

ГЕОЛОГИЯ

Р. А. Аракелян

История геологического развития юго-западной Армении в палеозойскую эру

Изучение стратиграфии палеозойских отложений юго-западной Армении и прилежащих частей Нахичеванской АССР в течение последних трех лет дает возможность наметить историю развития юго-западной части Армении в палеозойскую эру.

Исследованная нами территория охватывала палеозойские отложения Мартунинского, Вединского и Микоянского районов Армянской ССР и прилегающих частей Нахичеванской АССР.

Досреднедевонский период на данной территории остается неясным, так как обнажающиеся здесь самые древние образования являются отложениями эйфельского яруса.

Судя по обнажениям отложений нижнего (?) девона, силура (?) и кембрия-докембрия на территории Зангезура и кембрия-докембрия в окрестностях сс. Арзакан и Мисхана Ахтинского района, в пределах Кафан-Арзаканского антиклинория можно предполагать наличие нижнего девона (?) под среднедевонскими отложениями исследованной территории.

Несомненно то, что в северо-западных и северных частях за пределами исследованной территории средне- и верхне-палеозойские отложения отсутствовали. Эти районы представляли собой сушу и являлись областью питания палеозойского бассейна исследованной территории. Видимо, резкие колебания береговой линии не происходили. В эйфельском веке юго-западная часть исследованной территории представляла собой мелкое открытое море, в котором имели широкое развитие коралловые фации и отлагались мощные толщи известняков как органогенного, так и химического происхождения.

В процессе осадконакопления дно бассейна на фоне общего погружения подвергалось неоднократным колебательным движениям. Наблюдается приуроченность брахиоподовой фауны к определенным слоям песчано-мергелистых пород, а также перемещение коралловой фауны с одних участков в другие. Перемещение фауны происходило вследствие изменений условий жизни, которое, наряду с влиянием местных факторов, связано также с колебательными движениями дна бассейна.

Рельеф суши был совершенно выровненный, и привнос кластического материала со стороны суши был весьма незначительным. Видимо, продуктом разрушения были менее метаморфизованные породы (нижнего



девона—силура²⁾), на что указывают фации отложений данного века. Климат был сухой и жаркий. Растительный покров был незначительный.

В живетском веке существенных изменений в жизни бассейна не происходит. В начале века, по всей вероятности, происходит резкое поднятие суши, что обуславливает относительное увеличение привноса терригенного материала. Это зависело от относительно более глубокой эрозии области питания. До конца века область питания подвергается дифференциальному поднятию, на что указывает увеличение прослоек песчано-мергелистых пород в верхах разрезов. Коралловые фации, в начале века развитые в северо-восточных участках, к концу века постепенно перемещаются на юго-запад. Мощности отложений также увеличиваются в юго-западном направлении. Условия жизни бассейна, по сравнению с эйфельским веком, не подвергаются резким изменениям, лишь эволюция фауны и ее широкое развитие обуславливают изменения биоценоза бассейна.

Переход от среднего девона к верхнему происходит без перерыва в осадконакоплении. Лишь на их границе происходит резкое увеличение привносимого терригенного материала. Количество химических и органических осадков сравнительно уменьшается. Таким образом, продолжается дальнейшая эволюция суши, увеличивается частота колебательных движений.

Во франском веке верхнедевонского периода происходят частые колебательные движения, вследствие чего появляются перемежающиеся слои песчаных и глинистых сланцев, известняков; появляются также прослои песчаников. Мощности с СВ на ЮЗ увеличиваются. В юго-западной части увеличивается количество известняков органического и частично химического происхождения. Фауна строго приурочивается к известковым отложениям. Коралловые фации, по сравнению с предыдущими веками, резко уменьшаются. Начинает широко развиваться брахиоподовая фауна, в особенности атрипиды. Фауна имеет более широкое развитие в юго-западных обнажениях.

В нижнефранское время фауна богата особями, но бедна видами. Это обусловлено, видимо, тем, что она приспосабливается к создавшимся новым условиям.

В верхнефранское время частота колебательных движений постепенно уменьшается, на что указывает развитие более мощных, литологически однообразных свит.

Вследствие эволюции фауны увеличивается ее видовой состав и количество. Так как фауна приурочена к определенным фациям, то это указывает на перемещение фауны с одного участка бассейна в другие в связи с изменением условий их жизни в данном участке бассейна.

Размеры эрозии суши к концу франского времени уменьшаются. Породами, подвергающимися эрозии, являются малометаморфизованные осадочные.

Фаменский ярус начинается резким скачкообразным поднятием, чем обуславливаются изменения в жизни бассейна, где видовой состав фауны опять обедняется. Кораллы совершенно исчезают. Исчезают также агри-

пиды. Приобретают широкое развитие виды, приспособившиеся к создавшимся новым условиям. Мощность в юго-западном направлении увеличивается. Увеличивается также количество известняков и фауна здесь приобретает более широкое развитие. В отличие от франского века в фаменском ярусе широко развиваются кварциты. В глинистых сланцах начинает увеличиваться количество слюды, и вообще в породах приобретают широкое развитие акцессорные минералы.

Все это указывает на то, что на суше размеры эрозии еще больше увеличиваются и эрозии подвергаются уже метаморфические и кислые интрузивные породы. Уже в это время в крайне северо-восточных обнажениях (с. Эртич) наблюдаются признаки близости береговой линии, как то: косая слоистость и ленточная текстура кварцитов и увеличение количества кластического материала вообще в отложениях данного яруса в вышеуказанном направлении.

В верхнефаменское время наблюдается скачкообразное проявление колебательных движений и увеличение глубины эрозии суши, которые в данное время достигают своего максимума. Здесь наблюдается лучшая отсортированность кластического материала и кварциты достигают своего максимального развития. В крайне северных обнажениях (басс. р. Айриджа) кварциты слагают однородные и мощные свиты, которые резко переходят в перемежающуюся свиту сланцев и известняков. В крайне северо-западных обнажениях (хр. Зинджирлу и район с. Кадрлу) в конце века наблюдается отдаление береговой линии от данного района, что обуславливает образование более мощных литологически однородных свит. Увеличение мощностей наблюдается в ЮВ направлении (от района с. Книшник к Гюмушлугской антиклинали). Еще больше в СЗ направлении (от Гюмушлугской антиклинали в сторону хр. Зинджирлу и района с. Кадрлу).

Таким образом, здесь уже наблюдаются зачатки поперечных прогибов и поднятий, обуславливающиеся дифференциальными вертикальными колебательными движениями, охватывающими более крупные районы, чем дифференциальные движения последующих эр, которые обуславливают формирование структур данной территории.

Необходимо указать, что в сравнительно отдаленных от береговой линии участках, как то: в районах Гюмушлугской антиклинали и ее СВ продолжении—Зинджирлинской антиклинали, наличие фосфоритов в отдельных прослоях и свитах, видимо, обусловлено подводными течениями, которые не имели постоянного характера, и в силу резких скачкообразных колебательных движений перемещались с ЮВ на СЗ. На это указывает также перемещение фосфоритоносных фаций с ЮВ на СЗ в более высокие горизонты.

Резкие изменения фаций способствовали гибели организмов, подвергали фосфоритизации осадки, а последующие за ними подводные течения, унося более легкие частицы, способствовали их обогащению в соответствующих слоях. Однако, вследствие непостоянного характера под-

водных течений: мощные скопления фосфоритов не могли образоваться, создавались лишь маломощные прослои в верхних частях слоев.

Переход от верхнего девона к нижнему карбону происходит без перерыва в осадконакоплении. Дифференциальные колебательные движения охватывают ЮВ и В части района. По линии Гюмушлуг—Кипчик наблюдается геосинклинальная тенденция колебательных движений, чем обусловлено резкое уменьшение мощностей в данном участке по сравнению с северо-западными, а также отсутствие фауны в крайне северо-восточных и восточных обнажениях (Данзискская антиклиналь и район с. Амагу).

В бассейне р. Айриджа, в крайне-северных частях района отлагаются мощные толщи кварцитов с косою слоистостью и также брекчиевидные кварциты, которые указывают на прибрежность данного района в данную эпоху.

В начале этренского века наблюдаются частые скачкообразные дифференциальные движения, которые обуславливают плохую отсортированность материала, углубление СЗ поперечного прогиба и относительное поднятие ВЮВ поперечного поднятия. Рельеф суши постепенно сглаживается и к концу нижнетурнейского времени совершенно выравнивается. Бассейн в верхнетурнейское время мелет, на что указывает развитие карбонатно-коралловых фаций в данное время. В крайних восточных и северо-восточных частях района в турнейский век продолжают накапливаться прибрежные осадки.

В визейский век существенных изменений в условиях жизни бассейна не происходит. Колебательные движения почти прекращаются. Область постепенно приобретает тенденцию равномерного поднятия и в конце данного века вся исследованная территория освобождается из-под воды. Юго-западная часть исследованной территории, т. е. Садарак-Айриджинское поперечное поднятие имеет более активную тенденцию поднятия, вследствие чего оно в последующие эпохи подвергается более интенсивной эрозии.

В эпоху среднего и верхнего карбона на исследованной территории происходит перерыв в осадконакоплении. Это обуславливается эмерсией области. В северных частях за время данных эпох происходит частичное выветривание визейских известняков, в результате чего в северных и восточных частях исследованной территории появляются маломощные заохренные породы. В зонах поперечных поднятий вышеуказанных частей выветривание происходит более интенсивно и там они выражены брекчированными заохренными известняками. В юго-западной части Айриджа-Садаракского поднятия происходит глубокая эрозия уже сформированных структур, причем действие эрозии к югу усиливается, вследствие чего здесь обнажаются все более древние горизонты, вплоть до среднего девона включительно. Обломочный материал, видимо, сносился на ЮЗ за пределы области.

В пермский период вся область приобретает геосинклинальную тен-

денцию, что обуславливает всеобщее постепенное погружение области (за исключением бассейна р. Айриджа и района с. Эртич) и ее затопление мелким морем, повидимому, наступившего с ЮВ. На это указывает однообразие фаций данного периода на всей исследованной территории (карбонато-фораминиферо-коралловая фация).

В пермский период также наблюдаются вертикальные дифференциальные колебательные движения, которые происходят более или менее плавно и обуславливают изменение мощностей осадков и периодическое изменение фауны, т. е. исчезновение кораллов и появление брахиопод. К концу данного периода эти колебательные движения проявляются более эффективно, что вероятно влияет на рельеф суши и ее эрозию. Это обуславливает появление песчано-углистых пород в северо-западных и южных обнажениях района и мергелистых известняков с обильной брахиоподовой фауной в восточных и юго-восточных обнажениях. В конце данного периода поперечные поднятия и прогибы (Вединский и Нораинский) развиваются и постепенно перемещаются на СЗ—ЮВ. Этим обусловлены изменения фаций и мощностей.

Из всего вышесказанного приходим к следующим выводам:

1. От среднего девона до нижнего карбона включительно исследованная нами территория представляла собой геосинклинальную область с определенной закономерностью осадконакопления.

2. На границе различных периодов и веков происходят изменения физико-географических условий как суши (которая располагалась в С и СЗ частях за пределами исследованной территории), так и бассейна, которые обуславливали изменения фаций и биогенеза бассейна.

3. Изменения физико-географических условий связаны с вертикальными дифференциальными колебательными движениями, обуславившими перемежаемость свит, а также глубину эрозии области питания бассейна. Более резкие из них (на границе различных периодов и веков) обуславливали повсеместное относительное увеличение примеси терригенного материала и изменение биогенеза бассейна, которые являются основой новой стратиграфической схемы.

4. В начале каждого яруса, в связи с изменением условий жизни бассейна, фауна приобретает бедный видовой состав и развиваются виды, приспособившиеся к создавшимся новым условиям. Во второй половине века создаются более или менее стабильные условия жизни и фауна приобретает широкое развитие и богатый видовой состав.

5. Вертикальные дифференциальные колебательные движения образуют зачатки структурных элементов, которые в последующие этапы своего развития создают структуры общекавказского и антикавказского направления. Последние обуславливаются поперечными поднятиями и прогибами.

6. В средний и верхний каменноугольные периоды происходит общее поднятие области и перерыв в осадконакоплении.

7. В пермский период снова происходит погружение области и ее за-

топление морем. Колебательные движения менее интенсивные, лишь в конце пермского периода происходит относительно глубокая эрозия области питания бассейна.

Институт геологич. наук
АН Армянской ССР

Поступило 22 II 1951

Ռ. Ա. Արաքեւյան

ՀԱՐԱՎ-ԱՐԵՎՄՏՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԳԵՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԶԱՐԴԱՑՄԱՆ ՊԱՏՄՈՒԹՅՈՒՆԸ ՊԱԼԵՈԶՅԱՆ ԴԱՐԱՇՐՋԱՆՈՒՄ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հարավ-արևմտյան Հայաստանի և Նախիջևանի ԱՍՍՌ-ի Հայաստանին կից մասերի պալեոգենի նստվածքների մանրամասն և երկարատև ուսումնասիրության հիման վրա հողվածում արվում է այդ երկրամասի դարձողական պատմությունը պալեոգենյան դարաշրջանում:

Հեղինակը հանդուս է հետևյալ եզրակացությունների.

1. Հարավ-արևմտյան Հայաստանը, միջին զևոնից մինչև ստորին քարածխի ժամանակաշրջանը ներառյալ, իրենից ներկայացնում էր գեոսինկլինալային մարզ, նստվածքների առաջացման սրտակի օրինակաբեր թյամբ:

2. Տարբեր պերիոդների և դարերի սահմանադիտում տեղի են ունեցել ինչպես ամբողջ ավազանի, նույնպես և ցամաքի ֆիզիկա-աշխարհագրական պայմանների փոփոխություններ: Դրան համապատասխան փոփոխություն է կրել նաև կենդանական աշխարհը: Նշված փոփոխությունները դիտվում են որպես վերտիկալ դիֆերենցիված տատանողական շարժումների հետևանք:

3. Ֆաունայի փոփոխության մեջ նկատվում է սրուշ օրինակաբերություն, որն արտահայտվում է ֆաունայի տեսակների աղքատացմամբ յուրաքանչյուր հարկի սկզբում՝ կապված նոր ֆիզիկա-աշխարհագրական պայմանների հետ: Ֆորաքանչյուր հարկի երկրորդ կեսին ֆաունան մեծ դարձացման է հասել և տեսակների թիվն ավելացել է:

4. Նշված վերտիկալ տատանումների հետևանքով կազմավորված ստրուկտուրաները հետագա զարգացման ընթացքում առաջացրել են այդ շրջանի ժամանակակից ստրուկտուրան:

5. Միջին և վերին քարածխային ժամանակաշրջաններում մարզի ընդհանուր բարձրացման հետևանքով այդ հասակի նստվածքները բացակայում են:

6. Պերմի պերիոդում մարզը նորից ծածկվել է ծովով և տատանողական շարժումները թուլացել են մինչև այդ պերիոդի վերջը:

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Г. И. Тер-Степанян

О корректировании результатов наблюдений
за смещением оползневых реперов

Несмотря на применение точной аппаратуры, инструментальные наблюдения за горизонтальным смещением оползневых реперов дают значительно более грубые результаты сравнительно с данными прецизионной нивелировки, служащей для определения вертикальных смещений тех же пунктов.

Средняя абсолютная погрешность определения горизонтальных смещений для обычных работ в этой области составляет 10—20 мм, увеличиваясь в неблагоприятных случаях до 50—80 мм. Между тем погрешность прецизионной нивелировки на оползне может составить всего 1,5—2 мм, т. е. быть, по крайней мере, раз в 10 меньше.

В силу столь большой разницы между погрешностями определения обоих составляющих оползневых векторов смещения существует мнение о том, что высокая точность измерения вертикальных смещений является излишней, так как результативная предельная абсолютная погрешность определения оползневого вектора смещения равняется наибольшей предельной абсолютной погрешности обоих слагаемых, в данном случае погрешности определения горизонтальной составляющей.

Можно, однако, использовать результаты значительно более точных наблюдений за вертикальными смещениями оползневых реперов для корректирования наблюдений за их горизонтальными смещениями.

