

И. В. ЕГИАЗАРОВ

ВОЗМОЖНОСТЬ ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ЭКОНОМИИ ВОДНЫХ
РЕСУРСОВ ДЛЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА.
И ОДНОМОЛЕКУЛЯРНАЯ ПЛЕНКА ДЛЯ БОРЬБЫ
С ИСПАРЕНИЯМИ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДОЕМОВ, ОЗЕР
И ВОДОХРАНИЛИЩ

(2-ое сообщение)

В сообщении первом* были даны общие соображения о значении борьбы с испарениями с водной поверхности покрытием мономолекулярной пленкой из нетловых спиртов. Рассмотрены условия для определения стоимости одного кубического метра экономии воды. По данным исследований за рубежом (96 названий) был дан обзор способа создания пленки, условия ее сохранности и детектирования, влияние на флору и фауну и на качество воды, влияние пленки на величину испарения, удельный расход гексадеканоля, стоимость гексадеканоля, стоимость одного кубометра сохраненной воды и программа необходимых исследований в первом приближении.

Приведенные показатели охватывали опыты как лабораторные так и натурные, но для водоемов, наибольший размер которых был около 1 кв. км. Поэтому полученные данные можно было распространять на большие подтомы, водохранилища и озера только условно.

Наибольшие сомнения возникали по вопросам влияния ветра, сохранности пленки и степени обнажения водной поверхности от пленки, которые для больших водоемов могут значительно отличаться и приводить к менее благоприятной экономике борьбы с испарением.

Все эти обстоятельства были учтены в США, где после больших подготовительных исследований описанных в нашем первом сообщении, в 1958 году приступили к исследованиям на озере Хефнер площадью в 10 кв. км. Озеро Хефнер было избрано из большого числа других водоемов США, так как площадь озера достаточно велика, чтобы выявить влияние метеорологических условий и так как водный и тепловой балансы озера были исключительно хорошо изучены предыдущими исследованиями и особенно Харбеком (л. 40)** и Албертсоном (л. 98). Площадь бассейна озера составляет только 130% его

* См. Известия ТН, 1960, № 3.

** Номера литературы до 96 относятся к библиографии первого сообщения. номера после 96 — см. в конце настоящей статьи.

поверхности и весь сток из озера идет на питание водой города Оклахома, т. е. точно учитывается, фильтрация из озера незначительна и может не учитываться. Орография озера такова, что не искажает воздушные потоки и не препятствует развитию ветра. В течение лета 1958 года спокойных периодов со слабым ветром было мало. Объем исследований проведенных до 1958 года, т. е. до опытов с мономолекулярной пленкой, совершенно исключительный и делает озеро Хефнер наиболее изученным озером всего мира.

Огромный объем метеорологических данных потребовал для обработки применения математических машины и перфорированных карт. Сделано сопоставление опытных данных с шестью эмпирико-теоретическими уравнениями для испарения и для водного баланса.

Для исследований 1958 года с мономолекулярной пленкой был организован координационный комитет в состав которого входили представители: Бюро Мелиораций США, Геологического управления США, Служба общественного здравоохранения США, Муниципалитет г. Оклахома и отдел Здравоохранения штата Оклахома.

Одновременно с опытами 1958 г. на озере Хефнер были проведены также полевые исследования 22 разных комбинаций жирных спиртов, включая и приготовление гексадеканоля использованного для озера Хефнер, для определения влияния температуры и зависимости уменьшения испарения от температуры для оценки качества технического (коммерческого) гексадеканоля.

Эти проверки показали, что имеются различного сорта цетиловые спирты и их комбинации, которые должны быть значительно более эффективны, чем то качество химикалия, который был применен в описываемых опытах на озере Хефнер. Обработка данных опытов производилась в целях контроля каждой группой исследователей независимо, и только в декабре 1958 г. эти группы встретились и сопоставили свои данные.

Приводимые ниже данные почерпнуты из совместного отчета упомянутых выше учреждений (л. 144).

Определение уменьшения испарения под влиянием пленки произведено по методу энергетического теплового баланса опубликованного Харбеком и Кобергом (л. 45) и сопоставлено с водным балансом за период: 18 мая — 30 октября 1958 г. Энергетический баланс составлялся декадно, хотя измерения производились чаще. Энергетический баланс и водный баланс дали хорошее совпадение, за исключением последней декады июня; за эту декаду выпало осадков более 200 мм и приток с бассейна озера был недостаточно определенный; поэтому этот период исключен; также был исключен период с 28/VIII по 2/IX, когда не работал прибор регистрировавший радиацию.

Эти исключенные периоды были восстановлены.

Испарение составило в млн. куб. м.

	Водный баланс	Тепловой баланс
С 21/V по 16 VI	1,68	1,65
С 7/V по 28/VIII	3,29	3,30
С 7/IX по 2/X	1,26	1,19
	6,23	6,14

Разница по обоим методам составила только 1% для всего периода; для отдельных периодов максимальная разница составила —5%.

Водным балансом охвачен весь период с 18 мая по 31 октября 1958 г., для которого испарение составило 9,7 млн. куб. м или 970 мм.

На основе этих данных, также данных об испарении озера Хефнер за предыдущие годы, когда не было пленки, произведено сравнение. За период с 7 июля по 2 октября уменьшение испарения составило 9% или 540,000 куб. м и увеличение температуры воды под пленкой от 0,9 до 1,5 С.

Максимальное месячное испарение озера Хефнер за 1950—1951 гг. составило 235 мм, а за три летних месяца 555 мм.

