

С. А. Хачатурян

К вопросу о конденсации водяных паров воздуха в условиях орошаемых районов Армянской ССР

Явления конденсации водяных паров воздуха в природе издавна известны человеку. По дошедшим до нас историческим памятникам можно судить о степени конденсации водяных паров воздуха в природных условиях.

Так, на первой Всесоюзной конференции по конденсации водяных паров воздуха [1] были оглашены материалы о том, что еще в доисторические времена в пустынных и безводных местностях существовали сооружения, т. н. „небесные пруды“, которые никогда не высыхали, хотя и не имели притока или ключа и не питались почвенными водами.

До сих пор в окрестностях г. Феодосии сохранились остатки древних гидротехнических сооружений для снабжения города питьевой водой, обследованных и описанных Ф. И. Зибольдом [8]. Ряд менее значительных сооружений сохранился до наших дней во многих районах Закавказья [22] и в других районах Советского Союза, который свидетельствует об использовании человеком конденсированной воды.

Несмотря на столь длительную историю вопроса, лишь в начале девятисотых годов впервые с теоретическими обобщениями по этому вопросу выступил профессор А. Ф. Лебедев [2], охарактеризовав значение конденсации водяных паров воздуха в деле образования грунтовых вод.

В СССР в настоящее время учеными ведутся исследования по вопросам конденсации водяных паров воздуха. В этом направлении общеизвестны работы профессора В. В. Тугаринова [3]. На территории Тимирязевской сельскохозяйственной Академии имеется его установка, дающая определенное количество воды в сутки.

Изучению вопросов конденсации водяных паров воздуха в условиях пустыни и полупустыни посвящены ряд работ [4, 5, 6, 7, 9, 10 и др.].

Ряд авторов изучал вопросы конденсации водяных паров воздуха с целью использования их для нужд земледелия [11, 12, 13, 14, 15 и др.].

Вопросам теории конденсации водяных паров воздуха также посвящен ряд работ [16, 17, 18, 19 и др.].

Рассматривая работы по конденсации водяных паров воздуха, следует отметить, что эти исследования носят отрывочный, а зачастую и случайный характер.

Исключенные составляют выдающиеся работы проф. А. Ф. Лебедева, отличающиеся определенной целеустремленностью, подчиненные определенной задаче, которые сопровождались рядом лабораторных экспериментов и опытов.

По Лебедеву следует отличать два вида конденсации водяных паров воздуха: „молекулярную конденсацию“, которая происходит в силу гигроскопических свойств почвы и „термическую конденсацию“, вызываемую охлаждением поверхности почвы и меньшей упругостью паров в ней по сравнению с упругостью паров воздуха [2].

С критикой выдвинутых Лебедевым положений выступил с рядом работ Колосков [19]. Он считает, что Лебедев неправ, придавая большое значение термической конденсации и что последняя имеет место в природе лишь в самых исключительных случаях.

Нельзя согласиться с Колосковым, что термическая конденсация в природе происходит лишь в исключительных случаях, ибо процесс конденсации возможен не только при какой-то определенной температуре, а для его осуществления уже достаточно наличия положительной разности температур воздуха и конденсатора, при надлежащих соотношениях влажности, независимо от первоначальной температуры конденсатора, что в природе наблюдается повсеместно.

Противники теории термической конденсации считают, что скрытая теплота, выделяемая при конденсации, сопутствуя осаждению водяных паров воздуха на конденсаторе, является причиной испарения осевших паров.

Однако, еще в 1910—1912 гг., работами Миденбауэра и Критикоса такое предположение отрицалось. Они утверждают, что скрытая теплота парообразования выделяется при конденсации паров не на поверхности почвенных частиц, а еще в воздухе, и что влажность воздуха обуславливается не водяными парами, а так называемой паросферической влагой, состоящей из мельчайших шарообразных капелек, и что в момент поглощения влаги почвой тепловой энергии не скопится, так как она выделяется значительно раньше и уносится воздушными течениями.

Исследованиями доказано наличие конденсации водяных паров воздуха как на поверхности, так и в толще почвы в природных условиях Армении.