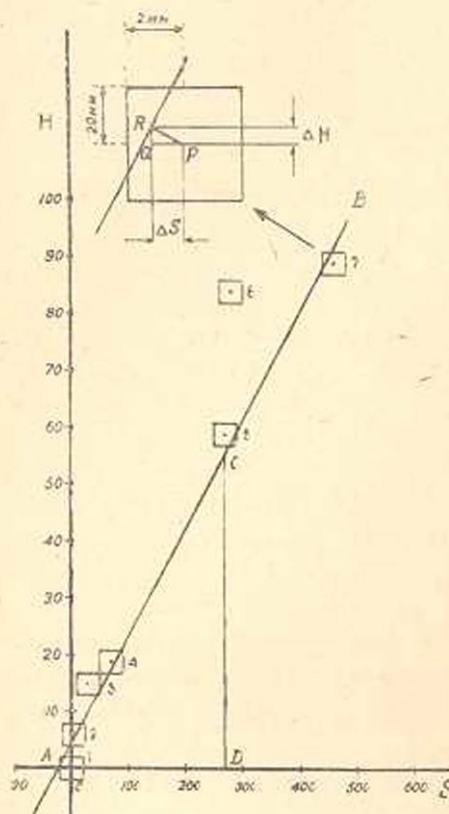
В настоящей работе описан метод корректировки результатов наблюдений за смещением оползневых реперов при условии, что вертикальная и горизонтальная составляющие смещения определены одновременно.

Эта задача может быть решена на основании того соображения, что угол наклона оползневого вектора смещения каждого пункта оползня для достаточно малых величин оползневых деформаций является малоизменяющейся величиной.

График наклона вектора смещения

Для определения угла наклона вектора смещения к горизонту строится график зависимости между горизонтальными S и вертикаль-

ными H смещениями, называемый графиком вектора смещения (фиг. 1). Точки, отвечающие результатам наблюдений в различные моменты времени, лежат на весьма пологих кривых, применяемых за отрезки прямых линий.



Фиг. 1

Практически, вследствие погрешности наблюдения, положение этих точек более или менее отклоняется от теоретического. Так как предельная абсолютная погрешность наблюдения за горизонтальными и вертикальными смещениями различна, то наблюдаемые точки располагаются внутри некоторого прямоугольника погрешностей, построенного вокруг каждой действительной точки. Стороны этого прямоугольника равны удвоенным величинам соответствующих предельных абсолютных погрешностей наблюдений. С другой стороны, если построить прямоугольники погрешностей вокруг каждой наблюдаемой точки, то действительное положение точки также окажется внутри этого прямоугольника. Поэтому необходимо, чтобы прямая, изображающая вектор смещения, пересекала все прямоугольники погрешностей, построенные на наблюдаемых точках или, по крайней мере, касалась их.

Так как предельные абсолютные погрешности наблюдений горизонтальных смещений приблизительно в 10 раз больше погрешностей наблюдений вертикальных смещений, то в таком же соотношении находятся и стороны прямоугольника погрешностей.

Квадраты приведенных погрешностей

Для того, чтобы сохранить относительную точность графика в направлении обеих координатных осей, рекомендуется строить *равноточные* графики наклона векторов смещения. С этой целью вертикальные смещения следует откладывать в 10 раз более крупном масштабе, по сравнению с масштабом горизонтальных смещений. Тогда прямоугольники погрешностей превратятся в квадраты.

Стороны этих квадратов берутся равными предельной абсолютной погрешности в вертикальных смещениях; в отношении горизонтальных смещений, стороны представляют собой погрешности,

приведенные к погрешностям вертикальных смещений; поэтому они были названы квадратами приведенных предельных абсолютных погрешностей, или коротко, квадратами п р и в е д е н н ы х погрешностей.

Тогда все те точки, горизонтальные смещения которых были определены с абсолютной погрешностью, не превышающей предельную абсолютную погрешность определения вертикальных смещений более, чем в 10 раз, окажутся расположенными таким образом, что через построенные на них квадраты приведенных погрешностей можно провести прямую линию.

При корректировке графика наклона вектора смещения можно исходить из следующих положений:

а) вертикальные смещения реперов определяются таким образом, что ни в одном случае абсолютная погрешность определения не превышает заранее известного предела;

б) предельная абсолютная погрешность горизонтальных смещений в нормальных условиях работы не превышает известного предела; однако, применяемые методы наблюдений не дают гарантий в том, что не могли быть случайные обстоятельства, повысившие величину этой погрешности;

в) наиболее вероятное положение оползневых реперов соответствует условию наименьшей суммы квадратов приведенных абсолютных погрешностей определения каждого положения репера.

Отсюда следует, что наиболее вероятное положение R действительной точки на прямой наклона вектора смещения AB получится на пересечении перпендикуляра PR , опущенного из точки P на эту прямую (фиг. 1).

Тогда абсолютные погрешности измерения представляют собой катеты $PQ = \Delta S$ и $RQ = \Delta H$ прямоугольного треугольника PQR , измеренные каждый в своем масштабе.

В качестве примера корректировки рассмотрим смещения одного из реперов на Кара-Чухурском оползне*.

Результаты полевых наблюдений сведены в нижеследующей таблице.

График наклона вектора смещения этого репера показан на фиг. 1. Вокруг каждой наблюдаемой точки построены квадраты со стороной, равной 2 мм. Прямая AB пересекает квадраты приведенных погрешностей или касается их. Исключение составляет только точка 6.

Переходим к методу корректировки. Вначале исправляем данные для всех тех точек, квадраты приведенных погрешностей которых пересекаются прямой AB ; примером может служить корректировка точки 7, выделенная на той же фиг. 1 в крупном масштабе.

* Наблюдения за движением Кара-Чухурского оползня проводились Закавказской партией треста Фундаментстрой в 1949-50 гг. Автор пользуется случаем выразить благодарность своим товарищам по этим работам—И. А. Логвинову (нач. партии) и Н. А. Кернеру (тех. руководитель).

№ № циклов	Дата наблюдений	Вертикальные смещения			Горизонтальные смещения		
		наблюд.	истин.	погреш.	наблюд.	истин.	погреш.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	27. 9.49	9	+ 1	-1	0	- 15	+ 15
2	20.10.49	6	+ 6	0	5	+ 10	- 5
3	20.11.49	15	+13	+2	29	+ 46	- 17
4	20.12.49	19	+19	0	71	+ 78	- 7
5	" 4.50	59	+58	+1	272	+282	- 10
6	25. 5.50	84	+84	0	281	+420	-139
7	13. 6.50	89	+90	-1	460	+450	+ 10

Результаты корректировки таких точек внесены в столбцы 4, 5, 7 и 8 таблицы. В отношении „выпадающих“ точек (как, напр., точка 6) можно пренебречь квадратом малого катета по сравнению с квадратом большого катета, и приравнять последний квадрату гипотенузы. Отсюда следует, что всю погрешность определения таких точек следует отнести только за счет горизонтальных смещений и считать их вертикальные смещения определенными точно. Это показано в таблице, где исправленное значение вертикального смещения точки 6 (84 мм) равно наблюдаемому.

Любая точка С на прямой АВ (фиг. 1) годится для определения угла наклона вектора смещения к горизонту; этот угол может быть найден из соотношения:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{CD}{AD} = \frac{CD}{AO + OD}, \quad (1)$$

где величины CD, AO и OD должны быть прочитаны с графика, каждая в своем масштабе. Из рис. 1 получаем: CD=55 мм, AO=20 мм и OD=270 мм; отсюда находим величину угла наклона вектора смещения:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{55}{20+270} = 0,189, \\ \varphi = 10^{\circ}40'.$$

Корректировка графика суммарных смещений

График суммарных смещений показывает зависимость между вертикальными смещениями Н (ось ординат слева) и горизонтальными смещениями S (ось ординат справа) с одной стороны и временем t (ось абсцисс)—с другой (фиг. 2).

Масштаб горизонтальных смещений должен быть выбран в соответствии с масштабом вертикальных смещений.

Могут быть рекомендованы следующие соотношения масштабов горизонтальных и вертикальных смещений: при угле наклона век-

параллельная оси абсцисс до пересечения с линией МК, от этой точки проводится линия, параллельная оси ординат до пересечения с линией NQ и, наконец, от этой последней точки пересечения проводится линия, параллельная оси абсцисс до пересечения с вертикалью, на которой взята исходная точка H_1 ; полученная точка S_1 представит собой исправленное значение горизонтального смещения. Линии Н и S представляют собой исправленные графики суммарных смещений репера № 30. Для сравнения на том же чертеже пунктиром показан график горизонтальных смещений по полевым данным. Если не принимать во внимание погрешности, прибавившейся при графическом построении, указанном в последнем абзаце, то предельная абсолютная погрешность откорректированного графика суммарных горизонтальных смещений будет относиться к предельной абсолютной погрешности графика вертикальных смещений, как масштабы смещений на фиг. 2, в соответствии с отношением цен деления равной длины.

Таким образом, предлагаемый способ корректировки горизонтальных смещений позволяет довести предельную абсолютную погрешность этих смещений до следующих значений:

- при угле наклона вектора смещения свыше 35° — до 2 мм,
- при угле наклона между 20° и 35° — до 4 мм,
- при угле наклона между 10° и 20° — до 10 мм,
- и при угле наклона между 5° и 10° — до 20 мм,

принимая предельную абсолютную погрешность вертикального смещения равной 2 мм. Для реперов, вектор смещения которых имеет наклон к горизонту в пределах от 5° до 10° , метод корректировки позволяет устранять только грубые случайные ошибки наблюдений, так как корректировка не уменьшает величины погрешности, с которой делаются обычные работы. При угле наклона вектора смещения к горизонту, меньшем чем 5° , предлагаемый метод не применим.

Из фиг. 2 и из таблицы наблюдений видно, что в результате произведенной корректировки горизонтальное смещение репера № 30 для 6-го цикла оказалось равным 420 ± 10 мм, иными словами, горизонтальное смещение точки в 6-ом цикле было определено неправильно: абсолютная погрешность определения составила 139 мм, с помощью же прилагаемого метода корректировки эта погрешность была доведена до 10 мм.

Исправленный график обоих составляющих суммарных смещений оползневой репера представлен на фиг. 2.

Вопросы, связанные с его дальнейшей обработкой, выходят за пределы настоящей статьи.

Դ. Ի. Տեր-Սահակյան

ՍՈՂԱՆՔԱՅԻՆ ՌԵՊԵՐՆԵՐԻ ՏԵՂԱՇԱՐԺԻ ԴԻՏՄԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ ՃՇՏԵԼՈՒ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Աշխատության մեջ նկարագրվում է մի մեթոդ, որը հնարավորություն է տալիս սողանքային ռեպերների հորիզոնական տեղաշարժը ճշտելու համար օգտագործել այդ ռեպերների վերաբերյալ տեղաշարժի տվյալները, որոնք շատ ավելի ճշգրիտ են:

Այդ մեթոդը հիմնված է այն ենթադրության վրա, որ սողանքային տեղաշարժի վեկտորի թեքման անկյունը շատ փոքր չափով է փոփոխվում, երբ ռեպերի տեղաշարժը մեծ է: Կառուցվում է վեկտորի թեքման անկյան դրափիկ (նկ. 1). ռեպերի ճշգրիտ դրություները համապատասխանում է այն պայմանին, որ վերածված բացարձակ սխալների քառակուսիների գումարը լինի մինիմալ: Տեղաշարժի վեկտորի թեքման AB ուղղի վրա վերցվում է ցանկացած C կետ: Այդ կետի կոորդինատներն օգտագործվում են գումարային տեղաշարժերի գրաֆիկի վրա կառուցելու համար երկու ժամկետի դեպք՝ KM և NQ (նկ. 2): Նկարի վրա ցույց է տրված հորիզոնական տեղաշարժը՝ S_1 , եթե հայանի է նրա վերաբերյալ տեղաշարժը՝ H_1 :

ПЕТРОГРАФИЯ

Т. Ш. Татевосян

Эклогитоподобные метаморфические сланцы
Амасийского района Армянской ССР

Летом 1947 года при изучении (по заданию Геологического института АН Армянской ССР) основных и ультраосновных пород Амасийского района нами были встречены метаморфические сланцы, обогащенные гранатом. Эти сланцы обнажаются примерно в 3 км севернее районного центра, в холмистой местности, где имеются небольшие интрузивные тела основных и ультраосновных пород верхнемелового возраста. Они сопровождаются обнажениями гранатовых и роговообманково-плагиоклазовых метаморфических сланцев.

Обнажаются эти породы в виде небольшого холма г. Инак в ядре антиклинали под трансгрессивно налегающими на них туронскими вулканогенными породами. По мнению исследователей, эти метаморфические сланцы являются наиболее древними породами офиолитового пояса Армянской ССР.

Возраст их на существующих геологических картах К. Н. Паффенгольца показан как кембрийский-докембрийский, но в текстовой части ссылака относительно этого участка отсутствует.

Метаморфические сланцы по внешнему виду представляют среднезернистые, сильно рассланцованные породы темнозеленого и серо-зеленого цветов.

Темнозеленые разновидности состоят из обыкновенной роговой обманки, плагиоклаза, граната и ничтожного количества биотита, причем сильно преобладает роговая обманка, а плагиоклаз и гранат участвуют как второстепенные составные части. Все компоненты породы равномерно зернистые.

Серо-зеленоватые гранатовые (эклогитоподобные) сланцы состоят из граната, роговой обманки, кварца и полевого шпата. Гранат в этих сланцах образует крупные порфиروбласты диаметром до 2—3 см.

Темнозеленые роговообманковые сланцы на северном склоне г. Инак в привершинной части ее граничат с габбро-диоритовыми породами, состоящими из лабрадора, диопсида, энстатита и роговой обманки. Эти породы были описаны нами в очерке по петрографии Амасийского района [3].

Граница метаморфических сланцев и габбровых пород не резкая и производит впечатление постепенного перехода. С юга роговообманковые сланцы то постепенно, то резко переходят в гранатовые, более светлые разновидности с полосатой текстурой. Последние, в свою очередь, гравичат с метаморфизованными вулканогенными породами турона.

В привершинной части г. Инак сланцы прорываются сильно серпентинизированными ультраосновными породами, выступающими в виде скал среди сланцев. Возможно, что эти небольшие выходы ультраосновных пород являются отпрысками той ультраосновной интрузии, которая обнажается рядом с габброидной интрузией. Скорее же всего мы имеем здесь то обыкновенное взаимоотношение габбро и перидотита, что и почти всюду в офиолитовом поясе Армянской ССР, где габбровые и перидотитовые мелкие тела взаимно содержатся одни в других. Различие только в том, что вместо свежей габбровой массы мы имеем на г. Инак регионально измененные разности—роговообманковые сланцы, а содержащиеся в них небольшие тела перидотита переродились в серпентинит.

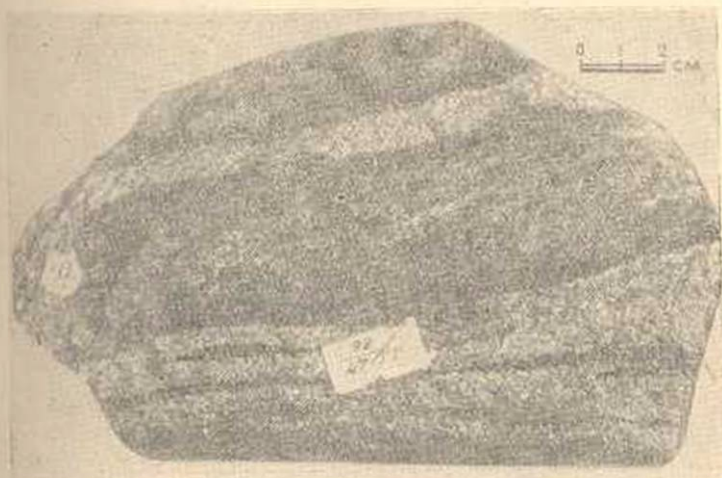
В обеих разновидностях этих сланцев ясно выражена сланцеватость, обусловленная параллельным расположением сплюснутых кристаллов роговой обманки. Порода переходит при этом в роговообманковый сланец.

Простирание слоистости сланцев широтное, с крутым падением на север. На южных и юго-западных склонах вершины Инак некоторые пачки гранатовой разновидности сланцев сильно напоминают эклогитовые породы, однако, по своему составу отличаются от них и приближаются к гранатовым роговообманковым сланцам. Гранатовые сланцы обнаруживают следующий минералогический состав: роговая обманка, гранат, кварц и небольшое количество слюды. Некоторые пачки эклогитоподобных сланцев сильно обогащены гранатом, составляющим примерно 20% объема породы. Эти сланцы местами обнаруживают полосатую текстуру, причем светлые, неравномерной мощности полосы состоят из кварца и граната (фиг. 1).

Эклогитоподобные сланцы подверглись повторному тектоническому воздействию, в результате чего образовались мелкие складки и морщинки, хорошо выраженные в полосатых разновидностях этих пород (фиг. 2). На плоскостях отдельностей этих эклогитоподобных сланцев в процессе выветривания рельефно выступают кристаллы граната, образуя грубошероховатую поверхность (фиг. 3). Размер гранатовых кристаллов в таких сланцах колеблется в пределах от 1 до 3 см. Кристаллы эти обыкновенно представлены неполно развитыми ромбическими додекаэдрами, которые иногда деформированы.