По отдельным частям всего периода получились следующие данные:

1958	Уменьшение испарения в %	Увеличение температур. поды
15—25 июля	10	1,3
27 июля—7 августа	12	1,3
31 июля—7 августа	8	1,2
10—16 августа	12	1,5
1—19 августа	10	1,3
23—31 августа	7	0,9
5—12 сентября	14	1,2
Октябрь	0	

Такие низкие значения для уменьшения испарения объясняются метеорологическими условиями (ветер и температура), условиями подачи гексадеканоя, условиями сохранения пленки, которые будут описаны ниже. В отчете подчеркиваются неблагоприятные условия для озера Хефнер с характерными бурными ветрами, высокой температурой воды и плохими условиями эксплуатации мономолекулярной пленки (л. 144, стр. 44).

Влияние ветра и сохранность пленки

Орографическое положение озера Хефнер и его незащищенность от ветров приводит к постоянному бурному состоянию водной поверхности. За лето 1958 г., когда велись опыты с пленкой периоды спокойствия были очень редки. Скорость ветра достигала и превышала 10 м/с и волны с обрывом гребней (барашки) были частым явлением.

Как результат степень покрытия площади озера пленкой получилась очень низкая, несмотря на подачу гексадеканоля в достаточном количестве для покрытия всей площади, кроме отдельных заливов очень мелких, площадь которых составляет 10⁰/₀.

Максимальное, единичное, покрытие достигло 89⁰/₀. Максимальное среднесуточное покрытие составило 62⁰/₀. За 55 дней подачи гексадеканоля (остальные 31 день подачи по разным причинам не производилось) среднее покрытие составило 16⁰/₀, а среднее покрытие за все 86 дней — только 10⁰/₀.

Совершенно ясно, что такие цифры указывают не только на трудности, вызываемые метеорологическими условиями, но указывают на плохую эксплуатацию средств аппликации и поддержания пленки.

Это обстоятельство наряду с влиянием температуры является основной причиной почему за весь период проведенного опыта величина экономии испарения составила только 9⁰/₀.

Сделана попытка получить зависимость между скоростью ветра и степенью покрытия площади озера пленкой. Разброс точек огромный, и даже больший при относительно малых скоростях ветра. Так при скорости ветра в 4—4,5 м/с степень покрытия в отдельные дни менялась от 50 до 10⁰/₀; с увеличением скорости ветра этот разброс даже несколько уменьшается. Эти показания подтверждают отмеченную плохую эксплуатацию по созданию и поддержанию пленки.

В периоды скоростей ветра приводящих к обрыву гребней волн (ок. 10 м/с) величина покрытия пленкой практически равна нулю. К сожалению не приводятся данные о степени восстановления пленки после таких волнений.

Отмеченный разброс точек по степени покрытия пленкой, тем более непонятен, что отмечается (л. 144, стр. 31) положительное влияние ветра для сжатия пленки и образования в ней необходимого давления, при бризах, и даже при скоростях ветра до 5 м/с (л. 144, стр. 43). Подчеркивается, что бризы и ветры такого порядка очень благоприятны для образования пленки и поддержания равновесного давления.

Опытами не обнаружено зависимости количества подачи гексадеканоля от скорости ветра, хотя суточная подача имела 5-ти кратные колебания, что также указывает на случайность полученных результатов.

На нарушение и разрушение пленки влияют ветер, взвешивание гексадеканоля и верхнем слое воды при волнениях, биологическое разрушение или расхождение отмеченное в первом нашем сообщении, о котором будет еще речь ниже, растворимость и летучесть гексадеканоля, несмотря на то, что летучесть и растворимость очень малы, но при сильно развитой поверхности они приводят все же к расходу в 0,009 г. на кв. м в сутки по исследованиям Мансфильда (л. 73, 144).

Из этих факторов наиболее вредным является прямое сдувание пленки, причем скорость перемещения пленки может достигать 1 м/с .

При отсутствии ветра, но при наличии волнения на водной поверхности пленка может растягиваться; при этом пленка снижает свое давление и следовательно ослабляет свое влияние на испарение.

Исследование Розано и Ламера (л. 60) показали, что увеличение площади приходящейся на одну молекулу на 7% по сравнению с равновесным состоянием приводит к падению давления ниже 10 дин на см и к уменьшению эффективности пленки по испарению на 80% .

В связи с отмеченными обстоятельствами в Австралии автоматизируют подачу гексадеканоля на ветер. Клапан (затвор) резервуара подачи эмульсии автоматизирован на ветер так, что срабатывает только если ветер дует от берега (л. 99). Вообще подача должна быть автоматизирована в зависимости от направления ветра и не должна работать при волнении с обрывом гребней (л. 74).

Полученные на озере Хефнер результаты за 1958 год несколько противоречат исследованиям Минсфильда (л. 73). Исследование показало, что тогда как без пленки испарение непрерывно возрастает с увеличением ветра, при наличии пленки такое возрастание при уменьшенных значениях испарения происходит значительно медленнее и при том до скорости ветра в 2 м/с , а затем остается неизменным до скорости в 4 м/с и больше.

Оказалось, что в этих пределах экономия испарения при ветре в 3 м/с значительно больше, чем при ветре в $0,6 \text{ м/с}$. Эта разница тем больше чем больше инсоляция; при отсутствии инсоляции разница получилась в 1,75 раза; при инсоляции в 40 калорий на кв. см в час — в 4 раза; с дальнейшим увеличением инсоляции это соотношение еще увеличивается (л. 73, фиг. 5 и 4). Увеличение температуры водной поверхности составило $2,7^\circ\text{C}$.

