

ГИДРОТЕХНИКА

А. К. АНАНЯН, Б. И. БЕК-МАРМАРЧЕВ, В. Н. ЖАМАГОРЦЯН,
А. М. МХИТАРЯН

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ
ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ В ВОДОЕМАХ

Проблема уменьшения потерь воды на испарение с поверхности естественных и искусственных водоемов имеет народно-хозяйственное значение особенно для засушливых районов нашей страны. Значение проблемы, а также состояние вопроса с достаточной полнотой охарактеризованы в [1, 2]. Несмотря на многочисленные исследования, которые велись и ведутся в этой области за границей, результаты их могут быть отчасти использованы нами только в методическом отношении, так как применяемый в мировой практике химикат, способствующий сокращению испарения, в Советском Союзе в промышленном масштабе не производится. Наиболее обнадеживающие результаты были получены в лабораторных условиях для так называемых спиртов из вторых цеомыляемых, по ряду показателей конкурирующих с импортными метиловыми спиртами (типа гекса- и октадеканоль).

К исследованиям в этом направлении Институт водных проблем (ИВП) Академии наук Армянской ССР приступил во втором полугодии 1960 года. Результаты этих работ опубликованы в [3].

Основная задача исследований 1961 и 1962 годов заключалась в испытании в натуральных условиях, на экспериментальной базе Института в Арданише (побережье оз. Севан), спиртов из вторых неомыляемых отечественного производства с целью установления пригодности их для уменьшения испарения с поверхности водоемов. Это потребовало постановки ряда предварительных и параллельных опытов в водных бассейнах и испарителях в лабораторных и в полевых условиях. Задача опытов заключалась в установлении свойств указанного химиката в отношении сопротивления сдуванию под действием ветра, скорости его распространения и восстановления сплошности пленки после прекращения ветра. Кроме того подлежала установлению минимальная норма расхода химиката и эффективность его в смысле уменьшения испарения. Для этих целей в открытой лаборатории Института водных проблем был построен бетонный бассейн размерами в плане 13×50 м с высотой бортов в 1,4 м и наполнении 1,3 м. Площадь зеркала воды—650 кв. м (рис. 1 и 2). В одном конце бассейна по всей

его ширине установлен плоский щит волнопродуктора. К противоположному концу примыкают две аэродинамические трубы длиной по 10 м, шириной выходного отверстия 6,5 м (ширина одного стенда соответствует половине ширины бассейна). Высоту выходного отверстия

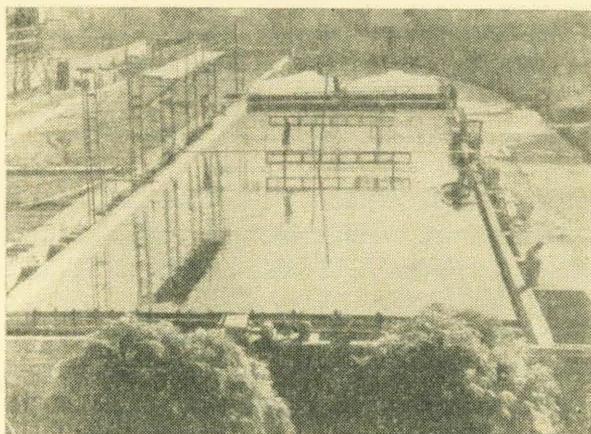


Рис. 1. Общий вид опытного бассейна в Норкской лаборатории ИВП.

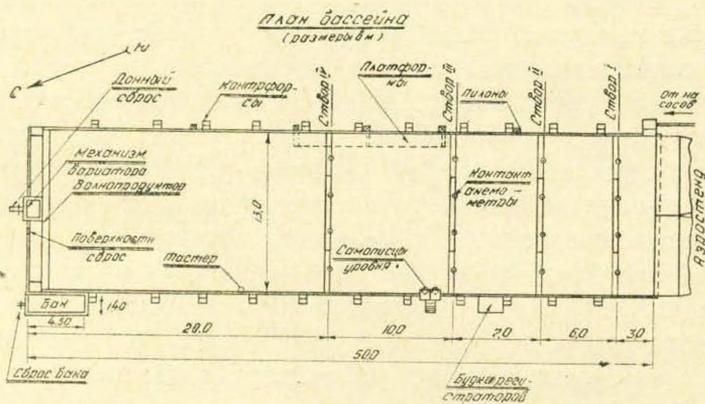


Рис. 2. План опытного бассейна Норкской лаборатории.