В условиях высокогорных пастбищ Алагезского массива, на высоте трех и более тысяч метров, явление конденсации паров воздуха наблюдала экспедиция АН СССР.

Попов указывает, что „конденсационные процессы протекают исключительно энергично и дают значительное количество влаги на камнях осыпей, растительности, на почве, в порах и трещинах ла-

вы" [21]. В целях установления количественной стороны явления конденсации, Поповым проведены в районе с. Амберг опыты с отдельными кусками лавы. Путем взвешивания в разное время суток установлено, что вес туфа за ночь увеличивался до 30%, а после восхода солнца вес туфа уменьшался.

Для характеристики условий природной конденсации в высокогорных условиях ниже приводятся данные упругости паров воздуха на высоте до 2 метров над поверхностью почвы и глубину 1,6 метра толщи почвы за время январь-декабрь 1947 г. по одной метеорологической станции (график 1).

*Упругость паров воздуха
по данным высокогорной метеорологической станции*

за I-XII м-цы 1947г

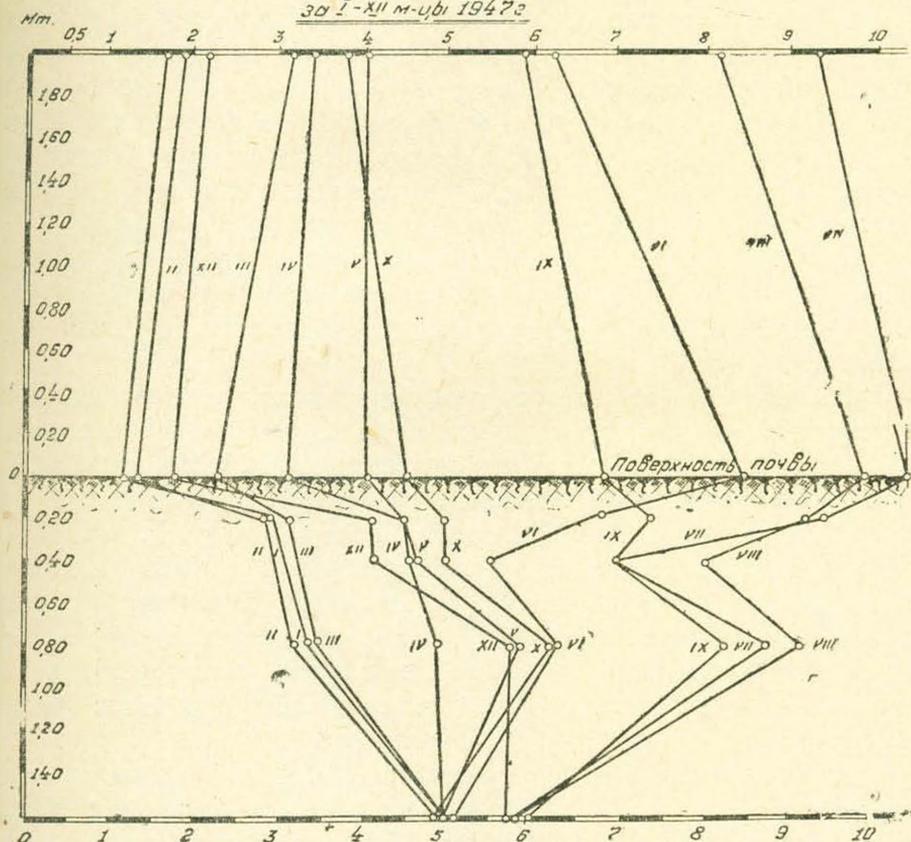


График 1. Упругость паров воздуха в мм.

Рассматривая график упругости паров, можно прийти к следующим выводам:

1) в пределах двухметрового слоя воздуха за время декабрь—май колебания упругости паров незначительны, при этом упругость паров у поверхности почвы, как правило, меньше чем на высоте 2 метров.

За период июнь—ноябрь колебания упругости паров в несколько раз больше, причем упругость у поверхности почвы больше чем на высоте 2 метров;

2) обратная картина наблюдается в верхнем 20-сантиметровом слое почвы. В зимне-весенние месяцы упругость паров воздуха в почве, как правило, значительно больше чем в прилегающем к нему слое воздуха и, в особенности, слое, непосредственно прилегающем к поверхности почвы. В летние же месяцы наблюдается обратная картина.