Влияние температуры воды

Чтобы осветить вопрос о влиянии температуры поверхности воды на состояние пленки, необходимо остановиться более подробно, чем что было сделано в первом сообщении, на условиях образования давления внутри мономолекулярной пленки.

Образование пленки из 25 мм шарика чистого гексадеканоля (99 процентного) при периметре в 78 м.м контакта с водой и при температуре 25°C , исследовалось (л. 19) на давление в пленке (with a hydrophil balance). Давление в пленке начинает образовываться через 9 минут, достигает 25 дин на см через 20 минут, а к 50 минутам доходит до равновесного состояния в 40 дин на см .

При этом давлении в пленке экономия испарения получается наибольшая (л. 19, 74).

Если дальше сжимать пленку, то при сжатии на $2,3\%$ достигается давление в $48,6 \text{ дин}$ после которого пленка теряет давление (коллапс).

Пока площадь занятая одной молекулой больше 25 квадр. ангстремов давление в пленке очень мало; с уменьшением этой площади это давление резко возрастает пока не достигает условий равновесия при 40 динах. Искусственное дополнительное сжатие вызывает коллапс при площади 22,3 квадр. ангстремов.

Опыты с образованием пленки из порошкообразного гексадеканоля с частицами в 0,1 мкм не привели к ускорению образования пленки, так как площадь контакта с водой уменьшается. Оптимальным размером части оказался 1,5—2,0 мкм. Исследовано влияние числа шариков и дисков на скорость образования пленки.

При равновесном давлении в 40 дин на см, молекулы пленки так плотно прилегают друг к другу, что при дальнейшем сжатии на 2,3% молекулы выдвигаются из одномолекулярного слоя и наступает коллапс.

Разница в площади, занимаемой молекулой гексадеканоля в условиях равновесия и в условиях коллапса показывает, что цепочка (С) не располагается вертикально, а несколько наклонена.

Давление в пленке определяется разностью поверхностного натяжения водной поверхности без пленки, по сравнению с поверхностным натяжением при наличии пленки (л. 74, 91).

Если первоначальное поверхностное натяжение для воды 72 дин, а после образования пленки 52 дин то разница в 20 дин и будет соответствовать давлению в пленке (л. 142).

Увеличение температуры воздуха и воды отрицательно влияет на давление пленки. Поэтому существенна высокая температура плавления гексадеканоля (ок. 50°С) и возможность ее увеличения химическими добавками (л. 74, 81).

При температуре в 4, 5° равновесное давление в пленке 25 дин, которое растет до 40 дин при 28° и падает до 39 дин при 32°С (л. 142).

Температура воды и пленки значительно влияет на экономию испарений, что зависит и от температуры плавления гексадеканоля. Опыты в Индии (л. 81) показали, что если при 20°С экономия испарений достигает 60%, то при 30° падает до 35%, а при 50° до 20%.

Лабораторные опыты 1958 года проведенные одновременно опытами на озере Хефнер показали, что при равновесном давлении экономия испарения в 64% получается только при низкой температуре, и что для температур озера Хефнер за летний период (25—28°С, л. 144, стр. 41) экономия будет около 35%. Следовательно по условиям существования пленки и степени покрытия экономия испарения была уменьшена еще 4 раза, так как получилась 9% (см. выше).

Поэтому для озера Севан, при летних температурах воды 13—18°С, условия будут значительно более благоприятны чем для озера Хефнер.

Качество продукта для образования пленки, условия аппликации и расход гексадеканоля

В опытах 1958 года на озере Хефнер применялся коммерческий (технический) гексадеканолю высокого качества. При этом отмечается, что в будущем могут быть получены другие жирные спирты еще более высокого качества (л. 144, стр. 19).

Всего израсходовано 18 тонн гексадеканоля, полученных в четыре приема, партиями, от 1,8 до 9 тонн. Состав продукта в этих четырех поставках колебался незначительно: ацетил 194,3—196,9 единиц; гидроксил 227—231 единиц; температура плавления 50,9—51,0°С; состав по длине углеродной цепи: C_{12} —0,2—0,69; C_{14} —4,01—4—4; C_{16} —90,3—92,89; C_{18} —2,07—4,8; C_{20} —0—0,3 г. е. главная составная часть гексадеканолю.

Сухой порошок гексадеканоля механически взвешивался в воде (суспензия) и разбрызгивался на поверхность озера, с моторной лодки, и с буксируемой платформы на четырех понтонах. На моторной лодке оборудование было менее доступно обслуживанию, но зато маневрирование легко осуществлялось и при любом ветре. Лодку можно было загружать до 180 кг, а платформу до 400 кг гексадеканоля, что было более чем достаточно для дневной порции.

Вода подавалась насосами из озера в два резервуара с механическими мешалками и суспензия разбрызгивалась на поверхность специальными насадками. Поддача производилась только днем в течение 7 часов. Для планирования подачи был составлен график суточного распределения испарения идеализированного дня, минимум которого составлял 60% от максимума (максимум от 15 до 18 часов).

Максимальная суточная подача составила 660 кг.

Оказалось, что определять наличие пленки и степень покрытия можно визуально, фотографированием с некоторой высоты, и с высоко расположенных зданий на берегу и аэрофотосъемкой.

В отчете приведены соответствующие фотографии (л. 144 фиг. 6—8). Судя по тексту отчета визуально определялось не только наличие пленки, но и степень ее сжатия. В отчете нет указаний на методы определения давления в пленке: по-видимому сжатие пленки постоянно обеспечивалось ветром и скорее следовало опасаться колапса и обнажения поверхности, а не падения давления.