стенда можно по желанию менять от самого минимума до 50 см. В плане каждый стенд имеет вид плоского диффузора плавного очертания, осуществляющего на длине 8 м переход от начальной ширины в 70 см, соответствующей ширине выходного отверстия кожуха вентилятора, к ширине в 6,5 м. Стенд состоит из деревянного каркаса, обшитого фанерой, оклеенной изнутри плотной бумагой, препятствующей утечке воздуха через щели. Каждый стенд снабжен центробежным вентилятором типа ЦБ-55 производительностью 40.000 куб. м воздуха в час, работающего от электромотора мощностью 20 квт, при 970 об/мин. Для измерения, при работе аэростендов, скоростей воздушного потока в любой точке над водной поверхностью бассейна использовались трубки Пито и контактные анемометры с автоматиче-

ской записью, а также обыкновенные гидрометрические вертушки. Уровни воды в бассейне измерялись тастерами и лимниграфами.

Первый опыт, который был поставлен в указанном бассейне относится к задаче установления влияния пленки на величину сокращения испарения. В опытах 1961 года в центре бассейна были установлены погруженные в воду два испарителя площадью 0,3 кв.м (ГГИ—3000), а рядом с бассейном—испаритель (бак) площадью 6,5 кв. м. На поверхность воды в бассейне, а также в один из испарителей подавались спирты из вторых неомыляемых по норме 0,02 г на один кв. м в сутки. Второй испаритель и бак являлись контрольными, и в них химикат не подавался. Распространение химиката по поверхности воды происходило с большой скоростью, которая составляла в среднем 4—5 см/сек.

Величина двумерного давления в пленке устанавливалась с помощью набора индикаторов, изготовленных в лаборатории олеоколлоидов и монослоев Института физической химии АН СССР (руководитель проф. А. А. Трапезников) из смеси додецилового спирта и вазелинового масла. В набор вошли индикаторы для двумерных давлений от 0,1 до 29,2 дин/см.

Процентное содержание додецилового спирта в индикаторах приведено в следующей таблице.

№№ индикаторов	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Двухмерное давление	0,1	4,3	9,0	13,8	18,6	20,7	22,8	28,3	29,3
Содержание додецилового спирта	0,072*	0,1996	0,3003	0,5013	0,701	1,00	1,4996	2,0016	2,4816

К сожалению, в 1961 г. данным набором индикаторов был охвачен не весь диапазон двумерных давлений. Поэтому не было возможности их регистрировать при значениях, близких к оптимальному (40 дин/см). Поэтому двухмерное давление, превосходящее 29,2 дин/см, определялось с помощью динамометра, сконструированного в лаборатории Института физической химии АН СССР [4]. В 1962 г. этой же лабораторией были представлены индикаторы (от № 11 до № 15), изготовляемые из так называемых „Башкировских“ спиртов и в различных пропорциях фракций C_8 — C_{12} из вторых неомыляемых с гидроксильным числом 319,8.

Нанесение индикаторов производилось с помощью капельниц. Сохранение капли на пленке указывало на то, что двухмерное давление в ней больше давления, соответствующего данному индикатору. При меньшем давлении в пленке капля растекалась. После полного покрытия поверхности воды в бассейне химикатом, двухмерное давление в

* В процентах от веса вазелинового масла. Для окраски индикатора к нему добавлялась сажа в количестве 2, 3%.

пленке достигало 35–40 *дин/см*. Опыты с пленкой охватили период с максимальными температурами воздуха: они начались 14 июня и закончились 1 августа. Результаты обработки опытов приведены на рис. 3. На вертикальной оси отложено испарение в миллиметрах, а на горизонтальной оси—время в сутках. Сплошной линией показана интегральная кривая испарения без пленки; пунктирной линией—испарение при наличии на поверхности бассейна пленки. Как видно, суммарное испарение (при отсутствии пленки) с 14 июня по 1 августа было 42 мм, а с пленкой 22 мм. Отсюда следует, что испарение при наличии пленки сократилось на 48%.