Осенние месяцы занимают промежуточное положение. Следовательно, за летне-осенний период конденсация паров воздуха в этом слое почвы возможна;

3) в течение летних месяцев процесс уменьшения упругости паров до глубины 40 см имеет ясно выраженный характер, что говорит о возможности конденсации паров воздуха в этом слое. В остальные месяцы года имеет место постепенное увеличение упругости водяного пара с глубины. В слое 40—80 см за все месяцы наблюдается увеличение упругости водяного пара в почвенном воздухе. Ниже, до глубины 1,6 метра, упругость паров воздуха, за исключением января—марта, постепенно уменьшается, тогда как в указанные месяцы постепенно увеличивается.

Наблюдаемый „излом“ кривых упругости паров воздуха в летне-осенние месяцы в слое 40—80 см объясняется почвенными условиями местоположения метеорологической станции, имеющие каменистые отложения.

Сказанное подтверждается нижеприводимыми данными изменения упругости паров воздуха на высоте до 2 метров над почвой и в глубину до 2,8 метра, по данным агрометеорологической станции, расположенной в низменной зоне, где почвы на рассматриваемую глубину представляют из себя однородную среду (график 2).

В целом и здесь имеем ту же картину, что в выше рассмотренном случае. Некоторое отличие в характере изменения упругости паров воздуха заключается в том, что здесь значение упругости паров более высокое. Это и понятно, поскольку рассматриваемое обстоятельство в условиях низменной зоны проходит при более высоких температурах.

Таким образом, исходя из рассмотренных нами материалов можно прийти к выводу, что в разнообразных условиях Армении с резкими различиями климата и почвогрунтов в теплые месяцы года имеются все условия конденсации водяных паров воздуха в верхней толще почвогрунтов. Наряду с этим, в остальное время года эти условия исключаются и создаются условия конденсации паров воздуха в верхних горизонтах почвы за счет нижних слоев почвогрунтов.

Для нас представляет интерес движение паров воздуха в течение суток за вегетационный период и его влияние на развитие сель-

скохозяйственных культур, в первую очередь в орошаемых районах республики.

Этот вопрос в течение 4—5 лет был предметом наших исследований в низменных и предгорных районах республики.

Упругость паров воздуха
 по данным *аэромет. станции*
 за I—XII м-цы 1947г.