Изучение гранатовых кристаллов показало следующее. Форма кристаллов граната вполне соответствует указаниям В. И. Вернадского [1], согласно которым гранаты в метаморфических породах имеют форму ромбического додекаэдра. Грани слегка исштрихованы

и заметны следы неясной отдельности. Излом неровный, со стеклян-ным блеском. Твердость до 7, удельный вес 3,7, показатель прелом-ления 1,7—1,8. В шлифе гранат имеет винно-розовый цвет; изотропен,



Фиг. 1. Полосчатая текстура эклогитоподобного гранатового сланца, 0,4 натуральной величины.

с высоким рельефом. Заметны следы отдельности, параллельные друг другу по всему зерну граната. Контуры кристаллов большей частью округленно-изометриче-ские.

Гранатовые зерна содержат, в виде вклю-чений, единичные зерна рудного минерала или мелкую массу руд-ного вещества, которая развивается по трещи-нам граната, а также мелкие зерна кварца, до-казывающие, что эти гра-наты не магматического происхождения, а явля-ются результатом реги-онального метаморфизма габброидных пород.

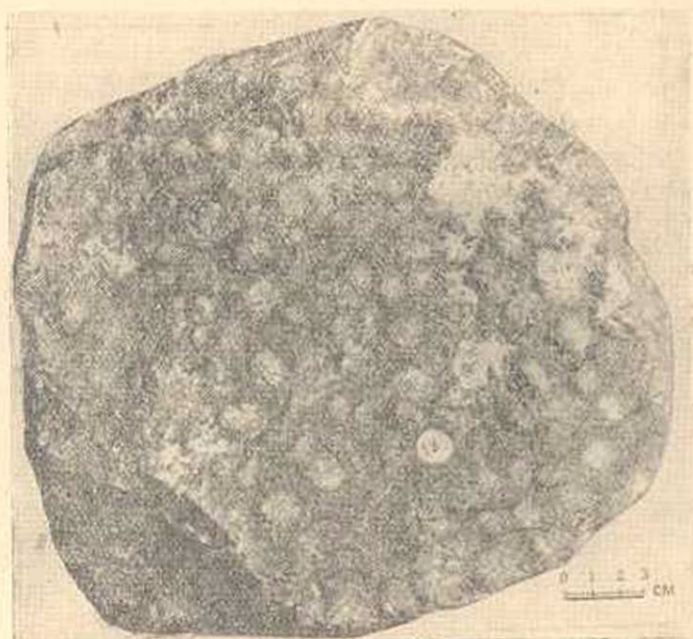
Химический состав граната (аналитик А. Пет-росян) приведен в табл. 1.

Формула минерала приведена на стр. 130.¹



Фиг. 2. Мелкие складки в полосатых разновид-ностях эклогитоподобных сланцев, 2/3 натураль-ной величины.

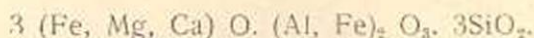
¹ При пересчете принято, что около 4—5% SiO_2 представляет примесь квар-ца в гранате.



Фиг. 3. Эклогитовообразный сланец с выступающими гранатами на поверхности, 0,4 натуральной величины.

Таблица 1

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Сумма
Вес %	40,33	19,50		6,54	23,45	3,49	6,07	99,38
мог. код.	671	191		41	325	63	150	



Анализ этот показывает, что наш гранат представлен альмандином, содержащим в виде изоморфной подмеси молекулы как пиропа, так иgrossуляра.

Перейдем теперь к микроскопическому описанию метаморфических пород.

Роговообманковые сланцы под микроскопом имеют гранобластовую структуру. Главная масса породы (80 %) состоит из удлиненно-призматических трещиноватых зерен свежей роговой обманки, размером от $1 \times 0,5$ до 2×1 мм в среднем. По оптическим константам она определяется как обыкновенная роговая обманка.

В разрезах, параллельных плоскости оптических осей, плеохроизм роговой обманки очень резкий, а именно: цвет по Ng—густой

сине-зеленый, неравномерный, по Np —светложелтый, $Ng-Np=0.020$, угол $cNg=17-18^\circ$.

В разрезах, перпендикулярных острой биссектрисе, плеохроизм четкий, окраска по Nm —слабая сине-зеленоватая, по Np —зеленовато-желтая, $2V$ в пределах $70-72^\circ$. Знак минерала отрицательный.

После роговой обманки значительное место занимают в шлифе свежие, но деформированные зерна плагиоклаза. Последний имеет невысокий рельеф, показатель преломления света несколько выше, чем показатель канадского бальзама; оптический знак положительный; $2V$ около 70° . Угол максимального симметричного погасания определен на Федоровском столике ускоренным методом, и получено значение $cNp=23^\circ$ в зоне $\perp (010)$. Все это позволяет отнести плагиоклаз к андезину.

Помимо плагиоклаза в породе имеются и зерна кварца, которые вместе с роговой обманкой включены в плагиоклазовые зерна. Наблюдается также и обратное явление, когда крупные зерна кварца содержат мелкие включения плагиоклаза. Кварцевые зерна заполняют промежутки между кристаллами роговой обманки.

Из второстепенных минералов встречается бесцветный циюзит в виде мелких, удлинённых, часто бесформенных зерен и в виде включений в роговой обманке или в кварце. Циюзит обнаруживает следующие свойства: рельеф высокий, погасание прямое, удлинение по Nm , плоскость оптических осей перпендикулярна удлинению, интерференционные окраски первого порядка и аномальные, $Ng-Np=0.012$, $2V=40-56^\circ$, дисперсия не заметна.

Химический состав роговообманкового сланца и габброидных пород в контакте с этими сланцами приведен в табл. 2. Сопоставление этих анализов показывает значительное сходство химического состава габбро и сланцев. Некоторая разница в содержании SiO_2 может объясняться отбором породы (на химический анализ был дан не средний, а случайный образец.)

Эклогитоподобные гранатовые сланцы под микроскопом имеют следующий состав: гранат, роговая обманка, кварц и сильно плеохроничный биотит без плеохроничных дворинок. Главную роль играют роговая обманка и гранат, которые подробно описаны выше. Структура этой разновидности амфиболитов порфиробластическая; порфиробласты представлены гранатом.

Касаясь вопроса о генезисе вышеописанных пород, можно, исходя из вышеприведенного описания, сделать следующие выводы.

1. Метаморфические породы Амасийского района на участке распространения основных и ультраосновных пород являются результатом динамо-метаморфизма габброидных пород. Это подтверждается: а) явным сходством химического состава габброидных пород и сланцев и б) почти совершенной чистотой граната.

Здесь имеется в виду указание П. Эскола [4] и других, что

Таблица 2

№№ Обр.	Обр. 83		Обр. 92		Обр. 416		Обр. 417	
	вес %	мол. кол.	вес %	мол. кол.	вес %	мол. кол.	вес %	мол. кол.
SiO ₂	44,80	746	55,34	921	48,76	811	40,64	675
TiO ₂	0,40	—	—	—	0,30	004	—	—
Al ₂ O ₃	19,79	194	22,77	224	18,34	179	20,22	198
Fe ₂ O ₃	5,15	033	5,05	031	7,36	046	10,38	035
FeO	7,41	133	6,95	096	—	—	—	—
CaO	13,02	232	56,0	100	13,31	238	18,35	329
MgO	9,20	230	2,46	063	7,75	194	7,20	180
Na ₂ O	—	—	—	—	0,22	003	0,40	—
K ₂ O	—	—	—	—	0,98	010	—	—
H ₂ O	—	—	0,18	078	—	—	14,0	078
Сумма	99,77	1568	100,65	1513	99,02	1485	98,59	1495

Примечание: Обр. 83. Роговообманковый сланец с ничтожным содержанием плагиоклаза.

Обр. 92. Гранатовый эклогитоподобный сланец.

Обр. 416. Среднезернистое габбро.

Обр. 417. Экзиститово-роговообманковое габбро, слегка измененное.

гранаты, возникшие за счет осадочных образований, постоянно содержат мелкие включения других минералов.

2. Д. С. Коржинский [2], затрагивая проблему эклогитов, приводит установленный Эскола факт, что в докембрийских кристаллических щитах эклогиты отсутствуют и что, наоборот, они встречаются лишь среди послекембрийских метаморфических толщ, особенно же часто — в альпийских складчатых комплексах. Приводя дальше ряд других геологических критериев, Коржинский приходит к выводу, что эклогиты приурочены к геологическим комплексам умеренной глубинности и отсутствуют в наиболее глубинных комплексах.

Наши наблюдения относительно геологической обстановки описываемых амфиоболитов говорят в пользу взгляда Коржинского, и нам представляется, что вышеописанные эклогитоподобные метаморфические сланцы Амасийского района скорее имеют гипабиссальное происхождение и приподняты последующими горообразовательными движениями, а также интрузией ультраосновных пород.

3. Наблюдаемые местами постепенные переходы габброидных пород к метаморфическим сланцам, а также сравнительно малозначительные габброподобные области и участки в пачках сланцев, также подтверждают происхождение сланцев за счет габброидных пород.

4. Кембрийский-докембрийский возраст вышеописанных пород в настоящее время нельзя считать доказанным. Скорее можно думать, что описанные нами эклогитоподобные сланцы Амасийского района

имеют третичный возраст и являются результатом интенсивного диамагматермального метаморфизма верхнемеловых габброидных пород.

Институт геологич. наук
АН Армянской ССР

Поступило 14 II 1951

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вернадский В. И. и Курбатов С. М.—Земные силикаты, алюмосиликаты и их аналоги, 1937.
2. Коржинский Д. С.—Факторы минеральных равновесий и минералогические фации глубинности. Тр. ИГН АН СССР, вып. 12, 1940.
3. Татевосян Т. Ш.—К петрографии основных и ультраосновных пород Амасийского района Арм. ССР. Изв. АН Арм. ССР (физ.-мат., естеств. и техн. науки) III, № 2, 1950.
4. Эскола П.—Минеральные фации горных пород, 1936, Ленинград. Машинопись. Переводы по геологии и полезным ископаемым. НКТП, Главное геологическое управление, Центральная геологическая библиотека, Информационно-массовый сектор.

Թ. Շ. Թադևոսյան

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԱՄԱՍԻԱՅԻ ՇՐՋԱՆԻ ԷԿԼՈԳԻՏԱՆՍԱՆ ՄԵՏԱՄՈՐՓԱՅԻՆ ԹԵՐԹԱՔԱՐԵՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

1947 թ. տմոսնը Ամասիայի շրջանում մերկացող գերհիմքային ապսոնների ինտրուզիաների ուսումնասիրության ժամանակ Ինակ-սար կոչված վայրում մենք հանդիպեցինք դրանատներով հարուստ մետամորֆային թերթաքարերի, որոնց առաջին անգամ նկատել է Կ. Ն. Պաֆֆենհոլցը, և որն այդ ապսոնների հասակը իր կազմած դեոլոգիական քարտեզների վրա ցույց է տվել որպես կեմերյան-մինչկեմերյան:

Նկարագրվող թերթաքարերը մերկանում են Ամասիայի շրջանի Դաշ-քյոթի գյուղից 3 կմ դեպի հյուսիս, Ինակ-սար բլուրի գագաթում և կազմում են անտիկլինալի միջուկային մասը: Թերթաքարերը տրանսգենիվ կերպով պատած են տուրոնի հրաբխածին ապսոններով:

Արաաքին տեսքով այդ թերթաքարերը միջառաիկ, կանաչավուն, խիստ շերտավորված ապսոններ են և ներկայացված են երկու ենթատեսակներով, այն է՝

ա) մուգ-կանաչավուն, բազկացած սովորական հորնբլենտից, պլազի-ակազից, բիոտիտի ու դրանատի աննշան քանակություներից:

բ) բաց-կանաչավուն, էկլոգիտանման դրանատային թերթաքարեր՝ բազկացած հորնբլենտից, դրանատից, կվարցից, գաշտային չպատից և փայլարի աննշան քանակություներից:

Այս վերջին տեսակի թերթաքարերում դրանատի քանակություներ կազմում է ապսոնի մասայի շուրջ 20 տոկոսը, Դրանատը ներկայացված է ալմանդինի պարֆիրոբլատիկ բյուրեղներով: Բյուրեղների չափերը տատանվում են 1—2 մմ մինչև 2—3 մմ:

Մետամորֆային թերթաքարերի շերտավորման հարթությունն ունի գրեթե ուղղաձիգ անկում, աննշան թեքված լինելով դեպի հյուսիս, իսկ տարածման ուղղությունն է արևելքից-արևմուտք:

Դեպի հյուսիս թերթաքարերն աստիճանաբար անցնում են վերին կավձի հասակ ունեցող դարբոններին: Անցման աստիճանականությունը պարզ չի գիտվում՝ լանջերը գելուվիալ առաջացումներով պատված լինելու հետևանքով, բայց թերթաքարերի մեջ հանդիպում ենք ալիպիսի մասերի, որոնք համեմատաբար քիչ են փոփոխված և հիշեցնում են հարևան դարբոնները:

Ինակ-սարի զազաթային մասում թերթաքարերը պատվում են սերպենտինացված գերհիմքային ապառների ելքերով:

Բնությունն առնելով նկարագրվող թերթաքարերի տեղադրման պայմանները, քիմիական ու միներալոգիական կազմը և այն համեմատությունն մեջ դնելով հարևան հիմքային, դարբոնային ապառների հետ՝ թերթաքարերի գեներացիայի ու հասակի մասին հանգում ենք հետևյալ եզրակացությունների՝

1. Ամասիայի շրջանի մետամորֆային թերթաքարերը հանդիսանում են այդ շրջանի վերին կավձի հասակի դարբոնների զինամոտերմալ մետամորֆիզմի հետևանք: Այդ ենթադրությունը հաստատվում է՝ ա) թերթաքարերի տեղադրման պայմաններով և փոխադարձ հարաբերությամբ, զեպի դարբոնները, բ) դարբոնների ու թերթաքարերի քիմիական կազմի որոշակի նմանությամբ, և գ) թերթաքարերում գտնվող գրանատների զգալի մաքրությամբ:

Մենք այստեղ նկատի ունենք Պ. Էսկուլայի այն դիտողությունը, որ նստվածքային ապառների մետամորֆիզմից առաջացած գրանատները առվորաբար պարունակում են զանազան միներալների ներփակումներ. մեզ մոտ գրանատներում եղած ներփակումները ներկայացված են այն պաղիոկլադների բեկորներով, որոնցից նրանք առաջացել են:

2. Համեմատության մեջ դնելով մեր կողմից ուսումնասիրվող թերթաքարերը Դ. Կոբեինսկու և Պ. Էսկուլայի ուսումնասիրած նմանօրինակ ապառների հետ, և նկատի ունենալով մեր կատարած դաշտային դիտողությունները, գալիս ենք այն եզրակացության, որ Ամասիայի մետամորֆային թերթաքարերն ունեն կիսախորքային առաջացում և վեր են բարձրացել լեռնակազմական պրոցեսների հետևանքով:

3. Ամասիայի մետամորֆային թերթաքարերն, ըստ երևույթին, ոչ թե կեմբրի-միլնզեմբրի հասակն ունեն, այլ հետևանք են վերին կավձի հասակի դարբոնների զինամոտերմալ մետամորֆիզմի, որ տեղի է ունեցել երրորդական դարաշրջանում: Թերթաքարերի դարբոններից առաջացած լիսեյն ապացուցվում է այդ ապառների ինչպես քիմիական կազմի նմանությունը, նույնպես և տեղադրման պայմաններով և թերթաքարերից դեպի դարբոններն աստիճանաբար անցնելու փոխհարաբերությամբ:

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

Н. О. Бурчак-Абрамович

Череп первобытного быка—тура *Bos primigenius* Boj
 (из Армении)

Остатки ископаемых быков в пределах Закавказья, да и вообще Кавказа, по количеству видов могут быть сравниваемы лишь с таким классическим средоточием множества видов ископаемых быков, как Северная Индия. Последняя считается древним очагом формирования главных стволов подсемейства Bovinal. Самая недавняя находка древнего нижне-плиоценового быка (*Urmibos azerbaijanicus mihi*) из района озера Урмии (с. Кюртевиоль), по высоте организации затылочной области уже стоящего близко к настоящим быкам рода *Bos*, значительно расширяет ареал древнейшего распространения быков вплоть до Закавказья.