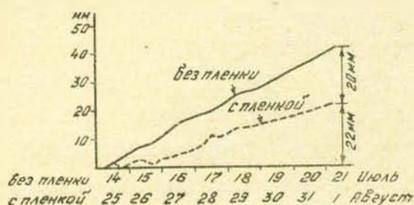


Рис. 3. Интегральные кривые разностей понижений уровней в бассейне и баке без пленки и с пленкой (в бассейне).

площадью каждый 35 кв. м (5×7) м и глубиной 1,4 м, примыкающих друг к другу и обнесенных по всему контуру стенкой из пемзоблоков. Фильтрация из этих резервуаров отсутствовала. Опытами была охвачена более холодная половина лета и часть осени. Эффект от применения тех же поверхностноактивных веществ получился более низким, чем в предыдущем году, а именно 32–35% и при подаче химиката в два приема по норме 0,025 г/м². Одновременно было выяснено влияние ветра на эффективность пленки. В безветренную или слабоветренную погоду относительная величина сокращения испарения превосходила 50%, особенно при подаче химиката в два приема (утром и вечером).

На водно-испарительной площадке Арданишской экспериментальной базы в 1961–1962 годах были поставлены опыты с теми же химикатами с целью выяснения влияния на величину сокращения испарения расхода вещества в единицу времени на единицу площади. Опыты велись на семи одинаковых испарителях, площадью 1 м² и глубиной 0,6 м. В шесть из этих испарителей подавался один и тот же химикат в различных количествах (q г/м²), седьмой оставался для контроля. Результаты опытов представлены на рис. 4. Из рассмотрения кривых следует, что увеличение расхода вещества при малых абсолютных значениях этого расхода приводит к довольно заметному росту процента сокращения испарения (кривая 2) и, особен-

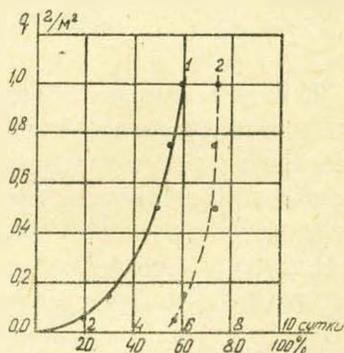


Рис. 4. Графики зависимости продолжительности (1) срока, когда имеет место эффективное сокращение испарения, и процента сокращения (2) от расхода химиката.

но, продолжительности срока, при котором имеет место эффективное сокращение испарения (кривая 1). Дальнейшее увеличение расхода химиката, как видно из кривых, нецелесообразно.

На двух испарительных бассейнах, площадью 3 м^2 и глубиной 2 м , изучался температурный режим воды при наличии пленки и без нее. Результаты этих опытов приведены на рис. 5. На рисунке

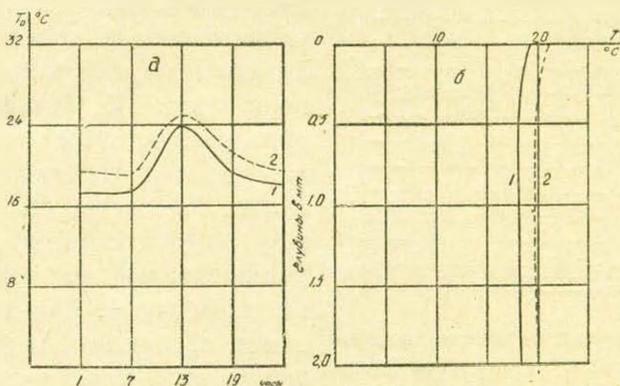


Рис. 5. Суточный ход температуры поверхности воды (а) и изменение температуры по глубине (б). 1—без пленки, 2—при наличии пленки.