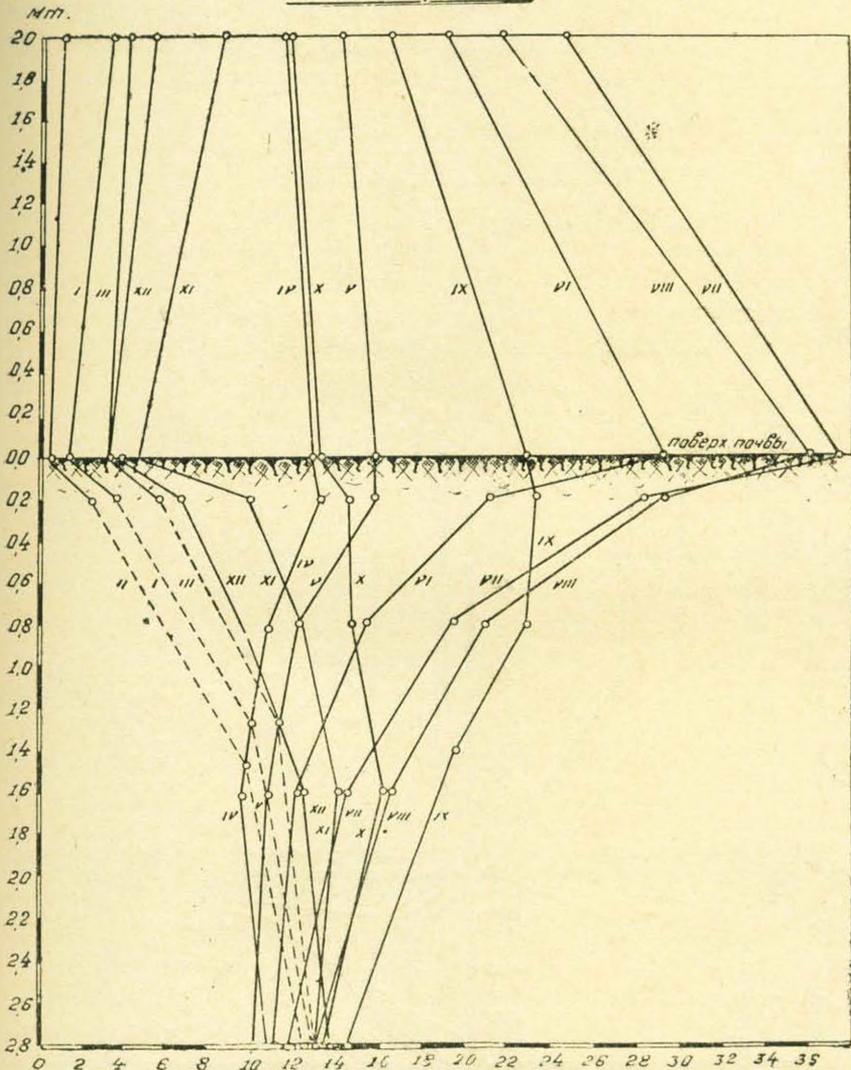


График 2. Упругость паров воздуха в мм.

В течение ряда лет исследования проводились в шести различных пунктах: Эчмиадзин, Мхчан, Котайк, Ленинакан, Ариндж и Ахта, при этом, за исключением Ахты, остальные районы являются районами орошаемого земледелия.

Круглосуточными наблюдениями установлено, что в вегетационный период имеет место конденсация паров воздуха в верхнем 1—2 см слое почвы в силу разницы температурных градиентов, при этом процесс конденсации имеет место в пределах ночных часов, обычно с 22 до 5—6 часов утра, особенно усиливаясь к утру.

Интересные данные получены нами при рассмотрении упругости паров воздуха по вертикальному профилю на высоте до 2 метров и глубине почвы до 0,2 метра. Приводим графики упругости паров воздуха в различные часы суток на табачном и хлопковых полях (график 3).