Биологическое разрушение пленки

В дополнение к изложенному в нашем первом сообщении можно отметить, что были проведены опыты с стерилизованной водой содержащей гексадеканолю в количестве одной миллионной и с посевом двух видов бактерий; рост бактерий оказался стократным. При тех же условиях и количестве химикалия 100 на миллион увеличение получилось в 1000 раз. То же самое в сырой, не стерильной воде дало соответственно рост в 500 и 10.000 раз. Во всех случаях *Pseudomonas* давали больший рост чем *Alcaligenes* (л. 14).

Для всех опытов были избраны эти бактерии, так как другие например *Proteus*, *Escherichia coli*, *Shigalla* и др. приводили к менее заметному росту (л. 14).

В целях борьбы с значительным влиянием бактерий на пленку применялось хлорирование воды, а также химические добавки к гексадеканолу: Tribromomelamine, Trichloromelamine (ТВМ), Hexachloromelamine (НСМ), Pentachlorophenol, Benzachlorophenol, Dichlorochloroaminotriazine, Trichlorocarbonyl, Betanopol и Iodine (I₂) в количестве 5 и 15% (л. 19).

Эти добавки несколько уменьшают давление в пленке, с 40,4 до 36,8 дин на см: хлорирование воды не влияет на давление в пленке.

Влияние хлорирования воды складывается очень значительно и приводит примерно к увеличению экономии испарения ок. 20%. Влияние перечисленных выше добавок слабее, но Ши Лу Чанг (л. 19) отмечает, что в лабораторных условиях добавки НСМ и ТВМ дали хорошие результаты, которые не повторились в натуре (outdoor), что объясняется разложением этих добавок на солнце.

Обратное получилось с I₂ — которое в открытых условиях обеспечило дезинфекцию и большее давление в пленке.

Существенно влияние добавок на длительные сроки. В течении первых двух дней гексадеканол без добавок приподил к наибольшей экономии испарений (л. 19).

Имеется указание на то, что бактерии, не влияя на качество воды для питья, могут увеличить урожайность флоры озера (л. 14).

Для исследования влияния пленки на растворенные в воде неорганические соединения, опыты проводились на озерах Кидс и Хефнер. Проверялись: полное содержание щелочей, фенол-фталиновых щелочей, хлоридов и полная жесткость. Заметных изменений при наличии пленки не было обнаружено. (л. 14). Был обнаружен некоторый рост водорослей, но он сопровождался понижением уровня воды в озерах и связан также с увеличением азотистых веществ в воде (л. 14).

Удельный расход гексадеканаля и экономика борьбы с испарениями (л. 144, стр. 89—91)

За время опытов 1958 года расход гексадеканаля составил 18 тонн по цене 1,15 доллара за килограмм (в сообщении первом было принято 1,33 доллара), т. е. вся стоимость продукта составила кругло 20,000 долларов.

Удельный расход гексадеканаля получался 0,020 г на кв. м в сутки (в сообщении первом было принято 0,014).

Так как сэкономлено 540,000 куб. м воды, то один куб. метр обошелся, только по стоимости продукта в 3,7 цента.

Прочие эксплуатационные расходы составили: амортизация оборудования, топливо, ремонты и пр. — 2620; рабочая сила 4222; разные рас-

ходы—750; а всего 7410 долларов или 37% от стоимости продукта (по данным Дреслера и Иохансона—д. 30)—эксплуатационные расходы составляли только 15% от стоимости продукта). Следовательно эксплуатационные расходы составили 1,4 цента на куб. м воды.

Поэтому полная стоимость одного сохраненного куб. м воды составила, при отмеченных выше тяжелых условиях озера Хефнер, 5,1 цента, при среднем покрытии поверхности озера пленкой только в 10% и при высокой температуре воды.

Интересно, что в отчете (л. 114, стр. 91) отмечается, что стоимость технического гексадеканоля может быть уменьшена вдвое, и качество может быть повышено; может быть повышена и биологическая устойчивость, что разумеется снизит средний суточный расход гексадеканоля.

При таких условиях, даже без увеличения степени покрытия пленкой, стоимость 1 куб. м сохраненной воды для озера Хефнер может быть доведена до 3 центов.

В условиях более низкой летней температуры и увеличения покрытия только в двое (до 20%) стоимость 1 куб. м сохраненной воды может быть доведена до 1 цента.

В ы в о д ы

Таким образом несмотря на мало благоприятные показатели, полученные для озера Хефнер в результате опытов 1958 г., перспективы этого метода борьбы с испарениями достаточно благоприятные, и безусловно оправдывают широкую постановку исследований в СССР.

Направление исследований было правильно намечено в первом сообщении; в первую очередь необходимы: улучшение методов создания пленки при наличии ветра, поддержание ее на большей части поверхности, сохранность пленки, защита от биологического воздействия, улучшение температурной характеристики петлиловых спиртов, увеличение температуры плавления. Необходимы меры к уменьшению стоимости продукта вместе с улучшением качества и дезинфицирующих свойств и с увеличением промышленной выработки не из жиров, а из синтетических продуктов.

НАЧАЛО ИССЛЕДОВАНИЙ В СССР ПО БОРЬБЕ С ИСПАРЕНИЯМИ

В СССР, кроме чисто лабораторных опубликованных исследований 1933—40 гг. (л. 1р—9р), к исследованиям по практической борьбе с испарением с водной поверхности приступлено в 1960 году.

По инициативе МСХ СССР, ВАСХНИЛ'а и постоянной комиссии по поверхности активным веществам, с участием советского комитета по ирригации и дренажу (акад. А. И. Аскоченский), к исследованиям привлечены лаборатории Института физической химии АН СССР (проф. докт. А. А. Трапезников), Института органической химии (чл. корр. АН СССР А. Д. Петран), Всесоюзный Институт гидротехники

и мелиорации (ВНИИГиМ—В. С. Макарова) и Валдайская Лаборатория гидрологических исследований Гос. Гидрол. ин-та ГУГМС'а (В. И. Кузнецов).