показан суточный ход (а) температуры поверхности воды и профиль температуры (б) в случае чистой воды (кривые 1) и при наличии пленки (кривые 2). Во время этих опытов величина сокращения испарения устойчиво держалась в пределах $45-52\%$. Как видно из рис. 5, температура воды под пленкой хорошо следует за ходом температуры воды без пленки, разница составляет около 2°C при указанном выше сокращении испарения. Кроме того, повышение температуры воды под пленкой имеет место во всем объеме. На таком же испарительном бассейне приводился опыт одновременной подачи того же химиката в количестве $0,5 \text{ г}/\text{м}^2$ после чего проводились в течение 10 суток синхронные наблюдения в данном испарителе и в контрольном испарителе тех же размеров, но с чистой водой. Результаты опытов, представленные на рис. 6, показывают, что наибольшее сокращение испарения имеет место в первые сутки. При этом растет разность температур воды под пленкой и в контрольном испарителе. После того как на пятые сутки пленка теряет защитные свойства, испарение с рабочего испарителя становится больше, чем с

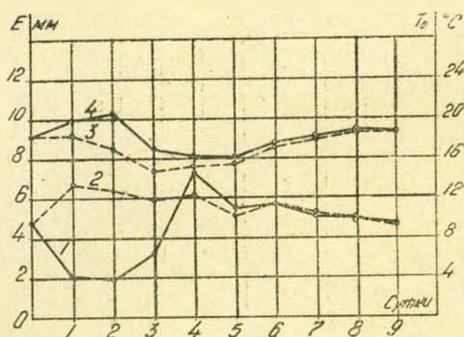


Рис. 6. Ход температуры воды и испарения. 1—испарение при пленке; 2—испарение без пленки; 3—температура чистой воды; 4—температура воды под пленкой.

контрольного испарителя. После того как на пятые сутки пленка теряет защитные свойства, испарение с рабочего испарителя становится больше, чем с

контрольного, вследствие указанной разности температур. Лишь к началу десятых суток испарение и температура в обоих испарителях выравниваются.

Опыты на испарителях, установленных на плоту, находящемся на

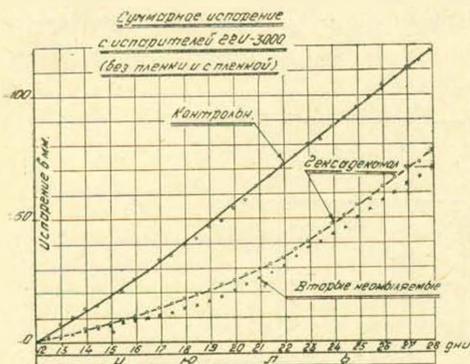


Рис. 7. Интегральные кривые испарения с поверхности испарителей (контрольного, покрытого пленкой гексадеканоля и покрытого пленкой спиртов из вторых неомыляемых).

Арданинском озере показали, что спирты из вторых неомыляемых по своему влиянию на процесс испарения с поверхности воды мало отличаются от импортного гексадеканоля (рис. 7). Приведенный рисунок соответствует условиям разовой подачи химиката по норме 1 г/м^2 . Химикаты были поданы 12 июля на испаритель ГГИ-3000, установленный на плоту в Арданинском озере. Как видно из рисунка, абсолютная величина сокращения испарения, а также продолжительность эффекта для обоих химикатов совпадают. Эффективная жизнь монослоя длилась около 7

дней. За этот срок средняя величина уменьшения испарения составила в обоих случаях около 55% .
Надо отметить, что отечественный химикат, хотя отличается плохим запахом, имеет то преимущество, что он удобен в нанесении на поверхность воды, так как имеет жидкую консистенцию. Гексадеканоль же — порошкообразное вещество, из которого, перед нанесением его на поверхность водоема, необходимо создавать эмульсию.

Следующей задачей исследований в лабораторном бассейне являлось определение устойчивости пленки под действием ветра и волнения. Весьма важным условием применения является обеспечение возможно более высокой сохранности и сплошности пленочного покрытия на водной поверхности. Сохранность пленки, помимо обстоятельств химического и биологического характера, зависит от механических воздействий на нее, вызывающих разрывы пленки, например, под влиянием ветра, волнения и других обстоятельств (движение судов, атмосферные осадки и т. д.). В 1961 году были проведены опыты по установлению влияния ветра на стон пленки. Различные поверхностно-активные вещества ведут себя в этом отношении по разному. Поэтому представляют ценность некоторые сравнительные опыты, которые были проведены по изучению устойчивости пленок, создаваемых двумя различными веществами: гексадеканолем и спиртами из вторых неомыляемых. С этой целью азростендом создавался воздушный поток, вблизи поверхности которого (на высоте 1 см) скорости воздуха плавно менялись от $3,2 \text{ м/сек}$ вблизи азростенда до $0,25 \text{ м/сек}$ на расстоянии 26 м от последнего (рис. 8). После определения скоростного