Упругость паров воздуха
в различные часы суток

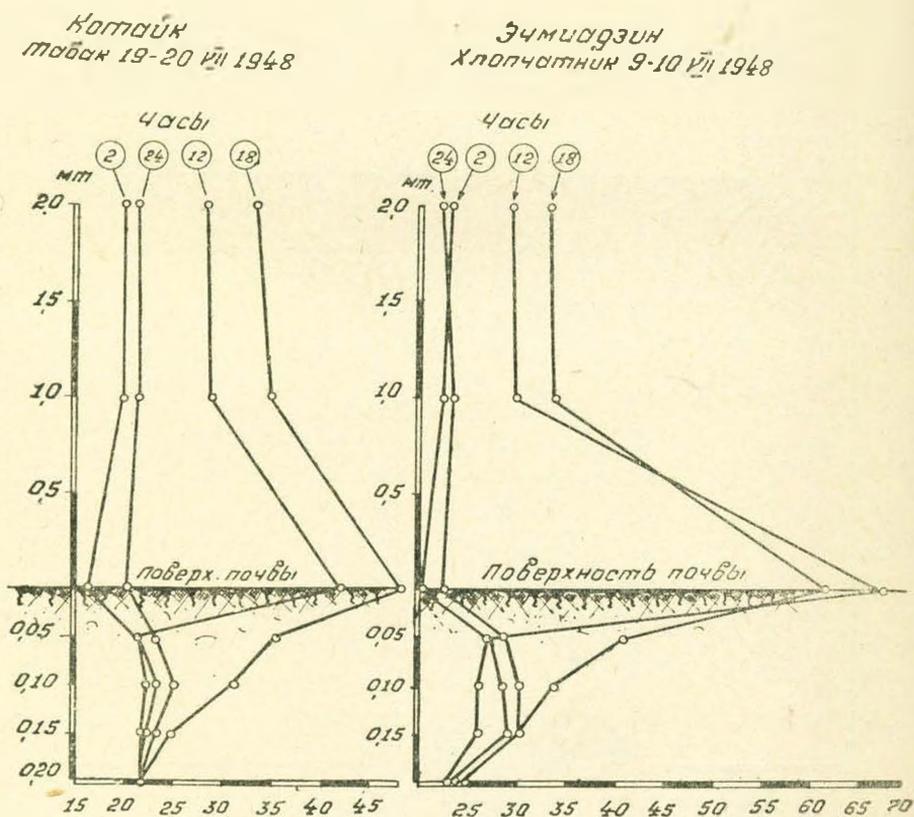


График 3. Упругость паров воздуха 1 мм.

Как видно из данных графиков, в различные часы суток как на хлопковом, так и табачном полях, независимо от количественного выражения изменения упругости паров по профилю, на обоих участках рассматриваемое явление имеет одинаковый характер.

Так, в ночные часы упругость водяных паров воздуха в пределах 2-метрового слоя выше, чем у поверхности почвы, в дневные часы наблюдается обратная картина, при этом упругость паров воздуха в 0,05-метровом слое почвы подвержена наиболее резким колебаниям. Оно больше в дневные часы и значительно меньше в ночные. С глубиной амплитуда изменения упругости паров постепенно суживается и на глубине 0,20—0,25 м в обоих рассматриваемых случаях затухает.

Таким образом, для рассматриваемых условий с культурно-поливными (бурыми) почвами суточная смена направлений движения водяных паров в почве происходит до глубины 0,2 метра. На это обстоятельство в свое время указывал А. Ф. Лебедев.

В условиях Ахтинского района, с черноземными почвами, при средней плотности травостоя, амплитуда изменений упругости паров воздуха в толще почвы охватывает сравнительно большую глубину и затухает лишь на глубине 30—35 см, сохраняя характер суточной смены направления движения водяных паров, как и в ранее рассмотренных случаях; это следует объяснить более высокой теплопроводностью почвы, окрашенной в интенсивно-черный цвет.

Количественное выражение конденсации водяных паров воздуха в верхних горизонтах почвы служило предметом исследований многих выдающихся ученых.

Так, Лебедев в результате своих исследований в условиях Одессы пришел к выводу, что годовое количество конденсации паров воздуха в почве доходит до 60—100 мм. Он же наблюдал на черном пару, на глубине 1 см почвы, за ночь увеличение влаги до 62⁰/₀.

Скрешинский [11] в условиях Закавказья наблюдал увеличение влажности почвы в верхних горизонтах за ночь до 3—4⁰/₀ по весу.

Тугаринов и Масалитина [3] в условиях Москвы наблюдали явления конденсации водяного пара воздуха до 6⁰/₀ от веса конденсатора.

Сочеванов, Орлов, Сафотеров, Петров и другие в результате своих исследований указывают на незначительную величину суточной конденсации, колеблющейся в пределах 0,05—0,24 мм и приходят к выводу, что процессы конденсации не играют существенной роли в балансе влаги почвы.

Наши исследования в условиях орошаемого и богарного земледелия Армении показывают, что величины суточных конденсаций также незначительны, обычно колеблются в пределах 0,03—1,0 мм, непосредственной роли в водном балансе почвы не играют, лишь создают благоприятные условия для развития растений в пределах фито-климата, хотя и в некоторые годы по отдельным районам доходят за вегетационный период до 50 мм.

Ниже приводим результаты наших исследований за последние годы по предгорным и низменным районам республики.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что, как правило, в утренние часы интенсивность конденсации увеличивается.

Из изложенного о конденсации водяных паров воздуха необходимо указать следующее.

Ряд данных, а также памятники старины указывают на возможность конденсации паров воздуха в более или менее значительных размерах. Как правило, эти сооружения, а также наблюдения указывают, что решающим фактором в этом вопросе является как материал конденсатора, так и географическое положение — климат местности, как-то: близость водного бассейна, где наблюдается большое количество водяных паров в воздухе или высокогорные условия, где суточные температурные колебания значительны. Имеются также указания на характер сложения конденсатора, обеспечивающий максимально возможную площадь соприкосновения конденсатора с воздухом.