Начаты в Москве лабораторные исследования по 12-ти жирным спиртам, -жирового и синтетического происхождения и с гексадеканолем полученным из США.

Параллельно ведутся исследования на испарителях и на водоеме в 100 кв. м на Валдае.

Построен механический прибор для детектирования и определения давления пленки (системы Трапезникова и Огарева), пригодный в безветренных условиях. Ведутся работы по созданию прибора для натуральных условий при волнении водной поверхности.

Опыты 1960 года на Валдае уже дали интересные характеристики 12-ти исследованных химикалий (см. статью научной сотрудницы ВНИИГиМ'а В. С. Макаровой в Трудах Гидрологического института 1961 г.). Но эти опыты нужно рассматривать как предварительные, учебные, так как еще не освоено все то, что за 8 лет достигнуто за рубежом.

В результате повторных предложений со стороны пишущего, начиная с 1958 года (на ученом совете Водно-энергетического института (ВЭНИ) Армянской АН, на заседаниях Бюро Отделения технических наук и Президиума Академии), в 1960 году Институтом гидравлики и энергетики АН АрмССР (ранее ВЭНИ) начата подготовка к исследованиям на испарителях и на двух водоемах площадью 0,4 и 0,2 кв. км (лагунные озера) на восточном берегу озера Севан (Арманиш), т. е. в натуральных береговых условиях озера. Водный и тепловой баланс этих озер изучается. Химикалии для опытов любезно предоставлены ВНИИГиМ'ом. В целях координации этих опытов и опытов на Валдае, Институтом было командировано 2 сотрудника для участия в опытах на Валдае, а осенью 1960 г. научный сотрудник ВНИИГиМ'а В. С. Макарова, очень энергично осуществляющая научную связь, оказала помощь и участвовала в опытах поставленных в Армении с 6-ю из отмеченных выше химикалий.

Кроме того, в большой открытой Лаборатории Института в Норке, организованной в 1951 году пишущим для волновых исследований в нижнем бьефе Куйбышевской гидроэлектростанции, создан искусственный водоем площадью 6600 кв. м (длиной 50 и глубиной 1,5 м) снабженный волнопродуктором, для опытов с защитной, от испарения, пленкой при волнениях водной поверхности с высотой воли до 30 см.

Что очень существенно, эта лаборатория располагает мощной самолетной пропеллерной установкой мощностью 820 л. с. (самолет ЛИ-2) для опытов со сдуванием защитной пленки и ее дрейфом. Разумеется и опыты 1960 года в Армении носят только предварительный и учебный характер. И здесь также должно быть освоено то, что уже достигнуто за рубежом.

Изучение опыта за рубежом, резюмированное в наших двух со-

общениях, показывает, что исследования 1961 года должны идти в трех направлениях.

1. Исследование советских химикалий для образования защитной пленки и ее проверка в натуральных условиях.

2. Исследования непрерывной подачи суспензии (цетилового спирта) в условиях ветровых волнений водной поверхности и в условиях ветрового стога пленки. Определение степени покрытия пленкой поверхности водоема и эксплуатационных условий, обеспечивающих увеличение степени покрытия.

3. Определение советских условий производства технических жирных спиртов высокого качества и условий удешевления этого продукта, с получением его из синтетических продуктов нефти в промышленных количествах.

Необходимо создание Всесоюзного Комитета по борьбе с испарениями на базе положений Постановления Совета Министров СССР от 22 апреля 1960 г. № 425, о „Мерах по упорядочению использования и усилению охраны водных ресурсов СССР“.

Институт гидравлики и энергетики

АН Армянской ССР

Поступило 10.X.1960

Ի . Վ . ԵՂԱՋԱՐՅԱՆ .

**ԺՈՂՈՒՐԳԱԿԱՆ ՏՆՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՐ ԶՐԱՅԻՆ ՊԱՇԱՐՆԵՐԻ
ԶԳԱԼԻ ՏՆՏԵՍԱՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ԶՐԱՎԱՋԱՆՆԵՐԻ, ԼՃԵՐԻ
ՈՒ ԶՐԱՄՐԱՐՆԵՐԻ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻՑ ԳՈՂՈՐԾՈՋՑՄԱՆ ԿՑԻՄ ՊԱՅԲԱՐԵԼՈՒ
ՀԱՄԱՐ ՄԻԱՄՈԼԵԿՈՒԼԱՐ ՊԱՇՏՊԱՆԻՉ ԻՄՎԱՆԻԹ**

(Հաղորդում 2)

Ա մ փ ո փ ո ս ւ օ

Առաջին հաղորդման մեջ բերված էին ցետիլալին սպիրտների միաժույկուլյար թաղանթով ծածկույթի միջոցով ջրային մակերևույթից գոլորշիացման դեմ պալքարի նշանակության վերաբերյալ ընդհանուր գատողություններ: Իրաված էին մեկ խորանարդ մետր տնտեսված ջրի արժեքի որոշման պայմանները: Ըստ արտասահմանյան հետազոտությունների տվյալների (96 անվանում) ընդհանրացված էր թաղանթի ստեղծման ֆիզիկան և քիմիան ընդգրկող հարցը, թաղանթի պահպանման և ղեղկեղծման պայմանները, ֆլորայի և ֆաունայի ու ջրի որակի վրա նրա ազդեցությունը, թաղանթի ազդեցությունը գոլորշիացման մեծության վրա, հեկտադեկտնայի տեսակարար ծախսը, հեկտադեկտնայի արժեքը, մեկ խորանարդ մետր պահպանված ջրի արժեքը, ինչպես և տրված էր առաջին մտայնորոշված կատարվող անհրաժեշտ հետազոտությունների ծրագիրը:

Բերված գույցանիշները ընդգրկել էին ինչպես շարքատոր, այնպես և բնական փորձերը, սակայն այնպիսի ջրամբարների համար, որոնց մեծազույն չափը մոտ 1 քառ. կմ է: Այդ պատճառով ստացված տվյալները կարելի է տարածել մեծ ջրավազանների, ջրամբարների ու լճերի վրա միայն պայմանալի մեծությամբ:

Նշանակալից կատկածներ ևն առաջանում քամու սպիտակաթուխ, թաղանթի պահպանման ու ջրային մակերևույթը թաղանթից մերկացման աստիճանին վերաբերող հարցերը, որոնք մեծ ջրավազանների համար կարող են զղայթունն տարրերվել և զրանով իսկ գոլորշիացման դեմ պալքարը անուսուպես անբարենպաստ դարձնել:

Նշված բոլոր հանդամանքները ԱՄՆ-ում հաշվի էր առնված, որտեղ 1958 թվականին յսփականին մեծ նախապատրաստական հետազոտություններից հետո (արբ մասին նկարագրված է մեր առաջին հաղորդման մեջ) անցել էին հետազոտությունների 10 քառ. կմ մակերևույթի շեփեր լճի վրա:

ԱՄՆ-ում եղած բազմաթիվ ջրավազաններից շեփեր լճի ընտրությունը բացատրվում է նախ լճի մակերևույթի բախարար մեծությունը, որը հնարավորություն է բնականում բացահայտելու օդերևույթաբանական պայմանների ազդեցությունը, անպես և հաշվի է առնվել լճի ջրային և ջերմային բալանսների լավ ուսումնասիրությունը նախորդ հետազոտողների և հատկապես Հարբեկի [10]^{*} և Սկրեբտոսնի [98] հոդվածի:

Լճի ավազանի մակերևույթը կազմում է նրա մակերևույթի միայն 150% և լճից կատարվող ամբողջ ելքը գտնվում է Սկրախումա քաղաքի ջրամուցման վրա. օչնպես որ դա ճիշտ հաշվառքի է ենթարկվում. իսկ լճի ֆիլտրացիան աննշան լինելով հնարավոր է անտեսել:

Լճի անդադատությունները պլնպիտին է, որ նա չի ալպալպում օդային հոսանքները և չի խոչընդոտում քամու ստրամմանը: 1958 թվականի ամառվա ընթացքում Աղիլ ևն թվով աննշան թույլ ջրամիներով հանդիսա ժամանակաշրջաններ:

Հետազոտությունների ծավալը, որոնք կատարվել էին մինչև 1958 թվականը՝ ալսինքն, մինչև միամուկուլյար թաղանթով կատարված փորձերը, միանգամայն յսպոտիկ է և շեփեր լիճը դարձնում է ամբողջ աշխարհում ամենասոսմնասիրված լիճը:

Հսկայական ծավալի հոսնոց օդերևույթաբանական սպիտակների մշակման համար պահանջվել էր մասթիմատիկական մեքենաների և պերֆեկացված բորակների օչապործում: Համեմատություն է կատարված փորձական տվյալների և գոլորշիացման ու ջրային բալանսի համար եղած վեց փորձատեսական բանասեների միջև:

1958 թվականին միամուկուլյար թաղանթով կատարվող հետազոտությունների համար կազմակերպվել էր կոորդինացիոն կոմիտե, որի կազմի մեջ էին մտել՝ ԱՄՆ-ի Մեխիկոբաջիլի Բլոբոն, ԱՄՆ-ի Գեոլ. գիտկան վարչությունը, ԱՄՆ-ի Հասարակական սոսոցապահությունի ծառայությունը, Սկրախումայի քաղաքային մունիցիպալիտետը և Սկրախումա շտապի Ասոցիապահությունի բաժինը:

Շեփեր լճի վրա կատարված 1958 թվականի փորձերի հետ մեկտեղ անց էր կացված նաև գաշտային ուսումնասիրություններ ճարպային սպիրտների 22 տարբեր կոմբինացիաների համար, որոնց մեջ էր մտնում շեփեր լճի համար օչտաչործված հեկապեկանոլի պատրաստումը: Ուսումնասիրությունները նպատակ ունին սրտելու ջերմաստիճանի սպիտակությունը և ջերմաստի-

* Գրականության համարները մինչև 98-ը վերաբերում են առաջին հաղորդման բրբիոգրաֆիային. 98-ից հետո եղածները՝ ասե ալս հոդվածի վերջում:

ճանից կախված գոլորշիացման պակասեցումը տեխնիկական (տեխնոլոգիական) հեկտադեկանոցի որակի գնահատման համար:

Այդ ստուգումները ցույց էին տվել, որ գոլորշիուն աճին տարրեր տեսակի ցեաղախին սպիրտներ և զբանց կամրինացիաներ, որոնք պետք է լինեն նշանակալից չափով էֆեկտիվ, քան ան թիմիական նյութերի որակը, որոնք օգտագործվել էին վերը նկարագրված շեֆներ լճի վրա կատարված փորձերում:

Ստուգման նպատակով հետազոտողների լուրջ քննարկումը խմորի փորձերի ավարտների մշակումը վերջիններիս կողմից կատարված է իրարից անկախ և միայն 1958 թվականի դեկտեմբերին այդ խմբերը հանդիպում են և համեմատում իրենց ավարտները:

Ներքևում բերվող ավարտները վերցված են վերը թվարկված հիմնարկների համասեղ հաշվետվությունից (144):

1958 թվականի փորձերի ժամանակաշրջանում ամբողջ շեֆներ լճի (10 քառ. կմ) գոլորշիացման տեսետումը կազմել է 510 000 խոր. մ կամ լճի ամբողջ մակերևույց կատարվող գոլորշիացման 9% քառ որում ջրի ջերմատիճանի բարձրացումը թաղանթի տակ կազմում է 0,9-ից մինչև 1,5°C ջերմաստիճանի 25—28 C-ի դեպքում. քանի որ լճի մակերևույթի միջին ծածկույթը թաղանթով 86 օրվա համար կազմում է միայն 10% արեխն $K = 0,1$:

Հաշվետվություն մեջ նշվում է ջերմաստիճանի և հատկապես քամու անբարենպաստություն պայմանը, որից լճի լուրջությամբ պաշտպանված չէ և որ փորձերի համարյա ամբողջ բնթացքում քամին կրում էր փոթորկալի բնութի և աչքի էր ընկնում իր մեծ արագություններով:

Այդ փորձերի համար ստացված էր 18 տոննա քանակությամբ հեկտադեկանոց լուրջ քննարկումը կիրառմամբ 1,15 գոլոր լուրջությամբ: Հաշվարկությունում նշվում է, որ տեխնիկապես պիտանի հեկտադեկանոցի արժեքը կարելի է կրկնակի նվազեցնել, ըստ որում դրա հետ մեկտեղ բարձրացնելով նրա որակը:

Ջրի պահպանված լուրջ քննարկումը խոր. մետրի արժեքը կազմել է 5,1 ցենտ, նշված պայմաններում մակերևույթի միայն 10% -ի թաղանթի միջին ծածկույթի դեպքում:

Մակերևույթի միայն 10% միջին ծածկույթի դեպքում գոլորշիացման տեսետում 9% ցույց է տալիս, որ դա շատ մեծ տնտեսում է. նթև վերջինը վերաբերի հենց այդ 10%-ին: Հետևաբար, շնայած շեֆներ լճի վրա 1958 թվականի փորձի անբարենպաստ պայմաններին, գոլորշիացման դեմ պայքարի այդ եղանակի հետևանքը բավարար չափով բարենպաստ է՝ արդարացնում է մեծ ջրավազանների (լճերի, ջրամբարների) համար զբոս լայն հետազոտությունները և անցում արդարեցնում է դրանց անմիջական կիրառումը փոքր ջրամբարների համար:

Անհրամեշտ է հասնել էման, բայց որակավոր սովետական հեկտադեկանոցի ստացմանը:

Հարկավոր է լայն բնական փորձեր դեռևս մեծ ջրավազանների (լճերի) մակերևույթի քամու առկայություն պայմանում ավելի մեծ տոկոսով թաղանթալին ծածկույթով պահպանելու համար:

Երկրորդ հաղորդմանը կցված է հոդվածների բիբլիոգրաֆիական ցանկ (52 անվանում), որը լրացնում է առաջին հաղորդման ցանկը: Հոդվածի վերջում անդեկոթվածներ են ընդգրկված 1959 թվականին ՍՍՄԿ-ում և մասնավորապես Հայկական ՍՍՄԿ-ում ԳԱ Հիդրամիլիայի և էներգետիկայի ինստիտուտում սկսված հետազոտությունների վերաբերյալ: Այդ հետազոտությունները առաջիմ կրում են նախնական, աստիճանական բնույթ, սակայն 1961 թվականին պետք է ընդլայնվեն, հատկապես պաշտպանական թաղանթի վրա քամու ազդեցության ուսումնասիրության հարցում:

Այս կադասիցությունը, հիմնվելով ջրային մետաղների օդոտարման միջոցառումների և ջրային կորուստների դեմ պայքարի վերաբերյալ ՍՍՄԿ ինստիտուտների Մայկաի 1960 թվականի ապրիլի 22-ի № 125 որոշման վրա, անհրաժեշտ է կազմակերպել համամիութենական կոորդինացիոն հանձնաժողով:

Л И Т Е Р А Т У Р А

97. Adam N. K. A rapid method for determining the lowering of tension of exposed water surfaces. Proc. Royal Soc. London, Vol. 122, Series B, 1937.
98. Albertson M. L. La mecanique de l'évaporation. Журнал Houille Blanche, 1955, № 5: 1959, № 1—2.
99. Atty T. Phyllos. Magazine, 1933, 15, 82.
100. Archer-Daniels-Midland Co. Evaporation-major agricultural problem. Conservation Bulletin, 1957, № 1.
101. To жe. Experimental procedures for water control testing. Conservation Bull. 1957, № 2.
102. Bikerman J. J. Surface chemistry for Industrial Research. 1948, p. 75, Academic Press, New York.
103. Blaney H. F. Evaporation from free water surfaces at high altitudes. PASCE, Irr. div., 1956, Nov. Discussion 1958 Jan.
104. Brookfield u др. Proc. Royal Soc. A, 190, 59, 1917.
105. Brunt D. Physical and dynamical meteorology. 1914, Cambridge University Press.
106. Burdon R. S. Surface tension and the spreading of liquids. 1949, 2-nd ed., p. 70, Cambridge University Press.
107. Ghang S. L. u др. Evaluation of hexadecanol formulations containing desinfective agents in evaporation reduction. R. Taft Sanitary Eng. Center. Cincinnati, Ohio, 1958.
108. Carey and Rideal, Proc. Royal Soc. A, vol. 109, pp. 301—338, 1925.
109. CSIRO Reducing water losses. CSIRO press release. Australia, 1957.
110. Crowe F. R. and Daniel E. R. Chemical means of controlling evaporation from open water surfaces. Ann. Meet. Am. Soc. Agric. Eng. East Lansing, Mich, 1967.
111. Docking and others Nature, 1940, 146, 265.
112. Dressler R. G. Southwest cooperative research project on reservoir evaporation control. First Intern. Conf. on Reservoir evaporation control. San Antonio, Tex. 1956, Southwest Research Institute.
113. Drew H. R. Evaporation control in Texas, 26-th annual convention Nat. Reclam. Assoc. Phoenix, Ariz. 1957.
114. Du Nouy P. L. Evidence indicating the existence of a superficial polarized layer of molecules at certain dilutions. Journ. Exper. Medecine, 1924, 39, 717.
115. Du Pont De Nemours E. J. & Co. „Loral“ 24 as an evaporation retardant. Information Sheet. 1957.
116. Editors note. „Research“ 1957, 10, 204. London.
117. Evans L. F. Austral. Journ. Appl. Sc., 1953, 4, 165.