поля над водной поверхностью опыты по сдуванию пленки ставились следующим образом. На поверхность бассейна по норме $0,02 \text{ г/м}^2$ подавался химикат. Как было отмечено выше он довольно быстро распространялся и за 30—40 минут покрывал всю поверхность бассейна. При работающем аэростенде в различных точках бассейна с помощью индикаторов определялось двухмерное² давление в пленке. В резуль-

Эпюры скоростей по оси бассейна

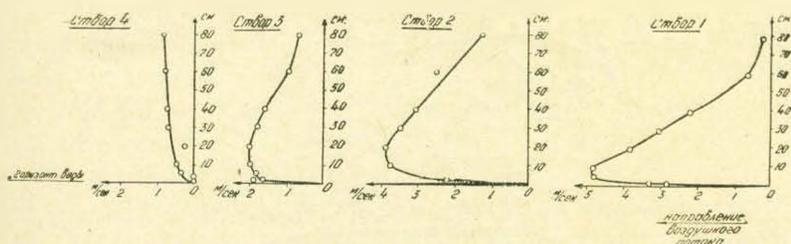


Рис. 8. Эпюры распределения скоростей воздушного потока в различных створах большого бассейна Норкской лаборатории.

тате выполнения этих опытов было установлено, что пленка теряла сплошность при скоростях воздушного потока порядка $1,5 \text{ м/сек}$ (этой скорости в натуре приблизительно соответствует скорость ветра порядка $3,5 \text{ м/сек}$ на высоте 2 м , на которой обычно производится измерение скоростей в естественной обстановке). После прекращения воздействия воздушным потоком (т. е. после остановки аэростенда) сплошность пленки в течение нескольких минут восстанавливалась и двухмерное давление достигало первоначальной величины.

После того как было установлено, что отечественный химикат



Рис. 9. Общий вид Арданишского озера (а) и части Арданишского залива оз. Севан (б).

дает в лабораторных условиях результаты мало отличающиеся от результатов, даваемых импортным химикатом, стало возможным перейти

к опытам с отечественным химикатом в природных условиях на Арданишском озере. Общий вид этого озера приведен на рис. 9 (а). Озера разделяются естественной дамбой, наименьшая ширина которой равна 200 м. На рис. 10 приведены основные характеристики и батиметрическая карта Арданишского озера. Площадь его зеркала составляет 40 га при длине 1200 м и наибольшей ширине 500 м. Максимальная глубина озера 3,8 м. Донные грунты озера по преимуществу представлены илами, только вблизи уреза южного и юго-западного берегов они по-

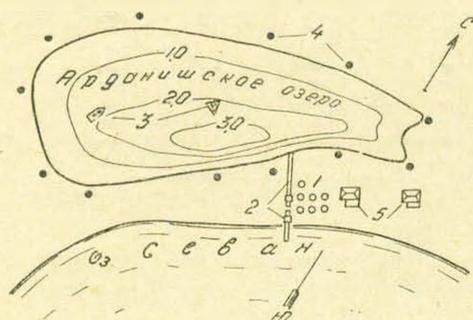


Рис. 10. Батиметрическая карта Арданишского озера и разрез по озеру; 1—испарительная площадка; 2—система насосной подкачки; 3—плоты с приборами; 4—колодцы-шурфы; 5—финские домики.

степенно переходят в уплотненные мелко-зернистые пески. Озеро зимой замерзает.