Таблица 1

Пункты наблюдений	Годы	Месяцы	Число суток наблюдений	Конденсация в мм в сутки			Число случаев с испарением
				колебания по определениям в 1 час ночи	колебания по определениям перед восходом солнца	максим. набл. величины	
Предгорная зона							
с. Канакир	1947	VI—VIII	21	0,6—0,7	0,11—0,8	0,90	3
	1949	VII	10	0,06—0,07	0,11—0,47	0,60	6
г. Ленипакап	1948	VII—VIII	7	0,23—0,31	0,34—0,80	0,81	1
	1948	VI—IX	8	0,13—0,15	0,18—0,76	0,79	1
с. Ариндж	1949	VI—VIII	11	0,07—0,93	0,31—0,49	0,64	4
	1948	VII—VIII	32	0,10—0,23	0,47—0,9	1,1	3
с. Ахта	1950	VI	6	0,45—0,51	0,63—0,75	0,83	3
	Низменная зона						
г. Эчмадзин	1946	V—IX	27	0,04—0,06	0,15—0,35	0,57	11
	1947	VI—VIII	49	0,03—0,71	0,09—0,45	0,61	13
	1948	VII—VIII	18	0,03—0,50	0,11—0,81	0,84	5
с. Мхчян	1949	VIII	11	0,03—0,37	0,09—0,41	0,46	3

Примечание: Все определения проводились на участках, занятых сельскохозяйственными культурами в сухие и ясные дни.

Эти известные нам случаи явной конденсации, как правило, встречаются в климатических условиях за пределами зоны земледелия.

Эта область ждет еще своего исследования и находится за пределами интересующих нас районов, районов орошаемого земледелия.

Исследования, направленные к установлению эффективности конденсации водяных паров воздуха, его роли в условиях земледелия охватывают разнообразные почвенно-климатические условия от полупустыни до районов богарного земледелия.

В этих условиях можно считать установленным, что конденсация водяных паров воздуха постоянно имеет место и, в первую оче-

редь, в силу разности упругости паров воздуха и воздуха в верхних горизонтах почвогрунтов, являясь статьей единого комплекса водоборота в природе, при определенных условиях конденсация водных паров воздуха переходит в обратный процесс — процесс испарения.

Процесс конденсации, вопреки утверждению ряда исследователей, происходит главным образом за период ночных часов, постепенно увеличиваясь к восходу солнца. Однако ее количественное выражение в водном балансе почвы незначительное и существенного значения для земледелия не имеет, если не считать благоприятных условий для роста и развития растительности в пределах фитолимата.

Наконец, нельзя рассматривать этот процесс в отрыве от процесса внутрипочвенной конденсации, являющийся источником питания влагой нижних горизонтов почвы в жаркие месяцы летнего периода и имеющий обратную направленность в холодные месяцы года.