118. Evaporation Control. The application of monolayers. *Water and Water Eng-g.* 1957 June, p. 255.
119. *Fergusson J.* Austral. Journ. Sc. Research, 1952, A 5, 315.
120. *Florey Q. L.* Reservoir evaporation control. Screening tests on monolayers and duplex films. Chem. Eng. Labor. Rep. № 12, Bureau of Reclamation, 1957.
121. *Gilby A. R.* and *Heymann E.* Austral. Journ. Sc. Research, 1948, A 1, 197.
122. *Hanson H. G.* Public health service interest and program in reservoir evaporation control research. First intern. Confer. on reservoir evaporation control. San Antonio, Texas, 1956. Southwest Res. Inst.
123. *Harleck G. E.* and *Coffay E. N.* A comparison of rainfall data obtained from rain gage measurements and changes in lake levels, 1959.
124. *Harkins N. D.* The physical chemistry of surface films. 1952, Reinhold Publ. corporation.
125. *Hayes M. L.* Biological effects of hexadecanol. Colorado State Univ. Rep. 1959.
126. *Heyman E.* and *Ioffe A.* Trans. Faraday Soc., 1942, 38, 408.
127. *Idem.* 1943, 39, 217.
128. *Hickman K. C. D.* Industr. Eng. Chem. Anal., 46; 1442, 1954.
129. *Hinckley N.* Bacterial degradation of hexadecanol. Masters Thesis North Texas State College, Denton, Tex. 1957.
130. *Hunt J. A.* Evaporation from lake Ontario. Tr. ASCE. Hydr. div., 1959 Feb.
131. *Jeffreys H.* Philosophical Mag., 1918, 35, 270.
132. *Jordan H. E.* Increasing use of water by industry. Yearbook of Agriculture. 1955, U.S. D-t of Agric., Washington.
133. *Langmuir L.* and *Schaffer V. J.* Properties and structure of protein monolayers. Chemical Reviews 1939, 24, № 2, April.
134. *Laycock H. C.* Cetyl Alcohol used to control evaporation. Western Water News. Oct. 1956, San Francisco, Cal.
135. *Mansfield W. W.* Summary of field trials on the use of cetyl alcohol to restrict evaporation from open storages. CSIRO div. of Ind. Chem. Serial, № 74 and 75, 1951 Melbourne, Australia.
136. *Olmstead F. H.* and *Davis G. H.* Geologic features and ground water storage capacity of Sacramento Valley. Water supply paper U. S. Geological Survey.
137. *Pockels A.* Surface tension. Nature, 1891, 43, pp. 437-439.
138. *Rayleigh J. W. S.* Investigation on capillarity. Philos. Mag., 1799, 47, p. 337.
139. *Swan F. A.* Reclamation tests way to prevent evaporation losses from vital reservoirs. D-t of Interior Press Release № P N 17432, 1957, Washington.
140. *Timblin L. O.* Preliminary toxicity studies with hexadecanol. Eng. Laboratories Rep. № 12, Bureau of Reclamation Denver.
141. *Timblin L. O.* Activities of the Bureau of Reclamation on lake Hefner project Sept. 1956 to Sept. 1957. Paper at 46-th conference of Southwestern Am. Water. Assoc. Oklahoma Oct. 1957.
142. *Timblin L. O.* and *Florey Q. L.* Reservoir evaporation reduction by monomolecular layers. 31-st annual meeting Am. W. W. Assoc. Santa Fe New Mexico, Sept. 1957.
143. *Turre G. J.* Water quality at Ralston reservoir following application of hexadecanol. Letter Oct. 1, 1957.
144. Water loss investigations lake Hefner 1953. Evaporation reduction investigations Report of collaborators. June 1959.
145. *Wells J. V. B.* Surface water supply of U. S. 1953 p. 9. U. S. Geological Survey water supply paper 1283, 1955.
146. *Whitlow E. P.* and *Cruse R. R.* Reduction of water losses by retardation of evaporation 15-th annual Water Conference Eng. Sec. West. Pennsylvania. 1957.
147. *Woodward D. R.* Availability of Water in the U. S. with special reference to Ind. needs by 1980. Ind. Armed Forces. D-t of defence. Washington, 1957.
148. U. S. Senate Committee on Interior and Insular affairs. Resolution 135 and S. 3370. 85-th Congress 2-nd session March 20, 1958.