Помимо оснащения исследований различными приборами и оборудованием была создана насосная установка для перекачки воды из оз. Севан в Арданишское озеро с целью поддержания его уровня на высоких отметках. В противном случае это озеро осушилось бы, так как его уровень связан с непрерывно понижающимся уровнем оз. Севан. Ежесекундный расход воды, подаваемый насосами, составлял в среднем 50 л. Этим полностью компенсировались потери воды на испарение и фильтрацию, которая происходит в сторону оз. Севан. Перекачиваемый объем воды определялся с помощью двух треугольных водосливов, установленных в успокоительном баке, снабженном самописцем уровня „Валдай“. Комплекс гидрометрических и актиметрических наблюдений велся на плоту, установленном на якорь в озере в районе больших глубин (примерно на расстоянии 150 м от берега). Скорости ветра измерялись на плоту при помощи ручного анемометра на высоте 2 м над уровнем озера. На берегу был установлен анеморумбограф, который непрерывно записывал направление и скорость ветра на высоте 10 м. Температура воды у плота измерялась на глубинах 0,1 и 0,4 м, с помощью опрокидывающихся термометров. Термические съемки озера осуществлялись при помощи дистанционного электротермометра (ДЭТ), который был смонтирован на лодке. Психрометри-

ческие наблюдения велись на высоте 2 м при помощи аспирационного психрометра. Радиационный баланс озера устанавливался на основании данных наблюдений с помощью актинометрических приборов. Осадки на плоту измерялись осадкомером Третьякова (на высоте 2 м) и наземным дождемером при испарителе ГГИ-3000. Испарение на плоту измерялось с помощью испарителей ГГИ-3000, причем два из них с чистой водой являлись контрольными, а поверхность остальных двух покрывалась монослоем, создаваемым спиртами из вторых неомыляемых.

На берегу озера на водно-испарительной площадке были организованы синхронные наблюдения за гидрометеорологическими элементами. На 26 береговых испарителях велись в четыре срока наблюдения за испарением с поверхности воды, покрытой различными поверхностноактивными веществами.

На берегу озера по его периметру было заложено 12 колодезшурфов, в которых велись наблюдения за колебаниями уровня грунтовых вод. Эти наблюдения были начаты в июне и продолжались до ноября. Затем они были продолжены после того, как поверхность озера полностью покрылась льдом. Толщина последнего достигала 25 см.

Уровни воды во всех колодцах во все время наблюдений были ниже уровня Арданишского озера. Это позволило сделать вывод, что подземного притока воды в озере не было. Метод, который был использован для определения испарения с поверхности озера не покрытого монослоем и покрытого им, основан на данных наблюдений на пловучих испарителях.

В общем виде выражение для испарения с поверхности испарителя или озера может быть записано в виде следующей эмпирической зависимости, которая хорошо согласуется с данными наблюдений на оз. Севан [6, 7]:

$$E = a (b + v) (e_0 - e_2), \quad (1)$$

где v — скорость ветра на высоте 2 м; e_0 — максимальная упругость водяных паров, рассчитываемая по температуре поверхности воды; e_2 — влажность воздуха на высоте 2 м над водной поверхностью; a и b коэффициенты (по данным наблюдений на пловучих испарителях, $a = 0,075$ и $b = 4,54$).

В формуле (1) все входящие в нее элементы имеют одни и те же значения как для испарителя, так и для озера, за исключением e_0 , что обусловлено различием в температурах поверхности воды в испарителе и озере. После соответствующей корректировки значения e_0 получаем величину испарения с поверхности озера.

Уравнение водного баланса озера имеет следующий вид:

$$h_{\phi} + h_{н} - h_{ос} - h_{под} = \pm \Delta h, \quad (2)$$

где члены, входящие в левую часть уравнения представляют из себя изменения отметки озера, вызванные соответственно фильтрацией, испарением, осадками, подкачкой воды, а Δh — наблюдаемые результирующие изменения отметки воды озера. Из уравнения (2) определяется неизвестная величина h_{ϕ} .

Результаты расчетов испарения с поверхности Арданишского озера без пленки и с пленкой представлены в виде интегральных кривых на рис. 11, (результаты исследований 1962 г.), где на вертикальной

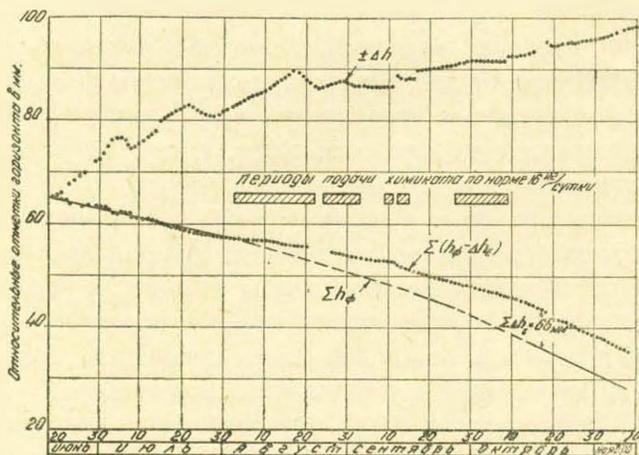


Рис. 11. График к расчету испарения с поверхности Арданишского озера.

оси отложены отметки уровня воды в озере, а на горизонтальной оси — время в сутках. На рисунке показаны наблюдаемые отметки воды озера $\pm \Delta h$, сумма значений фильтрации Σh_{ϕ} , $\Sigma(h_{cp} - \Delta h_E)$ рассчитанные описанным выше способом и величина $\Sigma \Delta h_E$. С 3 августа по 13 октября суммарное уменьшение испарения, достигнутое благодаря наличию пленки составило 66 мм, т. е. 19,5% от естественного испарения за тот же период. В 1961 г. за 12 суток уменьшение испарения составило 14%.

Предварительные опыты показали, что скорость „дрейфа“ пленки примерно в 20—25 раз меньше скорости ветра, измеренной на высоте 2 м.

При изменении направления ветра, соответствующим образом перемещается и пленка. Арданишское озеро находится в сравнительно тяжелых условиях. Здесь ветры имеют значительную силу и дуют по преимуществу в одном направлении. Поэтому пленка долгое время не может оставаться на поверхности озера. Этим и объясняется то, что процент сокращения испарения получается сравнительно небольшим.

Предварительные экономические подсчеты показали, что при средней величине сокращения испарения в размере 14%, в результате применения спиртов из вторых неомыляемых в условиях Арданишско-

го озера и при суточной норме подачи химиката в размере $0,04 \text{ г/м}^2$, стоимость одного кубометра сохраненной воды составляет около 3 коп. при стоимости кг химиката 50 к.*.

В связи с поисками более перспективных с экономической точки зрения поверхностноактивных веществ, чем спирты из вторых неомыляемых, Институтом физической химии АН СССР (лаборатория олеоколлоидов и монослоев) были синтезированы новые вещества. Некоторые из них дали в лабораторных условиях хорошие результаты, что было подтверждено и опытами, проведенными в лаборатории Института органической химии АН Армянской ССР (руков. Т. В. Крмоян). Эти новые химикаты были переданы ИВП для постановки опытов в Норкской лаборатории в условиях близких к натурным. Результаты экспериментов будут опубликованы отдельно.

С 1961 г. по проблеме применения поверхностноактивных веществ для покрытия водоемов работает также Севанская гидробиологическая станция АН Армянской ССР, которая занимается вопросами влияния указанных веществ на флору и фауну Арданишского озера.

Поступило 25.1.63.

Ա. Կ. ԱՆԱՆՅԱՆ, Բ. Ի. ԲՆԿ-ՄԱՐՄԱՐՁԵՎ,
Վ. Ն. ԺԱՄԱԳՈՐՄՅԱՆ, Ա. Մ. ՄԵՌՈՍՅԱՆ

ՀԱՅՐԵՆԱԿԱՆ ԱՐՏԱԿՈՒԹՅԱՆ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎ ՆՅՈՒԹԵՐԻ
ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՓՈՐՁԸ ԶՐԱՄԲԱՐԻ ՄԱԿԵՐԵՍԻՑ ԿՈՒՈՐՇԻԱՅՈՒՄԸ
ԿՐԾԱՏԵԼՈՒ ՀԱՄԱՐ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հոգիածում բերվում են 1961—1962 թթ. լարորատոր, գաշտային և բընական պայմաններում կատարված փորձերի արդյունքները, որոնք նպատակ են ունեցել գոլորշիացման կրճատման միջոցով ավերացնել ջրամբարներում օդադրծման համար կուտակվող ջրային պաշարները:

Լարորատոր հետազոտությունները կատարվել են ինտարիտուտի բաց հիդրավլիկական լարորատորիայում կառուցված հատուկ ջրամբարում (գծ. 1, 2), որն ունի 650 ք.մ մակերես: Վերջինիս մի ծայրում տեղադրված է հատուկ ալիք առաջացնող հարմարանք, մյուս ծայրում՝ աէրոզինամիկական ստենդ՝ տարբեր բարձրությունների ալիքներ և տարբեր արագությունների օդային հոսանքներ առաջացնելու համար: Տեղադրված են նաև ջրային գոլորշիացնողներ տարբեր մակերեսներով և խորություններով:

Դաշտային հետազոտությունները կատարվել են Սեանա լճի ափին գտնվող Արտանիշի հատուկ փորձնական բազայում՝ ջրա-գոլորշիացման հրա-

* В дальнейшем стоимость химиката будет снижена.

պարակում, որակի տեղադրված են բազմաթիվ գոլորշիացնողներ 0,3-ից մինչև 20 ք.մ մակերեսով և 0,6-ից մինչև 4 մ խորութիամբ:

Թնական հետազոտությունները կատարվել են Արտանիշի ծովածոցում Սևանա լճի իջնելուց հետո մնացած լճակի վրա, որի մակերեսը հասնում է 40 հեկտարի և խորությունը 4 մ-ի:

Հետազոտությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ.

1. Գոլորշիացման կրճատումը երկրորդային չօճառացվող սպիրտից ստացվող միամոլեկուլյար թաղանթի միջոցով ամռան առաջին կեսերին հասնում է 40—50%₀-ի: Ամռան վերջին և աշնան սկզբին, երբ օդի (և ջրի) ջերմատարիճանն իջնում է, կրճատման աստիճանը նույնպես նվազում է, մինչև 30—35%₀-ի:

Թնական պայմաններում կատարված փորձերը ցույց են տալիս, որ լճակի մակերևույթից գոլորշիացման կրճատումը հասնում է 14—15%₀-ի:

2. Նախնական անտեսական հաշվարկները ցույց են տալիս, որ եթե գոլորշիացման կրճատման միջին մեծությունը 14%₀ է, ապա երկրորդական չօճառացվող սպիրտների կիրառման դեպքում, երբ նյութի օրական ծախսը կազմում է 0,04 գ/մ², անտեսվող ջրի 1 մ³-ն արժե 3 կոպեկ, այն դեպքում, երբ նյութի 1 կգ արժե 50 կոպեկ: ՍՍՍՐ ԳԱ Օրդանական քիմիայի ինստիտուտի տվյալների համաձայն սպաղալում քիմիական նյութի արժեքը կիջնի:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Егизаров И. В. Возможность значительной экономии водных ресурсов для народного хозяйства и мономолекулярная защитная пленка для борьбы с испарением с поверхностей озер и водохранилищ. Сообщение 1. Известия АН Армянской ССР, ОТН, т. XIII, № 3, 1960; сообщение 2. Там же, т. XII, № 6, 1960; сообщение 3. Там же, т. XIV, № 2, 1961.
2. Егизаров И. В. Водные ресурсы и борьба с испарением воды с поверхности малых и больших водоемов. Известия АН Армянской ССР, ОТН, т. XV, № 4, 1962.
3. Макарова В. С. и Мхитарян А. М. Опыты по применению мономолекулярной пленки в целях сокращения испарения, проведенные на берегу оз. Севан. Известия АН Армянской ССР, ОТН, т. XIV, № 3, Ереван. 1961.
4. Трапезников А. А., Огарев В. А. Монослой спиртов для снижения испарения с водной поверхности и прибор для измерения двухмерного давления монослоев. Труды ГГИ, вып. 91, Метеоиздат, Л. 1961.
5. Результаты комплексных исследований по Севанской проблеме. т. 1, изд. АН Армянской ССР. Ереван 1961.
6. Зайков Б. Д. Очерки по озероведению, Гидрометеоиздат, Л., 1955.