Армянский институт гидротехники
и мелиорации

Поступило 10 VIII 1953

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Стенограмма первой Всесоюзной конференции о конденсации водяных паров воздуха, 1935.
2. Лебедев А. Ф. Почвенные и грунтовые воды, 1936.
3. Тугаринов В. В. и Массалитина Н. П. Опыт конденсации водяных паров воздуха. Журн. „Метеор. и гидрол.“, 1, 1937.
4. Орлов Б. П. Конденсация водяных паров воздуха в почве. Докл. на первой Всесоюзной конференции по конденсации водяных паров, 1935.
5. Петров М. П. Водный режим барханных песков. Известия АН СССР. Серия геогр. и геофиз., 2, 1941.
6. Сафотеров В. Е. Результаты наблюдений над влагообменом и конденсацией водяных паров в песках. Труды по сельхоз. метеорологии, 1937.
7. Сочеванов В. Е. Результаты наблюдений над влагообменом и конденсацией водяных паров в песках. Труды Гос. гидр. института, в. 7, 1939.
8. Зибольд Ф. И. Роль подземной росы в водоснабжении г. Феодосии. Журнал „Почвоведение“, 4, 1904.
9. Благовещенский Э. Н. Новые данные по внутрипочвенной конденсации. Журнал „Метеор., и гидрол.“, 3, 1940.
10. Лавров А. П. и Сочеванов В. Е. Об изучении водного режима в песчаной полупустыне. Журнал. „Метеор. и гидрол.“, 5, 1938.
11. Скрепинский А. Подземная роса, как база пустынного земледелия. „Бот. журнал СССР“, XXII, 6, 1937.
12. Кулик М. С. К вопросу о конденсации водяных паров в почве в зимний период. Журнал „Метеор. и гидрол.“, 4, 1938.
13. Журавлев С. И. Конденсация водяных паров атмосферы верхними слоями почвы в условиях Омска. Журнал „Метеор. и гидрология“, 1 — 2, 1940.
14. Мельников В. О конденсации в почве паров воды из атмосферы. Журнал „Метеор. и гидрология“, 4 — 5, 1937.
15. Долгов С. И. и Приображенская М. В. К вопросу о конденсации водяных паров атмосферы в почве. Журн. „Проблемы советского почвоведения“, 9, 1939.
16. Агешин С. Н. К вопросу адсорбции воды в почве. Сб. Физика почв в СССР, 1936.

17. Дубинин М. М. Физико-химические основы сорбционной техники, ОНТИ, 1935.
18. Зувел Л. А. и Галюн Е. Н. Адсорбция паров воды почвами. Журнал „Почвоведение“, 2, 1948.
19. Колосков П. И. Пересмотр некоторых выводов и положений книги А. Ф. Лебедева, Почвенные и грунтовые воды. Журнал „Пробл. физич. географии“, VIII, 1940.
20. Колосков П. И. Сорбция, как одна из источников почвенно-грунтовой воды. Докл. ВАСНХИЛ, в. 6 (9), 1937.
21. Попов В. И. Метеорология Алагеза. Сб. Алагез, АН СССР. Сер. закавказская, в. 5, 1932.
22. Мурадян Г. Орошение безводных земель, 1911 (на армянском языке).
23. Колосков П. И. О внутрипочвенной конденсации и сорбции атмосферных паров. Журнал. „Метеор. и гидрол.“, 1, 1938.

Ս. Հ. Խաչատրյան

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՈՒՌԳՎՈՂ ՇՐՋԱՆՆԵՐԻ ՕԳԻ ՋՐԱՅԻՆ ԳՈՒՈՐՇԻՆԵՐԻ ԽՏԱՑՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Օգի ջրային գոլորշիների խաացումը բնության մեջ տեղի ունի անբնդհատ: Որոշ պայմաններում խաացումը վերածվում է գոլորշիացման: Այդ հարցի տեսական ընդհանրացումներով առաջին անգամ հանդես է եկել Ա. Ֆ. Լերեդեր, ցույց տալով, որ բնական պայմաններում ջրի գոլորշիների խաացումը հնարավոր է երկու ձևով. ա) մոլեկուլյար խաացում, որը առաջանում է հողի հիդրոսկոպիկ հատկությունների շնորհիվ և բ) ջրային գոլորշիների թերմիկ խաացում, որը առաջանում է հողի մակերևույթը սառչելուց և հողի մեջ օգի ջրային գոլորշիների փոքր առաձգականությունից (համեմատած շրջապատող օգի ջրային գոլորշիների առաձգականության հետ):

Հետազոտողներից շատերը նշել են, որ հողագործության շրջաններում այդ երևույթն ունի աննշան քանակական արտահայտություն:

Հայաստանի պայմաններում մեր կատարած բազմաթիվ հետազոտություններով ապացուցված է, որ խաացման երևույթը նույնպես աննշան է և գաղտի ջրային բարանում քանակական նշանակություն չունի: Սակայն նրա արակական նշանակությունը բուսական ծածկոցի վրա անվիճելի է, քանի որ օրվա որոշ ժամերին խաացման շնորհիվ բույսի աճի և գորգացման համար բարենպաստ պայմաններ են ստեղծվում ֆիտոկլիմայի սահմաններում: