	4190	4875
			2770	635	540	4050	4640
6	Время стабилизации процесса инфильтрации, час		15 45	19 02	17 30	16 10	13 26
			16 30	13 40	18 08	16 28	13 00
7	Средняя величина установившейся инфильтрации, мм/сут.		49,7	2,48	13,6	672	2760

Заключение.

- Анализ характера инфильтрации в экспериментах:
 - при постоянном уровне грунтовых вод 50 и 75 см, с использованием лизиметров;
 - при переменном уровне грунтовых вод (по измерениям уровня талой воды, в микропонижениях) [7];
 - при отсутствии подтока влаги от уровня грунтовых вод.

Лабораторный эксперимент позволил установить, что наличие подтока влаги в течение зимнего периода от уровня грунтовых вод определяет неравномерный ход инфильтрации во время паводка, в то время как при отсутствии подтока влаги от уровня грунтовых вод наблюдался равномерный ход инфильтрации талых вод. Это обусловлено тем, что при наличии уровня грунтовых вод имел место миграционный поток влаги от уровня грунтовых вод к промерзающему слою, влажность его увеличивалась. В процессе инфильтрации талой воды происходил теплообмен между талой водой и мерзлым слоем почвы, вследствие чего проницаемость мерзлого слоя почвы в дневное и ночное время была разной. Прогретая вода в дневное время увеличивала проницаемость мерзлого слоя за счет оттаивания льдинок в порах, а в ночное время за счет теплообмена мерзлого слоя с талой водой она промерзала, сужая поры. Чем глубже находится уровень грунтовых вод, тем больше выражена амплитуда изменений инфильтрации талой воды.

Эти процессы не проявлялись в лабораторном эксперименте, где миграционный поток отсутствовал в течение зимы. Имело место только перераспределение влаги по профилю.

2. Экспериментальные исследования инфильтрации талых вод при постоянном уровне грунтовых вод позволили установить:

- инфильтрация тем выше, чем ниже уровень грунтовых вод, для уровня грунтовых вод 50 см она изменялась

в пределах от 0,5 мм/сут. в начале паводка до 2,5 мм/сут. в конце паводка, для уровня грунтовых вод 75 см эти значения соответственно равны 1,2 мм/сут. и 4,0 мм/сут. Для сравнения, при переменном уровне грунтовых вод минимальное значение интенсивности инфильтрации составляет 4–6 мм/сут. в период формирования запирающего слоя, и 18 мм/сут. при его разрушении;

— наблюдается устойчивая связь между интенсивностью инфильтрации и температурой воздуха, с ростом температуры наблюдается рост интенсивности инфильтрации. В дневные часы интенсивность инфильтрации в 2-3 раза выше, чем в утренние часы. Для уровня грунтовых вод в 135 см. Эта зависимость аппроксимируется уравнением;

— влажность почвы определяет интенсивность инфильтрации талой воды. При объемной влажности порядка 76% инфильтрация отсутствует, даже при незначительной отрицательной температуре порядка -10°C. При тех же температурных условиях в течение зимы и при влажности 70-71% интенсивность инфильтрации составляет 2,5 мм/сут., при влажности 53% - 13,5 мм/сут., при влажности 44% -672 мм/сут., и при влажности 39% -2760 м/сут.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Урываев, П. А. Впитывание почвой весенних талых вод / П. А. Урываев // Труды ин-та ГГИ. – 1954. – Вып. 46(100). – С. 73–89.
- Калюжный, И.Л. Гидрофизические исследования при мелиорации переувлажненных земель / И.Л. Калюжный, К.К. Павлова, С.А. Лавров. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 260 с.
- Калюжный, И.Л. Формирование потерь талого стока / И.Л. Калюжный, К.К. Павлова. - Л.: Гидрометеоздат, 1981. – 159 с.
- Способ изготовления почвенного лизиметра: а.с. 1590951 Респ.Беларусь, МПК G 01 N 1/04 / К.А. Глуш-

ко; заявитель Белорусский научн. иссл. ин-т мелиорации и водн. хозяйства - № 4048597/23-26 заявл.03.04.1986, опубл.07.09.1990.

5. Лизиметр: а.с.1572462 Респ.Беларусь, МПК А 01 G 01 25/02 / К.А. Глушко; заявитель Брестск. инж. строит.ин-т - № 44685847/31-15 заявл.01.08.1988, опубл.23.06.1990.

6. Лизиметр-испаритель: пат.10810 Респ.Беларусь, МПК E 02B 11/00, G 01 F 23/22 / К.А. Глушко, А.А. Вол-

чек, М.Ф. Мороз; заявитель Брестск. гос. техн. ун-т - №20150078 заявл.03.05.2015, опубл.30.10.2015.

7. Глушко, К.А. Исследование инфильтрации талых вод при переменном уровне грунтовых вод и процессов формирования поверхностного стока на осушенных торфяниках //Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: сб. науч. статей Международной научно-практической конференции. – Брест, 2016. - Ч 1. – С. 139–148.

Материал поступил в редакцию 21.02.17

GLUSHKO K.A. Study of the infiltration of melt water at a constant ground water level on drained peatlands

The results of field research intensity of infiltration of meltwater on drained peatlands at a constant level of groundwater. The basic laws of its change of vernal and internal factors. Established the absolute values of the intensity of infiltration at a different level of groundwater.

УДК 626.8:631.6:691.175:699.8

А.В. Коваленко, А.Ю. Юзюк

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА ДЛЯ РЕМОНТА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Введение. Железобетонные гидротехнические сооружения (ГТС) водохозяйственно-мелиоративного комплекса (ВМК) в процессе длительной эксплуатации под воздействием агрессивных факторов внешней среды подверглись разного рода разрушениям (каверны, сколы, трещины, разгерметизация швов, значительная фильтрация и т.п.) и требуют неотложного проведения ремонтно-восстановительных работ (РВР). Ремонт и реконструкция ГТС ВМК — одна из актуальных проблем последних лет.

Ремонт ГТС и их конструктивных элементов требуют применения эффективных технологий с использованием материалов с высокими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками. Одним из перспективных материалов для этих целей являются литые самоуплотняющиеся бетонные смеси, позволяющие эффективно проводить ремонт конструкций, насыщенных арматурой, сложной конфигурации и в зонах ограниченного доступа (водосливы, тоннели, водоводы, облицовки каналов и др.).

Опыт строительства и эксплуатации ГТС с применением традиционных литых высокоподвижных бетонов показал ряд недостатков этой технологии, которые связаны с недостаточно высокими показателями прочности, морозостойкости, адгезионной прочности, водонепроницаемости и трещиностойкости бетона. Вместе с тем, успехи в создании современных высококачественных, высокотехнологических, высокофункциональных бетонов (High Performance Concrete, НРС) с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами открывают новые перспективы

применения этого материала в строительстве [1, 2]. К таким бетонам относятся самоуплотняющиеся бетоны (СУБ) (Self Compacting Concrete, SCC), которые получают модификацией бетонных смесей органо-минеральными добавками, в состав которых входят суперпластификаторы последнего поколения и активные минеральные наполнители (микрокремнезем, метакраолин) [3–5]. Оптимальное сочетание этих добавок-модификаторов, а при необходимости, совмещение с ними других органических и минеральных материалов позволяет управлять реологическими свойствами бетонных смесей и модифицировать структуру цементного камня на микроуровне так, чтобы придать бетону свойства, обеспечивающие эксплуатационную надежность и долговечность сооружений [6].

СУБ имеют положительный опыт применения при строительстве комплексов крупных гидротехнических сооружений в Голландии и самых разных сооружений в других странах — сводов и арок в тоннелях, метрополитенов, автострад, мостов, атомных электростанций [2]. Это позволяет прогнозировать их эффективное применение при ремонте и реконструкции ГТС.

Целью настоящего исследования является подбор состава СУБ для ремонта железобетонных конструкций ГТС и его оптимизация по величине водоцементного отношения (В/Ц) и содержанию поликарбоксилатного суперпластификатора (СП) для обеспечения требуемых показателей подвижности бетонной смеси, содержащей минеральный наполнитель микрокремнезем в количестве 10% от массы цемента и предела прочности при сжатии бетона в проектном возрасте.

Коваленко Александр Васильевич, к.т.н., с.н.с., зав. отделом, Институт водных проблем и мелиорации Национальной академии аграрных наук Украины.

Юзюк Александр Юрьевич, аспирант, Институт водных проблем и мелиорации Национальной академии аграрных наук Украины.

Украина, г. Киев, ул. Васильковская, 37.