В пределах Закавказья до сих пор известны:

1. Вышеупомянутый *Urmibos azerbaijanicus mihi*, найденный у с. Кюртевиоль (к востоку от озера Урмии). Описан по фрагменту задней части черепа [12].
2. *Bos Mastan-zade mihi*. Битумы окр. с. Бинагадов на Апшеронском полуострове (вюрм). Хорошо выраженный вид первобытного быка, родственник ископаемому индусскому *Bos namadicus* Falc.
3. Типичный первобытный бык-тур (*Bos primigenius* Boj). В пределах Закавказья обильно представлен в битумах с. Дигя (Кирмаку) на Апшеронском полуострове (в 4 км к востоку от с. Бинагады). Геологически битумы с. Дигя моложе бинагадинских. Таким образом, здесь мы наблюдаем интересную смену во времени 2-х видов ископаемых быков—более древнего бинагадинского *Bos mastan-zade*, более молодым *Bos primigenius* Boj.

Кроме Апшерона *Bos primigenius* Boj в Закавказье пока известны лишь из 2-х пунктов Армении (см. ниже).

4. В самое последнее время С. К. Даль [14] нашел на западном берегу озера Севан у мыса Сарикая в вымытом состоянии фрагмент черепа карликового первобытного быка-тура типа *Bos cf. minutus* Malsb.

5. Л. А. Авакян [2] описал огромный череп *Bos primigenius* Boj, принадлежащий „делювиальномутуру“ (*Bos frochoceros* Mayer). Череп происходит из песчаных карьеров с. Эйлас. Это первая находка *Bos trochoceros* в нашем Союзе, если не считать описанного В. И. Гро-

мовой [8, стр. 328] фр. черепа неизвестного происхождения (*Bos trochoceros?*), хранящегося в музее ВСЕГЕИ в г. Ленинграде.

6. Празубр (*Bison priscus* Boj.). Фрагментарные остатки празубра в Закавказье не часты. В верхне-палеолитических пещерных стоянках Западной Грузии и Черноморского побережья остатки быков, точно не определенных (*Bos* sp.), известны из Ахштырской пещеры возле г. Адлера, пещеры Сакаджия и Мгвимеви в Имеретии. Только в верхне-палеолитических культурных слоях пещеры Гварджилас-Клде найдены несомненные остатки древнего зубра (*Bison priscus* Boj.). В самое последнее время кости *Bison priscus* Boj. констатированы в Зуртакетской пещерной стоянке по р. Кции (Цалка, Грузия), вместе с остатками *Equus caballus* L., *Equus (asinus)* sp., *Ovis cf. orphion* Blyth. Достоверных остатков тура (*Bos primigenius* Boj.) в палеолите СССР не найдено. Повидимому и все неопределенные до вида быки из палеолита Закавказья принадлежат какой-то форме бизона, а не тура.

К очень интересным находкам относится изолированный левый рог мелкого празубра *Bison* sp., происходящий из зеленоватых суглинков апшеронского яруса (верхний плиоцен) с. Кушчи (Западный Кабристан) в Азербайджане. Эта единственная для Азербайджана находка празубра является вообще древнейшей во времени для рода *Bison* [15] в нашем Союзе.

В Армении пока известна лишь одна находка фр. черепа *Bison bonasus* aff. *major* Hilzh. из поселка Севан [8], происходящая из новых отложений (бронзовой или даже ассирийской эпохи). В литературе существует [5] упоминание о *Bison priscus* Boj. из г. Ленинакана, найденных вместе с *Cervus megaceros*, *Elephas armeniacus* Falc., лошадью, оленями и др. видами, но остатков ископаемых быков среди палеонтологических материалов из г. Ленинакана, хранящихся в Ереване (Ин-т геологических наук Армении), нами не обнаружено.

На Северном Кавказе большое количество костей *Bison priscus* Boj. найдено в Ильской палеолитической стоянке [9, 10, 11], относящейся к культуре мустье или солютре. Остатки *Bison priscus deminutus* W. Gromova и *B. priscus* cf. *longicornis* W. Gromova известны из карьера Гирей и ж.-д. ст. Кавказской, находящихся в песках вюрмского и более древнего возраста.

На р. Псекупсе у станицы Бакинской найден фр. черепа быка, предварительно определенного как *Leptobos* sp. [10]. Эта интереснейшая находка пока не описана. Относится она к комплексу "псекупской фауны" самых низов квартала или даже слоев верхнего плиоцена. Тут же был найден череп *Bison* sp. с очень короткими и массивными рогами, но уже в более молодых слоях.

Bison priscus deminutus W. Gromova известен из вулканических пеплов и галечников 1-й надпойменной террасы вюрмского времени по р. Тереку у г. Моздока.

В 141 году был найден скелет какого-то ископаемого быка (*Bos sp.*) вместе с костями верблюда и оленя в аллювии р. Егорлика. Неполный череп *Bos sp.* был найден в 1928 году Вассоевичем Н. [6] на Кизилташском лимане Таманского полуострова в конгломератах т. н. натухаджского горизонта (ниже—куяльницкие отложения).

На Северном Кавказе достоверные остатки первобытного быка (*Bos primigenius* Boj) нам не известны. Повидимому, там тур, если и жил, то лишь в послеледниковое время. В противоположность этому в Закавказье тур найден не только в верхне-четвертичных, но, возможно и в среднечетвертичных отложениях. В Передней Азии остатки тура найдены в палеолите Палестины. Изображения тура известны в древнем Вавилоне, Сирии, Египте и др. странах к югу от СССР.

В пределах Армении до сих пор известны лишь две находки черепов типичных первобытных быков-туров:

1. Фрагмент мозговой части черепа с роговыми стержнями еще не вполне взрослого животного, происходящий из с. Баяндур, вблизи г. Ленинакана. Хранится в ЗИН (Ленинград) за № 11138. Находка до 1917 г. Описан В. И. Громовой [8, стр. 316—317, табл. III, фиг. 1 и табл. V, фиг. 4].

2. Описываемый в настоящей статье фрагмент черепа из окр. г. Ленинакана.

Описание фрагмента черепа *Bos primigenius* Boj

Описываемый череп происходит из окр. г. Ленинакана. Череп был найден при земляных работах 12 июня 1907 года. Хранится в археологическом отд. Гос. музея Грузии. По инвентарной книге геолог. отд. Гос. музея Грузии коллекция № 9, эксп. № 1 (в старом каталоге Кавказского музея № 33—07). От черепа сохранилась затылочная область с участком лба до уровня его наибольшего сужения. У обоих роговых стержней даже остались вершины с их тупым окончанием. Левая (вентральная) часть затылочной чешуи отсутствует. В пустотах черепа еще сохранилась желтовато-серая песчанисто-глинистая порода, в которой находился череп, а в затылочном отверстии осталась засохшая и затем затвердевшая эта же порода, в которую включена хорошо обглаженная галька со слабо блестящей поверхностью темносерого и буроватого цвета, размерами до 2×3 см (5×3 см). Поверхность большей части костей черепа на своих выступающих частях отполирована до блеска. Нынешнее фрагментарное состояние череп несомненно приобрел еще до отложения в вышеописанную галечниково-аллювиальную породу. Об этом свидетельствует заглаженность до блестящей полировки краев костей по линии перелома.

Череп принадлежит вполне взрослому животному, хотя швы височной области еще видны. Слабо заметен и срединный фронталь-

ный шов (за исключением задней части его). Довольно хорошо развит жемчужный венчик. Лобная поверхность черепа широкая, вогнутая в своей срединной части. Благодаря этому сохранившаяся часть лобной поверхности кажется вогнутой как в продольном, так и в поперечном сечениях.*



Фиг. 1. Фото черепа с фронтальной поверхности. Меньше $\frac{1}{2}$ натурального размера.



Фиг. 2. Фото черепа с затылочной поверхности. Около $\frac{1}{2}$ натурального размера.

Вдоль срединной сагиттальной линии (шва) тянется продольный, низенький валик (шириною около 15 мм). Последний, начинаясь приблизительно на расстоянии около 70 мм от межрогового гребня, тянется кпереди через середину вогнутости лба, деля ее на две равные части (фиг. 5). Валик, следуя вогнутости поверхности лобной кости черепа, также вогнут сагиттально. Длина сохранившейся части валика около 100 мм. Эта величина более или менее соответствует его настоящим размерам, т. к. оральный оборванный конец сохранившейся части валика уже слабо заметен в рельефе и близок к своему исчезновению. Размеры правого (и левого, одинакового с ним) понижения лба: сагиттальная длина около 145 мм, ширина около

* При описании череп нами ориентируется в горизонтальном положении.

43 мм в задней половине и около 75 мм в передней, более мелкой половине. В вышеупомянутом понижении медиальный склон является более крутым и коротким (ширина около 5 мм) по сравнению с латеральным. Относительно более крута средняя часть латерального склона, тогда как передняя и задняя части латерального склона являются вообще наиболее пологими.

Участок лобной поверхности, прилегающей к лобному стебельку, слабо выпуклый в передне-заднем направлении. Задняя часть лобной поверхности, прилегающая к межроговой линии, покрыта мелкими продолговатыми ямками и разделяющими их бугорочками и валиками. Вообще вся лобная поверхность в большей или меньшей степени покрыта мелкими неровностями, штрихами и бороздочками.

Надглазничная борозда не доходит до основания роговых стержней приблизительно на 30 мм. В сохранившейся задней части ее тянется длинный (около 23 мм вдоль борозды) костяной мостик. Впереди от него расположено надглазничное отверстие размерами 10 мм × 8 мм (левое). На правой — эта часть борозды дефектна. Перед отверстием находится разорванный костяной мостик, длиной около 7 мм. Задняя часть лобной поверхности (от уровня срединной оси роговых стержней) почти плоская в поперечном направлении без выступания кверху и слегка выпукла в продольном.

При общем взгляде на лобную поверхность бросается в глаза значительная вогнутость ее и весьма большая относительная ширина.

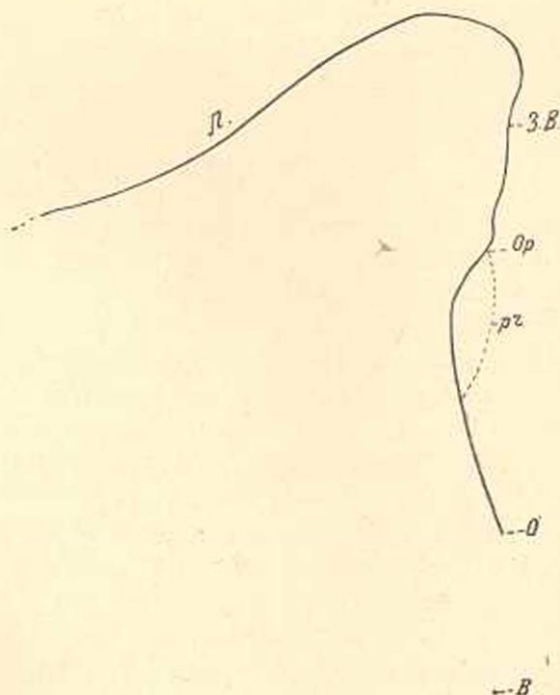
Межроговая линия широкая, почти прямая, со слабо выраженным рельефом, так как на ней лишь в весьма незначительной степени развито понижение, прилегающее к основанию рогового стержня (длина около 70 мм) и срединная более возвышенная часть длиной около 100 мм. Вышеупомянутая срединная часть межроговой линии почти прямая, с едва заметным понижением в сторону срединной сагиттальной линии (фиг. 4).

Затылочный валик развит нормально (фиг. 3). Срединная вогнутость относительно небольшая. Поперечная ширина этой вогнутости около 115 мм. Сагиттальная длина ее простирается почти на всю длину валика (около 60 мм). *Linea nuchalis superior* хорошо выражена. Выпуклость ее дуги, обращенная кверху, относительно незначительная (не крутая). Склон от *Linea nuchalis superior* к понижению затылочной чешуи имеет наибольшую длину (сагиттально) у бокового края *protuberantia occipit externa* — около 20 мм. Крутизна этого же склона до 45—50°. *Protuberantia occipitalis externa* имеет форму равностороннего треугольника с боковыми сторонами длиной около 52 мм и верхним основанием около 40 мм. Границы *protuberantia occipitalis externa* ясные, но не резкие. Поверхность *protuberantia occip. ext.* вогнута в сагиттальном направлении и округло-выпукла в поперечном. Вдоль срединной сагиттальной линии ее тянется низенький гребень, который книзу продолжается на чешую затылочной кости и не доходит до *foramen magnum* приблизительно на 25 мм.

Поверхность *protuberantia occip. externa* мелко-бугорчатая и ямчатая. Наиболее высокий участок *linea nuchalis superior* находится чуть ниже уровня средней оси роговых стержней.

Чешуя затылочной кости более или менее плоска, образует почти на всю ширину углубление с приподнимающимся склоном к латеральным краям. Мелкие неровности и бугорки разнообразят ее поверхность.

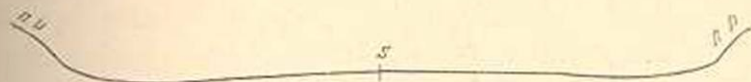
Роговые стержни отличаются (фиг. 1, 2, 6) значительной изогнутостью внутрь и довольно большой массивностью (см. табл. индексов). Вершины затупленные. Довольно значительное опускание вперед. Сильная сплюснутость роговых стержней при основании их. Поверхность стержней покрыта продольными бороздками, развитыми со всех сторон рогового стержня. Наиболее длинные продольные борозды тянутся вдоль передней поверхности (у основания рога) и затем, постепенно спирально изгибаясь, выходят на верхнюю поверхность. Эти борозды не доходят до вершины рога приблизительно на 98 мм. Борозды задней и нижней поверхности более короткие, так как начинаются дистально от основания рогового стержня приблизительно на 60—65 мм и не доходят до вершины приблизительно на 200—250 мм. Средняя длина их около 150—160 мм (по прямой линии), глубина около 2—3 мм, ширина около 7 мм.



Фиг. 3. Продольный профиль черепа по срединной линии. $\frac{1}{4}$ натурального размера.

Жемчужный венчик выражен хорошо. Ширина его на верхней поверхности лба около 28 мм. Кзади ширина постепенно уменьшается.

и на затылочном гребне сходит на нет. Венчик образован из неправильных бугорков округлой и продолговатой формы с разделяющими их углублениями и ямками. Медиальная граница с лобной поверхностью неровная, но ясная, образованная сочетанием бугорков. В сторону роговых стержней жемчужный венчик поднимается и постепенно переходит в собственно роговой стержень. Граница (латеральная) выражена рядом крупных округлых бугорков. Линия, разделяющая височную впадину от собственно лобной поверхности, округленная, не резкая.



Фиг. 4. Поперечный профиль черепа по межроговой линии. $\frac{1}{2}$ натурального размера.

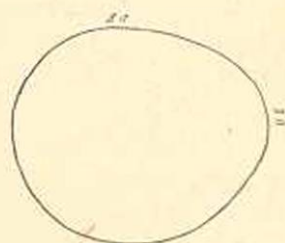


Фиг. 5. Поперечный профиль черепа на уровне нижнего основания роговых стержней.

Принятые сокращения к фиг. 3—6.

B—Basion, O—Opisthion, Op—Opisthocranion, ЗВ—Затылочный валик, рг—Protuberantia occipitalis externa, Л—лобная поверхность черепа, ВП—Верхняя поверхность рогового стержня, S—Срединная сагиттальная линия черепа, ПР—Правый роговой стержень, ЛР—Левый роговой стержень.

Описываемый фрагмент черепа первобытного быка из г. Ленинакана по своему размеру и особенностям строения приближается к нормальному, но весьма значительной величины экземпляру. Он несколько превосходит по размеру экземпляр из с. Баяндур, что вполне объясняется их различиями в возрасте. Оба самцы. Первый принадлежит взрослому самцу, второй более молодому (Semiadultus) с еще хорошо заметными швами лобно-теменной и височной областей. По некоторым промерам, напр., наименьшей ширине лба, череп из г. Ленинакана почти достигает крайних максимальных пределов для *Bos primigenius* Boj. (у нашего экземпляра 250 мм, у *Bos primigenius* Boj., по данным В. И. Громовой, колеблется в пределах 213—256 мм).



Фиг. 6. Поперечное сечение левого рогового стержня через основание. $\frac{1}{2}$ натурального размера.

Наименьшая ширина затылка (262 мм) у тура из г. Ленинакана даже превосходит все известные из литературы колебания этой величины у *Bos primigenius* (178—257). По остальным промерам, воз-

можным на нашем фрагменте, он укладывается в пределы варирования этих промеров у *Bos primigenius* (см. В. Громова, 8). Основная длина черепа тура из окр. г. Ленинакана, высчитанная по методу В. И. Громовой [8, стр. 331] достигает 595 мм, т. е. и здесь этот череп превосходит все известные в литературе для *Bos primigenius* величины [496—593]. У фрагмента черепа *Bos trochoceros* Mayer из с. Эйласа (окр. г. Еревана) основная длина черепа, высчитанная по этому же способу, достигает величины 628,8 мм. Нам не известны геологические условия находки черепа первобытного быка из г. Ленинакана. Может быть и его следовало бы отнести по геологическому возрасту к форме, приближающейся к *Bos trochoceros*, но только к экземплярам относительно небольшого размера.

В ы в о д ы

1. Описываемый в настоящей статье фрагмент черепа первобытного быка (*Bos primigenius* Boj) из окр. г. Ленинакана (мат. Гос. музея Грузии) принадлежит взрослому самцу (♂ ad) типичного экземпляра весьма крупных размеров. По некоторым промерам он даже выходит за крайние максимальные пределы, известные в литературе для *Bos primigenius* Boj, и в этом отношении приближается к геологически более древнему *Bos trochoceros* Mayer.

2. В составе четвертичной фауны Армении до сих пор известны следующие виды ископаемых быков:

I. *Bos trochoceros* Mayer (1 фр. черепа с. Эйлас. Вюрм?).

II. *Bos primigenius* Boj (1 фр. черепа с. Баяндур; 1 фр. черепа г. Ленинакан). Геологические условия первой находки не известны. Второй предположительно миндель-рисс(?), но вероятно более позднего возраста.

III. *Bos cf. minutus* Malib. Карликовый тур (1 фр. черепа. Западное побережье озера Севан. Геологические условия не уточнены. Донные отложения оз. Севана).

IV. *Bison bonasus* aff. *major* Hiltzh. (1 фр. черепа с. Севан. Эпоха бронзы или даже позже).

V. *Bos* sp. (побережье оз. Севан. Донные отложения озера. Находка С. К. Даля).

3. В составе четвертичной фауны окр. г. Ленинакана (Казачий пост) до сих пор достоверно констатированы [1] нижеследующие виды ископаемых млекопитающих: *Elephas trogontherii* Pohl., *Rhinoceras merckii* Jaly., *Camelus knoblochi* Nehring, *Equus cf. stenonis* Cocchi, *Cervus* sp., и описываемый в настоящей работе *Bos primigenius* Boj., хотя в отношении черепа *Bos primigenius* и неизвестно в каких отложениях и в каком именно пункте окр. г. Ленинакана он был найден, но нужно полагать, что и он происходит из тех же песчаных карьеров, где впоследствии была собрана богатая коллекция костей чет-

Таблица промеров

Характер промеров в мм. Пример 1—19 по В. И. Громовой [8]	Bos primigenius Boj. staniun	Bos primigenius	Bos primigenius	B. trochoceras
		г. Ленин- град, Гос- музей Грузии	с. Бани- дур, кол. ЗИН АН СССР № 1113, по В. Гро- мовой [8]	с. Эдлас окр. Еревана, Ин-т геол. наук АН Арм. ССР
1 Наименьшая ширина лба		250 мм	ок. 240 мм	250 мм
2 Ширина лба на межроговом гребне		257	250	276
3 Наименьшая ширина затылка		262	249,5	232
4 Наибольшая высота затылка		228	219	24
5 Наименьшая высота затылка		178	168	205
6 Ширина затылочного валика		77	78	105
7 Обхват стержня у основания		357	315	467
8 Высота затылочного валика		24	19	52
9 Наибольший поперечник основания стержня		127	100	167
10 Наименьший поперечник основания стержня		106	91	119
11 Прямая длина стержня		375	375	397
12 Длина стержня вдоль большой кривизны		ок. 660	633	780
13 Расстояние между концами стержней		547	ок. 802	ок. 750
14 Наибольшее расстояние между большими кривизнами		821	892,5	1030
15 Расстояние вершин стержней от лба		334	277	326
16 Расстояние вершин стержней от межрогового гребня		180	123	174
17 Захождение стержней за линию межрогового гребня		28	32	50
18 Угол наклона стержней к затылку		$\leq 125^\circ$	$\leq 123^\circ$	$\leq 110^\circ$
19 Угол между лбом и затылком		$\leq 55^\circ$	—	$\leq 42^\circ$
20 Наибольшая ширина между латеральными краями затылочных мыщелков		123	—	148
21 Ширина foramen magnum на границе передней и задней частей затылочных мыщелков		40	—	—
22 Наименьшая передняя ширина foramen magnum		35	—	—
23 Наибольшая передняя ширина foramen magnum		48	—	53
24 Наименьшая ширина foramen magnum у заднего края		18	—	—
25 Передне-задний диаметр foramen magnum по средней сагиттальной линии		50	—	—
26 Ширина basioccipitale через латеральные края передних бугров		76	—	—
27 Наименьшая ширина basioccipitale		42	—	—
28 Длина затылочного валика вдоль средней сагиттальной линии		72	—	—

вертикальных млекопитающих. Геологический возраст ленинаканской фауны определяется [1] как доминдель и миндель-рисс, но несомненно в ней есть элементы смешивания представителей разного возраста, как более древних (*Equus cf. stenopsis*), так и более поздних (некоторые зубы слона тронхерия, приближающиеся уже к *Elephas trogontherii primigenius*). К таким более поздним элементам, повидимому, должен быть отнесен и череп *Bos primigenius* Boj. Упоминаемые в литературе отсюда же остатки *Ursus spelaeus* [13], *Equus caballus* [4], *Cervus elaphus marai* Ogilby [4, 5], *Megaceros hibernicus* [4, 5, 13], *Bos (Bison) priscus* [4, 5] остаются недоказанными за отсутствием фактического материала. Интересно то, что *Bos primigenius* из Ленинакана уже упоминается Х. Самуэляном [13]. Ископаемый слон из Ленинакана определялся то как мамонт [13], то как *Elephas armeniacus* Falc. [4, 5]. Абиш Г. [16] еще в 1899 году указывал для окр. Ленинакана остатки мастодонтов, оленей и каких-то ближе неопределенных жвачных. Находка в окрестностях г. Ленинакана мастодонта сомнительна. Повидимому это были остатки ископаемых слонов. Абиш Г. не указывает какие остатки мастодонтов были найдены (определения костей—акад. Брандта). По костям же скелетов различение мастодонтов и слонов часто бывает весьма затруднительно и во многих случаях невозможно, если одновременно не сохранились зубы.

И н д е к с ы

	По в. И. Громовой [8]	<i>B. primigenius</i> г. Ленинакан	<i>B. primigenius</i> с. Баяндур	<i>B. trochoceras</i> сел. Эйлац
1	Индекс I: степень загиба стержней (11:12 в %)	50,6	59,2	50,9
2	Индекс II: массивность стержня (17:12 в %)	54,0	49,7	59,8
3	Индекс III: крутизна подъема стержня (в мм на 1 см длины стержня)	5,0	4,2	4,2
4	Индекс IV: сплюснутость стержней у основания (10:9 в %)	88,0	88,4	71,2
5	Индекс V: степень загиба концов стержней внутрь (14—13)	274	—	280

Поступило 22 II 1951

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Авакян Л. А.—История находок ископаемых четвертичных млекопитающих Армении. Изв. АН Армянской ССР, т. 1, № 1, Физ.-мат., ест. и техн. науки, 1948.
2. Авакян Л. А.—Первобытный бык (*Bos primigenius* Boj) в Армении. Изв. АН Армянской ССР, № 9, Естественные науки, стр. 59—65, 1945.
3. Богачев В.—Первобытный бык на Апшеронском полуострове. Изв. Азерб. политехн. ин-та, № 1, 1925.

4. Богачев В.—Картины первобытной природы Аншерона (Бинагады). 1940.
5. Богачев В.—Палеонтологические заметки. Труды АзФАН, геологич. серия, т. IX/39, 1938.
6. Вассович Н.—Капустина балка (Таманский полуостров). Азерб. нефт. хоз-во, № 8—9, с. 20, 1929.
7. Гилловский В., Панов Д.—Природа Ставрополя, кн. 1, стр. 35, 1945.
8. Громова В. И.—Первобытный бык или тур (*Bos primigenius* Boj) в СССР. Ежегодн. Зоол. музея, XXXII, 1931.
9. Громова В. И.—К истории фауны млекопитающих Кавказа. Известия АН СССР, серия биол. № 5, 1948.
10. Громова В. И.—Краткий систематический и стратиграфический обзор четвертичных млекопитающих. Акад. В. А. Обручеву—княгидесятилетию научной и педагогической деятельности, т. II, стр. 175.
11. Громова В. И.—Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР. Труды Ин-та геол. наук, вып. 64, геологич. серия (№ 17), стр. 36—431, 1944.
12. Бурчак-Абрамович Н. О.—Новый представитель ископаемых быков Таурина в гиппарионовой фауне Мараш (*Urtiabos azerbaijanicus* Bur. gen et sp. nov.). Доклады АН СССР, т. XX, 3, 1950.
13. Մանուկյան Խ. Հին Հայաստանի կենդանիների 1 հատր, Երևան, 1931.
14. Даль С. К.—Карликовый тур доинных отложений озера Севан. Доклады АН Армянской ССР, т. XI, № 4, 1950.
15. Бурчак-Абрамович Н. О.—Находка древнего бизона (*Bison* sp.) в аншеронских отложениях (верхний палеоцен) Азербайджана. Доклады АН Азерб. ССР, т. V, № 11, 1949.
16. Абул Г.—Геология армянского нагорья. Западная часть, 1899.

Ն. Օ. Բուրչակ-Աբրամովիչ

ՆԱԽՆԱԴԱՐՅԱՆ ԷԶԻ—ՏՈՒՐԻ (*Bos primigenius* Boj) ԳԱՆԳԸ (ԳՏՆՎԱԾ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ)

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Տվյալ աշխատությունը վերաբերում է նախնադարյան եղի—տուրի դանդի նկարագրմանը: Դանդը դանվել է 1907 թ. Հայաստանում, Գյումրի գյուղում (Լենինական քաղաքի շրջակայքում): Հայտնաբերման վայրի գեոլոգիական պայմանները պարզված չեն:

Իր կրանիոլոգիական հատկանիշներով նկարագրվող դանդը, բնականորեն առումով, համապատասխանում է տիպիկ *Bos primigenius* Boj-ին, բայց մի քանի չափերով գերազանցում է զբաղեցնող նրա մեջ հայտնի տվյալներին:

Դանդի մեջ գեոկս պահպանված են կրաքարային և ալպա-կավային ապսևներ:

Դանդը դանվում է Վրաստանի Պետական թանգարանում, Թբիլիսի քաղաքում:

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

А. М. Осемян

Выбор многолетней нормы обеспеченности при
комплексном регулировании режима работы
гидроэнергосистемы

Настоящее исследование посвящено вопросу выбора нормы многолетней обеспеченности энергосистемы, состоящей в основном из гидростанций, т. е. гидроэнергосистемы.

Водно-энергетические исследования в области выбора нормы обеспеченности многолетнего регулирования режима работы гидросистемы могут быть подразделены на две части:

а) водно-энергетическая часть, изучающая гидрологический режим рек и на основе изученных материалов устанавливающая зависимость между потребным объемом водохранилища (выраженного в долях от объема среднего годового стока), необходимого для многолетнего регулирования речного стока β —с одной стороны, и коэффициентов использования стока α , процентом обеспеченности гидросистемы p , коэффициентом вариации C_v и коэффициентом асимметрии C_s речных расходов—с другой стороны;

б) энерго-экономическая часть, устанавливающая нормы обеспеченности и принципы энерго-экономического сопоставления различных способов регулирования режима гидросистемы.

Очевидно, что эти два раздела находятся в тесной взаимосвязи. Решение проектной задачи может быть найдено на основе экономического анализа, который производится по материалам водно-энергетических расчетов.

Настоящее исследование посвящено второй части проблемы, т. е. энерго-экономической части.

Гидроэнергосистема в многолетнем аспекте может быть отрегулирована следующими способами:

1) сооружением водохранилищ, т. е. перераспределением стока в многолетнем разрезе для выравнивания годовой выработки электроэнергии гидросистемы на протяжении ряда лет;

2) организацией теплового резерва, который должен работать в те годы, когда сток ниже расчетного, и этим обеспечить равномерную выработку электроэнергии на протяжении ряда лет;

3) потребителями регуляторами, т. е. путем приспособления ре-

жима работы потребителей электроэнергии, в данном случае электроемкой промышленности, к режиму работы гидроэнергосистемы, работающей без многолетнего регулирования.

Наконец, возможно комбинирование перечисленных выше способов регулирования гидроэнергосистемы.

Важнейшими естественными факторами, определяющими объемы водохранилища, необходимые для зарегулирования определенной величины стока, являются неравномерность внутригодового распределения стока, а также вариация его в многолетнем разрезе.

В работах: И. В. Егiazарова [1], Ф. Ф. Губина [2], А. А. Морозова [3], М. В. Потапова [4], Г. Н. Лоттера [5], Т. П. Иванова [6] и Я. Ф. Плешкова [7] доказано, что потребный объем водохранилища для многолетнего регулирования прогрессивно возрастает с увеличением задаваемого процента обеспеченности регулируемого расхода.

Расчет потребной емкости водохранилища для выравнивания годовых стоков за многолетний период может быть произведен по графику инж. Плешкова [7].

Нами построен график, отражающий рост потребного объема водохранилища многолетнего регулирования, рассчитанного по его способу в зависимости от процента обеспеченности p . Для этого на основе графиков Плешкова составлены зависимости объема водохранилища многолетнего регулирования от обеспеченности расчетного режима регулирования гидроэнергосистемы p (см. фиг. 1). Другими словами, если графики Плешкова дают наглядную картину роста объема водохранилища в зависимости от коэффициента использования стока, то в пересоставленном графике рост объема водохранилища принят в функции от обеспеченности p .

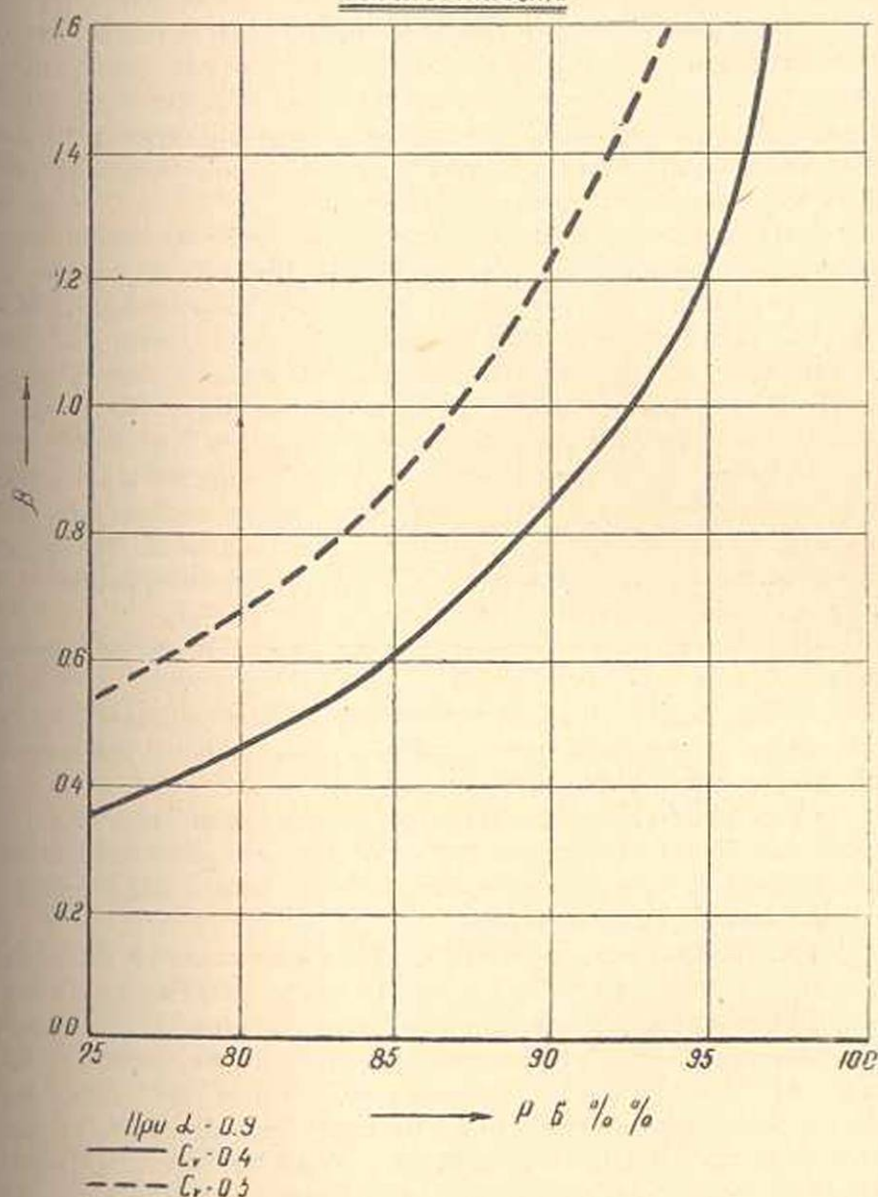
Эта переделка графика Плешкова понадобилась для решения вопроса регулирования режима работы гидросистемы комбинированным способом, т. е. путем частичного перерегулирования речного стока в многолетнем разрезе с одновременным приспособлением режима работы потребителей-регуляторов к графику работы гидросистемы.

Фиг. 1 наглядно показывает, что повышение процента обеспеченности сверх 75—85 приводит к резкому увеличению объема водохранилища.

Стремление в проектной практике обеспечить постоянную мощность гидросистемы в многолетнем разрезе приводит к сильному увеличению объема водохранилища многолетнего регулирования, что в свою очередь приводит к повышению единовременных вложений и себестоимости гидроэнергии. Это обстоятельство вызывает необходимость разработать комплексный метод многолетнего регулирования водохранилища в комбинировании с потребителями-регуляторами.

Вопрос определения удельной (на единицу емкости) стоимости

Рост объема водохранилища многолетнего
регулирования в зависимости от процента
обеспеченности



Фиг. 1.

водохранилища различных размеров сильно затруднен вследствие того, что этот стоимостный показатель, в зависимости от местных топографических условий, может измениться в несколько раз при одном и том же объеме водохранилища. Поэтому данные статистики

относительно стоимости 1 куб. м емкости водохранилища не могут служить надежными показателями.

Исследования, проведенные М. П. Фельдманом [8] в области экономических показателей, выявили ряд закономерностей, устанавливающих общий характер изменений капиталовложений в зависимости от величины нормы многолетней обеспеченности гидросистемы.

Фельдманом доказано, что с повышением объема водохранилища затраты по затоплениям часто растут с большей интенсивностью, чем размеры зарегулированной мощности. Поэтому приходится ограничивать регулирование и мириться до некоторой степени со снижением устойчивости энергоснабжения.

В маловодные периоды допускается снижение величины зарегулированного расхода, а в многоводные — идут на его увеличение.

Таким образом, экономические соображения вынуждают отказаться от слишком строгого регулирования до постоянного на все годы расхода и заставляют идти по линии снижения процента обеспеченности заданной мощности. Это приводит к тому, что в маловодные годы гидросистема работает с дефицитом мощности, что также нарушает устойчивость энергоснабжения народного хозяйства.

В таком случае как же должен быть решен вопрос дефицита мощности, учитывая, что водохранилища, как показывает практика, в состоянии экономично разрешать вопрос обеспеченной работы гидросистемы в многолетнем разрезе лишь до 75—85%?

Очевидно надо прибегнуть к помощи других способов регулирования.

Одним из таких способов регулирования режима является тепловой резерв в виде тепловых конденсационных станций при совместной работе с водохранилищами.

Однако этот способ не является экономичным средством регулирования режима работы гидросистемы в многолетнем разрезе, так как такое регулирование приводит к крайне неэффективному использованию тепловых станций.

Действительно, если принять, что водохранилища в состоянии осуществлять регулирование в многолетнем разрезе на уровне 75—85% обеспеченности, то тепловой резерв в этом же многолетнем разрезе должен работать только 25—15% календарного времени, или, другими словами, в среднем 1 год из 4—7 лет. Таким образом, на значительный срок КЭС должна бездействовать. Неэффективность такого варианта настолько очевидна, что для доказательства не требует специальных экономических расчетов.

Другим способом регулирования режима работы гидросистемы являются потребители-регуляторы при комбинированном регулировании с водохранилищами.

В энергетическом и экономическом отношениях потребители-регуляторы имеют ряд несомненных преимуществ (по сравнению с

ным способом регулирования энергосистемы при комбинированном регулировании вместе с водохранилищами).

Если гидросистема запроектирована с расчетом 75—85% обеспеченности, то дальнейшее увеличение процента обеспеченности путем создания дополнительной емкости водохранилища многолетнего регулирования приводит к сильному снижению коэффициента использования капиталовложений (25%), необходимых для осуществления этих мероприятий.

Обратную картину мы имеем при регулировании режима работы гидросистемы комплексом: водохранилище-потребитель-регулятор. В этом случае для гидросистем, в которых водохранилище осуществляет регулирование на 75%, коэффициент использования капиталовложений по потребителям-регуляторам составит также 75%. К этому надо добавить то, что стоимость установленного киловатта на заводе электроемкой промышленности ниже таковой на тепловых станциях и в несколько раз ниже на гидростанциях.

Для выявления роли электроемкой промышленности в деле многолетнего регулирования режима работы гидросистемы нами исследован возможный режим работы гидросистемы на незарегулированных водотоках с учетом внутригодового распределения их стока и вариации стока в маловодные и средние годы.

Нами были исследованы возможные условия работы потребителей-регуляторов, питаемых энергией от ГЭС, работающих на бытовом стоке 50 рек следующих бассейнов: Баренцова, Белого, Балтийского, Черного, Азовского и Каспийского морей, а также моря Лаптевых. Гидрологический материал заимствован у проф. Д. Л. Соколовского [9].

При проектировании ГЭС, в условиях отсутствия гидравлического и электрического регулирования, расчетный расход ГЭС должен быть принят минимальным, т. е. обеспеченным в многолетнем разрезе на 95—97%. Приспособление режима работы электроемкой промышленности к переменному режиму гидроэнергосистемы создает возможность отказаться от этого положения и принять вместо расхода, обеспеченного круглый год, расход более низкой обеспеченности, например, 9, 6 или 4-месячный и т. д. Это обстоятельство дает возможность значительно повысить коэффициент энергетического использования стока.

Проведенные нами исследования [10] установили экономический предел использования непостоянной электроэнергии ГЭС в электроемкой промышленности, который ограничивает предел повышения коэффициента использования стока. Экономический предел использования сезонной электроэнергии в электроемкой промышленности составляет 50—60% от количества электроэнергии, потребной для работы завода по нормальному режиму.

Этот уровень обеспеченности электроэнергией нами учтен и

должен учитываться при проектировании режима работы потребителей-регуляторов в маловодном году.

Для характеристики роли регулирования потребления в вопросе повышения коэффициента использования стока в расчетах, предшествовавших составлению нижеследующей таблицы 1, намеренно исключены из рассмотрения другие возможные способы регулирования.

В таблице верхняя строка дает значения коэффициента использования стока для случая отсутствия регулирования потребления, т. е. для работы ГЭС при расходах, близких к обеспеченности круглый год.

Таблица 1

Повышение степени использования стока при условии регулирования режима работы гидростанции потребителями

Б а с с е й н	Состояние регулирования режима работы гидростанций	Число изученных рек	Коэффициент использования стока					
			средний год			маловодный год		
			мин.-мум	макс.-м.м	среднее	мин.-мум	макс.-мум	среднее
1. Баренцова и Белого морей	Без регулиров. С регулирован.	3	18,1 51,9	37,0 86,0	25,4 66,0	17,0 44,8	28,9 94,9	21,6 63,9
2. Балтийского моря	Без регулиров. С регулирован.	10	18,6 41,2	66,0 98,0	36,8 69,4	10,0 36,4	51,9 94,0	28,5 71,8
3. Черного и Азовского морей	Без регулиров. С регулирован.	13	16,9 31,4	55,0 87,0	35,0 66,2	14,9 43,9	72,0 93,9	31,3 72,4
4. Каспийского моря	Без регулиров. С регулирован.	11	23,0 34,3	41,0 87,0	25,4 59,8	8,9 36,9	44,1 85,2	23,0 62,6
5. Каспийского моря	Без регулиров. С регулирован.	9	7,0 37,5	32,0 68,8	17,2 54,7	7,3 30,3	42,9 89,5	19,9 53,3
6. Моря Лаптевых	Без регулиров. С регулирован.	4	3,0 52,5	54,0 92,0	16,8 75,6	1,0 57,8	56,0 79,0	16,8 65,7

Как видно из данных таблицы, величина коэффициента использования стока получается низкой.

Нижняя строка дает значения этого коэффициента при наличии потребителей-регуляторов, причем учтены возможности и пределы экономичного использования сезонной электроэнергии.

В таблице приведены минимальные, максимальные и средние значения коэффициентов использования стока, которые соответствуют средним величинам для нескольких рек того или иного бассейна, данные по которым использованы при расчетах коэффициентов.

Проведенные исследования показали, что потребители-регуляторы являются серьезнейшим фактором в вопросе повышения энер-

гетической эффективности использования рек, причем не только при годичном, но и при многолетнем регулировании.

Мощность завода потребителя-регулятора принята постоянной как для маловодного, так и для среднего года.

Переходим к исследованию экономического значения электроемкой промышленности при ее использовании в качестве потребителя-регулятора для целей многолетнего регулирования.

Обычно, при сравнительных энерго-экономических расчетах, принимается в качестве критерия экономичности системы минимум себестоимости электроэнергии в ней. При комплексном регулировании режима работы гидроэнергосистемы этот критерий не может считаться удовлетворительным. В этом случае необходим новый критерий, который отражал бы собой комплекс народно-хозяйственных потерь и экономий, получаемых при применении комплексного метода регулирования. Этот комплекс состоит из следующих элементов:

а) ущерб (Иущ), наносимый потребителю электроэнергии, вызванный его вынужденной работой в качестве регулятора режима гидросистемы, не зарегулированной в многолетнем разрезе;

б) "тяжесть" дополнительных капиталовложений, вызванных в связи со снижением коэффициента использования основных фондов у потребителей-регуляторов из-за работы последних неполной нагрузкой:

$$\frac{1}{\tau} \Delta K_{пр.}$$

в) при многолетнем регулировании водохранилищами учитывается "тяжесть" дополнительных капиталовложений, вызванных ростом потребной емкости водохранилища при назначении более высокого процента обеспеченности

$$\frac{1}{\tau} \Delta K_{втч.м.р.}$$

Этот новый критерий может обеспечить экономичное решение задачи при сравнении вариантов технического проекта, так как выбранный вариант, дающий тот же энергетический эффект, что и другие, обеспечивает минимум суммарных издержек в народном хозяйстве.

В своих исследованиях мы ограничивались изучением взаимосвязи между энергосистемой и потребителями, рассматривая их в одном комплексе.

При установлении эффективности многолетнего, а также годичного регулирования потребителями-регуляторами рассматриваются народнохозяйственные издержки при одной и той же годовой продукции, полученной при разных режимах работы завода в многолетнем разрезе, т. е. по постоянному или переменному графику. Поэтому для обеспечения народного хозяйства продукцией в количестве, предусмотренном планом, необходимо выпуск продукции

проектировать в таком размере, который может быть получен при пуске через ГЭС расходов воды, составляющих 75—85% от расчетного расхода. Излишняя продукция, полученная в годы большей водности, должна пойти в резерв для компенсации недовыработки продукции в маловодные годы, т. е. при обеспеченности ниже 75%—85%.

Вопрос обеспечения народного хозяйства постоянным количеством продукции в условиях работы ГЭС на переменном режиме в многолетнем разрезе намного облегчится при размещении потребителей-регуляторов в различных пунктах Советского Союза, значительно удаленных друг от друга. Очевидно, что в этом случае гидростанции, расположенные в большой отдаленности друг от друга, будут работать на стоках, имеющих различный гидрологический режим в многолетнем разрезе, и недовыработки одного и того же вида продукции, выпускаемой заводом потребителем-регулятором, расположенным в одном пункте, будут компенсированы продукцией потребителя-регулятора в другом пункте.

В качестве показателя, удовлетворяющего требованиям комплексного регулирования, мы предлагаем комплексную себестоимость 1 *квтч* зарегулированной потребителями-регуляторами электроэнергии $S_{\text{ком. мн. п. р.}}$, исчисляемую по формуле:

$$S_{\text{ком. мн. п. р.}} = S_{\text{мн. нез.}} + \frac{I_{\text{ущ.}}}{\Delta_{\text{пр}}} + \frac{1}{\tau} \cdot \bar{K}_{\text{мн. п. р. квтч.}} \quad (1)$$

где: $S_{\text{мн. нез.}}$ — средневзвешенная себестоимость 1 *квтч* незарегулированной гидроэлектроэнергии, используемой потребителем-регулятором;

$I_{\text{ущ.}}$ — удорожание тонны продукции потребителя-регулятора в связи с работой последнего по сезонному графику. Значение $I_{\text{ущ}}$ дается формулой:

$$I_{\text{ущ}} = d_{\text{н}} - d_0, \quad (2)$$

где $d_{\text{н}}$ — себестоимость продукции, получаемая при непостоянном графике энергоснабжения, а d_0 — при нормальном графике.

$d_{\text{н}}$ находится по формуле:

$$d_{\text{н}} = d_0 \cdot K_{\text{се.}} \quad (3)$$

Коэффициент повышения себестоимости продукции $K_{\text{се.}}$ находится в зависимости от степени обеспеченности производства электроэнергией.

Численные значения $K_{\text{се.}}$ по нашим вычислениям, могут быть приняты по таблице 2 [10].

$\Delta_{\text{пр}}$ — расход электроэнергии на тонну продукции. $\frac{1}{\tau}$ — норма расширенного воспроизводства дополнительных капиталовложений,

Таблица 2

Степень обеспечения производства электроэнергией в многолетнем разрезе	Значения $K_{св}$		
	для производства карбида кальция	для производства ферросплавов	для производства электролитического аммиака
100%	1,0	1,0	1,0
90%	1,03	1,05	1,05
80%	1,06	1,10	1,10
70%	1,10	1,16	1,17
60%	1,16	1,23	1,27
50%	1,23	1,37	1,38
40%	1,34	1,51	1,60

равная 8,3%, одновременно являющаяся показателем "тяжести" дополнительных капиталовложений [11].

$\Delta \bar{K}_{п.р}$ — дополнительные капиталовложения в производстве у потребителей-регуляторов, вызванные снижением коэффициента использования основных фондов, приходящихся на 1 квтч электроэнергии

$$\Delta \bar{K}_{п.р} = \frac{\bar{K}_{п.р} - \bar{K}_0}{\partial_{пв}}, \quad (4)$$

$\bar{K}_{п.р}$ определяется в зависимости от степени обеспеченности производства электроэнергией в многолетнем разрезе:

$$\bar{K}_{п.р} = \bar{K}_0 \cdot K_{св}, \quad (5)$$

где $K_{св}$ — коэффициент увеличения капиталовложений в потребителя-регулятора в связи с переводом его на сезонный график энергоснабжения.

Таблица 3

Степень обеспечения производства электроэнергией	Величина $K_{св}$		
	для производства карбида кальция	для производства ферросплавов	для производства электролитического аммиака
100%	1,0	1,0	1,0
90%	1,0	1,07	1,11
80%	1,22	1,16	1,25
70%	1,40	1,27	1,43
60%	1,60	1,40	1,67
50%	1,90	1,54	2,00
40%	2,34	1,80	2,50

Численные значения $K_{св}$, по нашим исчислениям, могут быть приняты по таблице 3 [10].

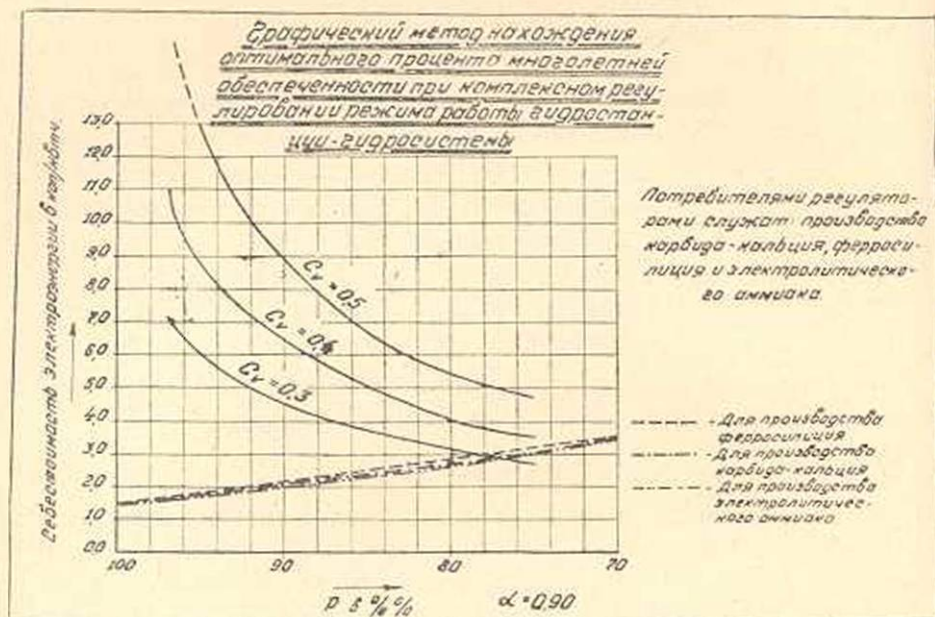
Для определения оптимального варианта многолетнего комплексного регулирования водохранилищами в комбинировании с потребителями-регуляторами, необходим второй показатель: комплексная

себестоимость электроэнергии, зарегулированная в многолетнем разрезе водохранилищами

$$S_{\text{ком. мн. вод.}} = S_{\text{рег.}} + \frac{1}{\tau} \Delta K_{\text{хвт. мр.}} \quad (6)$$

$S_{\text{ком. мн. вод.}}$ — комплексная себестоимость гидроэнергии зарегулированной в многолетнем разрезе водохранилищами.

$\Delta K_{\text{хвт. м. г.}}$ — дополнительные капиталовложения, необходимые для регулирования режима работы гидросистемы, т. е. удельная (на 1 кват) стоимость водохранилища многолетнего регулирования.



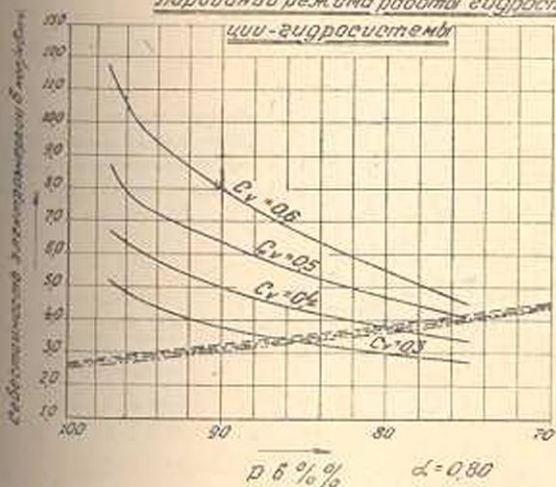
Фиг. 2

При определении емкости водохранилища необходимо учесть потери из него на фильтрацию, испарение и ледообразование, причем нужно иметь в виду, что с увеличением емкости водохранилища эти потери растут.

В расчетах необходимо также учесть, что с увеличением водохранилища и высоты плотины увеличивается выработка электроэнергии благодаря повышению напора и коэффициента использования стока.

Повышение напора гидроэлектростанции имеет место в случаях, когда регулирование стока производится плотинной при рассматриваемой станции. Решение вопроса о регулировании стока путем сооружения водохранилища зависит от топографических, геологических и экономических условий района. Так как эти условия для одного и того же пункта, но при разных объемах водохранилища, различны, то для экономичного решения вопроса необходимо расчеты произвести

Графический метод нахождения оптимального процента многолетней обеспеченности при комплексном регулировании режима работы гидростанции-гидросистемы

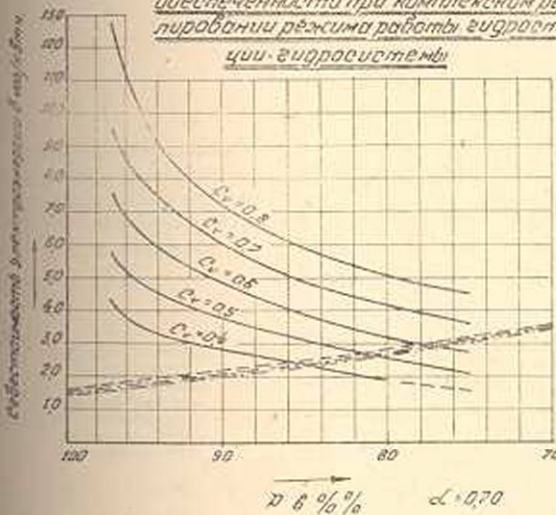


Потребителями регулируемой нагрузки являются: производство карбидов-кальция, ферросилиция и электролитического аммиака.

--- для производства ферросилиция
--- для производства карбидов-кальция
--- для производства электролитического аммиака

Фиг. 3.

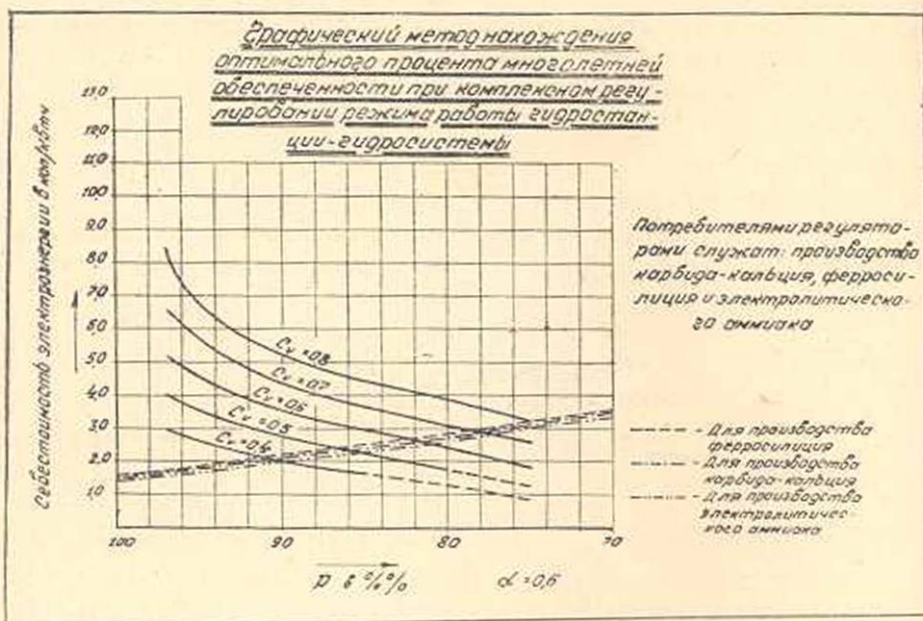
Графический метод нахождения оптимального процента многолетней обеспеченности при комплексном регулировании режима работы гидростанции-гидросистемы



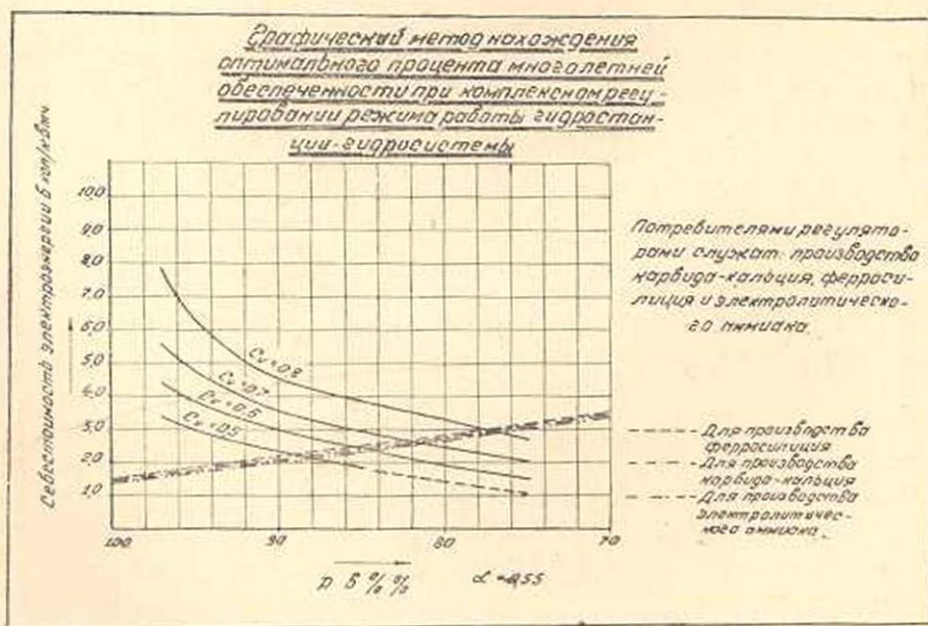
Потребителями регулируемой нагрузки являются: производство карбидов-кальция, ферросилиция и электролитического аммиака.

--- для производства ферросилиция
--- для производства карбидов-кальция
--- для производства электролитического аммиака

Фиг. 4.



Фиг. 5.



Фиг. 6.

для 3—4 различных объемов водохранилища, с установлением для каждого варианта, на основе схематического проекта, комплексной себестоимости продукции и по интерполяции выбрать наиболее экономичное решение.

Перейдем к изложению методики определения оптимального варианта многолетнего комплексного регулирования с потребителями-регуляторами.

Как было показано выше, объем водохранилища возрастает с увеличением его регулирующего действия, т. е. повышения коэффициента обеспеченности гидросистемы.

Задача сводится к установлению наивыгоднейшей емкости водохранилища при комбинировании с потребителями-регуляторами.

Стоимость водохранилища возрастает с увеличением его объема, а отсюда, как правило, должна возрасти комплексная себестоимость $S_{\text{ком. мн. вод.}}$.

Задача нахождения оптимума в настоящей работе решается графо-аналитическим методом. В прямоугольных координатах по оси ординат откладывается себестоимость электроэнергии, а по оси абсцисс — процент обеспеченности мощности в многолетнем разрезе.

Очевидно, чем выше обеспеченность мощности гидростанции, тем $S_{\text{ком. мн. вод.}}$ будет выше, а $S_{\text{ком. мн. п. р.}}$ — ниже. Высокая обеспеченность мощности гидросистемы потребует больших капиталовложений для регулирования стока, что в свою очередь приводит к удорожанию комплексной себестоимости 1 квтч. электроэнергии. С другой стороны, высокая обеспеченность расчетного режима гидросистемы естественно приводит к снижению потерь у потребителей-регуляторов, т. е. в конечном итоге к снижению $S_{\text{ком. мн. п. р.}}$.

Экономический оптимум находим в точке пересечения двух кривых фигур 2—6, отражающих:

- а) повышение комплексной себестоимости 1 квтч при регулировании потребления в зависимости от режима энергоснабжения, т. е. степени обеспечения производства электроэнергией, и
- б) повышение комплексной себестоимости 1 квтч при регулировании водохранилищем в зависимости от процента многолетней обеспеченности.

Для примера приводим решение задачи определения искомого оптимума для случая комплексного регулирования стока водохранилищами и потребителями-регуляторами.

Значение $S_{\text{ком. мн. п. р.}}$ для различной степени обеспечения электроэнергией рассчитано, пользуясь формулами (1—5) и численными значениями входящих в них величин, взятых из таблиц 2 и 3.

Значение $S_{\text{ком. мн. вод.}}$ рассчитано по формуле (6), причем численные значения входящих в формулу величин не могут быть даны, ибо, как было сказано выше, стоимость единицы объема водохранилища находится в полной зависимости от местных условий. Поэтому эта стоимость должна быть определена для каждого водо-

хранилища отдельно. Однако в графиках условно принято, что стоимость водохранилища возрастает пропорционально объему, т. е. что повышение капитальных затрат, вызванных затоплением площадей в связи с увеличением объема водохранилища, компенсируется уменьшением удельной (на единицу емкости водохранилища) стоимости плотины в связи с увеличением ее высоты.

Анализ графиков (2—6) приводит к выводу, что роль многолетнего потребителя-регулятора повышается, когда регулируемые ГЭС находятся на реках, имеющих высокий C_v и когда мы задаемся высоким значением коэффициента α .

В ы в о д ы

1. Задача экономичного многолетнего регулирования режима работы гидросистемы разрешается при осуществлении комплекса: водохранилища и потребителя-регулятора.

2. Роль многолетнего потребителя-регулятора повышается, когда сток используемых рек имеет высокий коэффициент вариации и когда в связи с относительным недостатком в стране энергоресурсов приходится при проектировании ГЭС задаваться высоким коэффициентом использования стока.

Водно-энергетический институт
Академии наук Армянской ССР

Поступило 10 II 1951

Л и т е р а т у р а

1. Егiazаров И. В.—Гидроэлектрические силовые установки, ч. 1, 1934.
2. Губин Ф. Ф.—Гидроэлектрические станции, 1949.
3. Морозов А. А.—Использование водной энергии, 1948.
4. Полапов М. В.—Регулирование стока, 1940.
5. Лоттер Г. К.—Водохозяйственные расчеты для гидроэлектростанций, 1937.
6. Иванов Г. П.—Методы расчета многолетнего регулирования. Тр. I совещания по регулир. речного стока, 1946.
7. Плешков Я. Ф.—Быстрый и точный расчет водохранилищ. „Гидротех. стр-во“, 1939.
8. Фельдман М. П.—Оптимальная зарегулированность гидроэлектрических станций. (Рукопись—докторская диссертация), 1945.
9. Соколовский Д. Л.—Гидрологические и водохозяйственные расчеты при проектировании малых ГЭС, 1946.
10. Осепян А. М.—Карбидные и ферросплавные электроды, как потребители-регуляторы сезонной гидроэнергии. „Электричество“, № 8, 1949.
11. Осепян А. М.—Критерий экономичности в гидроэнергетических расчетах. Изв. АН Арм. ССР (Физ.-мат., естеств. и техн. науки), III, № 4, 1950.

Ա. Մ. Հովսեփյան

ԲԱԶՄԱՄՅԱ ԱՊԱՀՈՎՈՒԹՅԱՆ ՆՈՐՄԱՅԻ ԸՆՏՐՈՒՄԸ ԷՆԵՐԳՈՍԻՍՏԵՄԻ
ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՌԵԺԻՄԻ ԿՈՄՊԼԵՔՍԱՅԻՆ ԿԱՆՈՆԱՎՈՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Աշխատութեան մեջ ցույց է տրված, որ հիդրոսխեմի աշխատանքի
սկզբի բազմամյա կանոնավորման անհնամարտ լուծում կարելի է ստա-
նալ, երբ բացի ջրամբարի միջոցով կանոնավորում կատարելուց դո-
քադեն նաև սպառող-կանոնավորիչներ:

Հետադրույթունը ցույց է տալիս, որ սպառող-կանոնավորիչի դերը
մեծանում է այն դեպքերի համար, որոնք ունեն հոսքի վարիացիայի բար-
ձր գործակից. այդ դերը մեծանում է նաև այն դեպքերի համար, երբ
մարդկային, որոնք համեմատաբար աղքատ են էներգետիկ ռեսուրսներից:
Վերջին հանգամանքը թելադրում է հիդրոէլեկտրակայան նախագծելիս
ընդունել հոսքի օգտագործման բարձր գործակից:

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В. З. Канаан

Кровельно-гидроизоляционный рулонный материал
„Асфальтин“*

Битумы имеют довольно широкое применение в производстве рулонных кровельно-гидроизоляционных материалов и других гидроизоляционных изделий.

Рулонные материалы, состоящие из гибкого каркаса-основы, пропитанного битумом и покрытого с обеих или с одной стороны водоупорной массой, относятся к группе армированных, битумных или асфальтовых матов. Представителями этой группы являются руберойд, пергамин, гидроизол, метроизол, метробит, металонизол и др.

Рулонные материалы, изготовленные без армирующей прокладки, относятся к группе неармированных асфальтовых матов, представителями которой являются «борулин» и предлагаемый материал — «асфальтин».

Асфальтин представляет собой состав асфальтовяжущего (битум с минеральным порошком) и минимального количества волокна животного происхождения, находящегося в тесной связи с асфальто-вяжущим в виде рулонов или штучных изделий без внутренней армирующей прокладки.

Асфальтин, имея достаточно хорошие физико-механические и электроизоляционные свойства, являясь сравнительно дешевым, долговечным и легкоготавливаемым материалом, дающим возможность применять наиболее совершенное оборудование и возможность максимальной механизации его производства, может найти широкое применение в разных отраслях народного хозяйства.

В отличие от руберойда, пергамин, борулина и других армированных и неармированных рулонных материалов, получаемых путем пропитки основы горячими битумами, или разминания битума и асбеста на горячих вальцах с последующей обработкой на каландаре, технологический процесс изготовления кровельно-гидроизоляционного материала асфальтина сводится к горячему смещению легкоплавкого асфальтового битума, асфальтирующей добавки и минимального количества (0,5—1,0%) волокна животного происхождения до получения однородной эластичной массы. Затем, выдавливая ее из цилиндрического сосуда при помощи вращающегося в нем шнека через щелевидное отверстие соответствующих размеров, получают ленту (шириной 0,7—1,0 м нужной толщины), кото-

* Приоритет № 414604, III-1950 г.

рая сворачивается в рулон или может резаться на пластины и другие штучные изделия. Для предотвращения слипания между слоями рулона лента с обеих сторон опудривается минеральным порошком.

Сырьем для изготовления асфальтина являются:

а) легкоплавкие нефтяные или природные битумы;

б) разные асфальтирующие добавки, изготавливаемые путем измельчения нижеперечисленных горных пород, как-то: мрамора (пылевидный отход мраморного производства), разных известняков, доломитов, карбонатной корки кальция и др. В смеси с указанными породами могут быть использованы также арктический и аванский туфы, анииская пемза, зола от сгорания пылевидного каменного угля (унос) и малосвязные грунты (лёсс, белозем);

в) волокно животного происхождения в виде отходов суконной (издырь) или кожевенной промышленности (боковая шерсть II сорта).

Применение легкоплавких битумов сопряжено с их способностью лучшего обволакивания минеральных зерен, вследствие чего потребность битума резко уменьшается, и большой способностью растяжения (дуктильность), благодаря чему материал приобретает максимальную эластичность и удобообрабатываемость.

Применение асфальтирующей добавки повышает погодоустойчивость и вязкость материала. Одновременно удешевляется его стоимость.

Волокно животного происхождения является армирующим веществом, повышающим вязкость материала. Оно, в отличие от волокна растительного происхождения, будучи костным веществом, менее подвержено гниению, а находясь в тесной связи с асфальто-вязущим, совершенно не подвержено гниению. Кроме этого, волокно животного происхождения, обладая хорошей адсорбцией, одновременно имеет незначительную абсорбцию, что также способствует уменьшению расхода битума.

Асфальтин, являясь строительным материалом, аналогично борулину имеет следующие преимущества: материалы, применяемые для его изготовления, дешевы, не дефицитны и более чем 75% их составляют местные материалы. Применением легкоплавкого битума отпадает потребность в пластификаторе, уменьшается потребность в привозном нефтебитуме.

Тугоплавкость материала достигается за счет асфальтирующей добавки, вследствие чего повышается погодоустойчивость и вязкость.

Благодаря горячему смешению повышается степень водоустойчивости битумной пленки, что является одним из основных условий повышения физико-механических свойств.

Так как асфальтин является материалом аналогично борулину, испытание его проводилось в соответствии с техническими условиями на борулин.

Ниже приведена таблица физико-механических свойств асфальтина. Для сравнения там же приведены ТУ на борулин.

Таблица физико-механических свойств асфальтина и ТУ на борулин.

№ п.п.	Наименование и описание испытаний	Составы в % по весу	
		борулин	асфальтин
		битум №№ 5 и 4 45—50, асбест 50—55, машинное масло сверх 100% 15%	битум №№ 1 и 2 20—26, волокно 0,5—1,0, асфаль- тирующая добав- ка 79,5—73,0
1	Объемный вес $г/см^3$	1,5—1,6	1,7—2,0
2	Водонасыщение при 7-суточном хране- нии в воде при температуре 15°+20°C (полное погружение) в % по по весу	—	0—0,3
	То же при 3-суточном хранении . .	до 1,0	—
3	Сопротивление разрыву полоски раз- мером 50×220 мм при температуре 18° С, при толщине образцов 3,0—3,5 мм — в кг	10,0	
	То же при толщине образцов 2,0—2,5 мм — в кг	—	10,0
4	Теплостойкость: полоски размерами 50×100 мм, выдержанные в вертикаль- но подвешенном состоянии в течение 5 часов в сушильном шкафу не де- формировались, стекание не имело места при температуре в °С	80	до 110
	(Размягчение, не вызывающее стека- ния или деформации образца, согласно ТУ на борулин, допускает- ся).		
5	Гибкость: на стержне диаметром в 20 мм при сгибании не должно по- являться сквозных трещин при тем- пературе в °С	8	0—8
6	Потеря в весе при 5-часовом нагревании при температуре 80°C, в процентах	1,0	0
7	Морозостойкость: потеря гибкости пос- ле 16-кратного замораживания в % по к первоначальному	—	0

Примечание: Результаты испытаний приводятся средние из одиннадцати составов. Испытание на разрыв проводилось вручную, вследствие отсутствия разрывающей машины; разрывающее усилие прилагалось через 10-килограммовый динамометр.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Глебов П. Д.—Изоляция гидротехнических сооружений. 1940 г.
 Иванов Н. Н.—Строительство автомобильных дорог, ч. II, 1948 г.
 Розен О. Б.—Основные принципы подбора горячих мастик для кровель и полов. 1948 г.
 Розен О. Б.—Погодоустойчивость нефтяных битумов и битумных кровельных материалов. 1946 г.
 Мерезина А. И., Буслович П. О., Коковин В. Н.—Технология дорожно-строительных материалов, том II, 1935 г.
 Крейцер Г. Д.—Асфальт и его применение в технике. 1948 г.
 Кацнельсон А. С.—Ворулин. 1948 г.

Վ. Զ. Կանայան

ԾԱԾԿԱՅԻՆ ԵՎ ՋՐԱՄԵԿՈՒՍԻՉ ՓԱԹԱՅԱՆՅՈՒԹ՝ «ԱՍՖԱԼՏԻՆ»

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Առաջարկվող շինանյութը պատրաստվում է դյուրահալ բնական կամ նավթային կուպրից, քարի փոշուց և խոտան բրդից։ Վերջինս ներկայացնում է մահուդի կամ կաշվի արդյունաբերության մնացուկը։

Շինանյութը կարող է օգտագործվել անջրանցիկ դարձնելու համար կտուրները և հիդրոտեխնիկական կառույցվածքները։

Ասֆալտինը պատկանում է այն ջրամեկուսիչ նյութերի դասին, որոնք չունեն կմախքանյութ, այն է՝ թուղթ, կտոր, թիթեղ և այլն։ Ըստ իր կազմի նա նման է «բորուլին» կոչվող ծածկանյութին, բայց ունի մի շարք առավելություններ՝

ա) բաղկացած է մասաշելի, էթան և գլխավորապես տեղական նյութերից։

բ) դյուրահալ կուպրի օգտագործումով նվազում է կուպրի անհրաժեշտ քանակը։

գ) ունի բավականաչափ առածդականություն՝ առանց պլաստիֆիկատորի կիրառման։

դ) շնորհիվ տաք վիճակում խոռոչալի պատրաստելուն՝ ավելանում է բաղադրիչների կաշտողականությունը, որի հետևանքով բարձրանում են շինանյութի ֆիզիկո-մեխանիկական ունակությունները։

Ասֆալտինի գլխավոր առանձնահատկությունը թերթերի ստացման նոր ձևն է՝ պատրաստի խոռոչալի ձեղքային անցքից դուրս մղելու միջոցով, որը բարձրացնում է արտադրողականությունը՝ տալով տեխնիկական և տնտեսական մեծ արդյունք։

Н. И. Кириченко

Изменение свойств лессовидных грунтов при работе их в теле плотины

В 1926 году на Украине, в целях создания водохранилища и обеспечения водозабора электростанции, была построена земляная плотина высотой около 10 м и длиной по гребню 250 м.

Плотина построена из пылеватых лессовидных суглинков палево-коричневого цвета. В естественном залегании суглинки макропористые, карбонатизированные и слабо заглинованные.

Документация строительства, к сожалению, не сохранилась. Рабочий, участник строительства, свидетельствует: грунт укладывался в плотину в естественно влажном состоянии, уплотнение производилось малыми катками на конной тяге, 2—3 ходами по одному месту.

Плотина работает безаварийно до настоящего времени.

В 1946 г. указанная плотина исследована силами экспедиции Ленгидэпа, при техническом руководстве автора. Бурением установлено, что основание плотины располагается на супесчаных аллювиальных отложениях, на глубине 3—5 м от гребня в плотине наблюдается зеркало фильтрационного потока (фиг. 1).

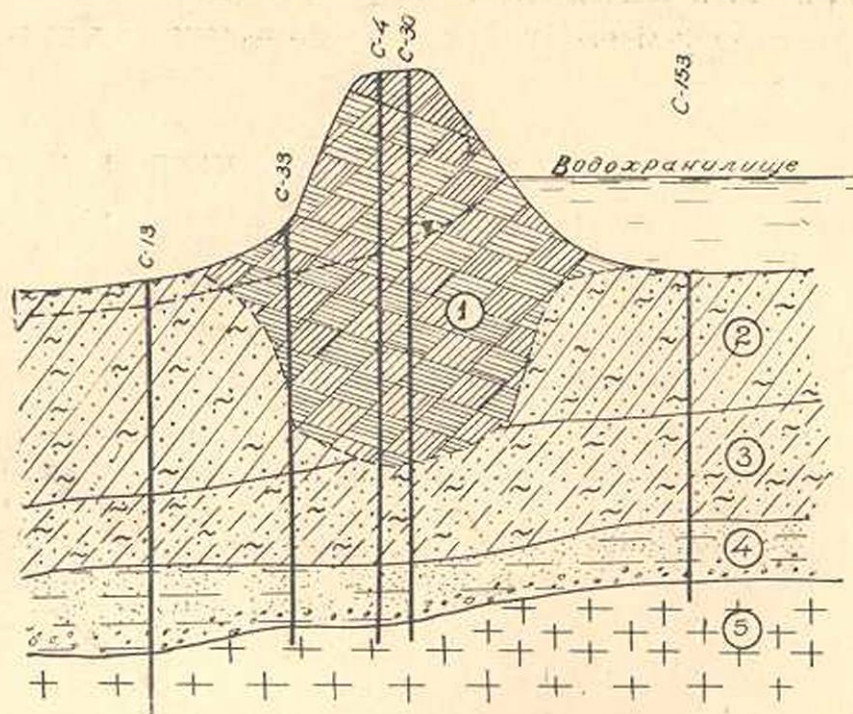
Для лабораторного анализа грунтов были отобраны образцы из скважин и шурфов, пройденных на территории карьера и из скважин, пробуренных из верховой половине проезжей части плотины.

Результаты произведенных исследований пока еще не дают возможности полностью осветить сложные процессы и видоизменения, возникающие в грунтах благодаря взаимодействию воды и воднорастворимой части грунта. Однако уже сейчас можно утверждать, что сравнительное изучение суглинков карьера, находящихся в естественных условиях залегания, и грунтов плотины из этих суглинков, с целью выявления изменений, которые претерпели последние за 20-летний период работы плотины, несомненно представляют практический интерес.

Химический состав грунтов

Как видно из приводимой таблицы 1, данные силикатных анализов карьерных суглинков и грунтов, слагающих тело плотины, отличаются друг от друга незначительно.

В грунтах тела плотины SiO_2 больше, MgO и Al_2O_3 — несколько



Фиг. 1. Поперечный разрез плотины: масштаб: горизонтальный—1:1000, вертикальный—1:200

1. Суглинки (тело плотины)
2. Суглинки легкие А1
3. Супеси слегка иловатые А1
4. Пески развозернистые, слабо глинистые А1
5. Гранито-гнейсы трещиноватые, докембрий
6. ∇ — уровень грунтовых вод
7. С — буровые скважины

меньше, нежели содержится таковых в карьерных грунтах. Это находится в прямой связи с суффозионными явлениями и потерей грунтами плотины воднорастворимых солей.

Таблица 1

Химические компоненты в % к весу образца						H ₂ O гиг- роск.	Сумма
SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Потери при прокалив.		
А. Грунты карьера (средн. из 8 анализов)							
62,64	6,17	8,55	6,81	1,68	11,94	3,80	97,79
Б. Грунты в теле плотины (средн. из 15 анализов)							
66,51	6,07	7,10	6,90	1,46	10,72	3,02	98,76

Химический состав водных вытяжек

Водные вытяжки производились однократно для каждого образца, при соотношении — грунт : дистиллированная вода, как 1:5. Суспензия взбалтывалась в течение 3-х минут и оставлялась в покое на сутки. На следующий день утром суспензия снова взбалтывалась в течение 3-х минут, затем отфильтровывалась и фильтрат анализировался.

а) Анализ химического состава девяти водных вытяжек из карьерных суглинков показал, что они содержат воднорастворимых солей в среднем—0,29%, максимально—0,51%, минимально—0,22%. Как видно из таблицы 2, главное место в химическом составе этих вытяжек занимают $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, SO_4^{2-} и Cl^- ; остальные ингредиенты играют подчиненную роль.

Таблица 2

Глубина взятия образцов в м	Химические компоненты в мг на 100 г грунта							Колич. исслед. образцов
	Na ⁺ +K ⁺	Ca	Mg	Cl	SO ₄ ⁺	HCO ₃ ⁺	Сумма	
А. Грунты карьера (среднее значение)								
1-6	74,9	8,3	8,1	47,8	107,1	48,5	294,7	9
Б. Грунты в теле плотины (среднее значение)								
1-4	22,5	7,1	2,8	5,4	31,9	45,5	115,2	8
5-7	38,1	14,1	4,7	8,3	86,4	43,5	195,1	5
8-10	25,7	4,6	0,8	7,7	17,1	50,8	106,7	3
1-10	28,0	8,7	2,9	6,8	45,3	46,1	137,8	16

В результате изучения данных анализа каждой водной вытяжки, установлено небольшое отклонение результатов отдельно взятых вытяжек от данных анализа валовой пробы и средних значений.

Это дает основание считать средние значения характерными для всей исследованной толщи грунтов, слагающих карьер.

б) Из той же таблицы 2 видно, что грунты, слагающие тело плотины, в настоящее время содержат воднорастворимых солей: в среднем—0,14%, максимально—0,23%, минимально—0,08%. Главенствующими ингредиентами здесь являются $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, SO_4^{2-} , HCO_3^- и Ca^{2+} . Магния и хлора в них содержится весьма незначительное количество (0,30—0,62 мг экв.).

Распределение воднорастворимых солей в грунтах тела плотины по глубине неравномерное. Наименьшее количество их наблюдается на глубине 8—10 м и в зоне колебания уровня депрессионной поверхности фильтрационного потока (на глубине 3,5—4,5 м). Наибольшее количество воднорастворимых солей содержится в средней части плотины (фиг. 2).

В общем, в грунтах тела плотины $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Mg^{++} , Cl^- и SO_4^{--} содержится намного меньше, нежели в карьерных суглинках.

За двадцатилетний период работы плотины в грунтах, слагающих ее, уменьшилось

в среднем: Cl^- — на 86%, Mg^{++} — на 64%, $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ — на 63% и SO_4^{--} — на 58%.

Количество Ca^{++} и HCO_3^- почти не изменилось (фиг. 3).

О химическом составе воды водохранилища, фильтрующейся через тело плотины, дают представление данные таблицы 3, где приведены результаты анализов за 1946 г.

Физико-механические свойства грунтов

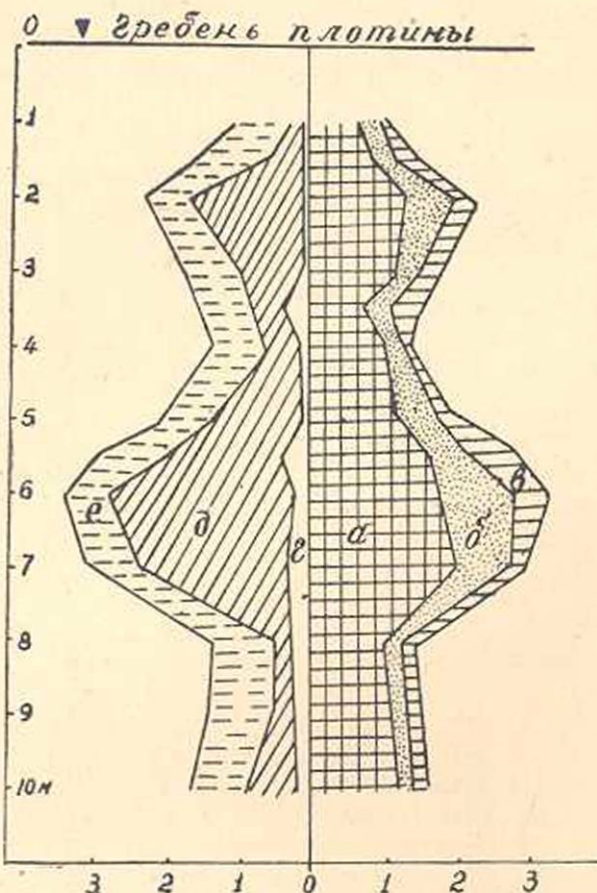
Результаты исследований свидетельствуют о том, что свойства карьерных грунтов в общем одинаковы, как по глубине, так и по площади их распространения, чего нельзя сказать про грунты, слагающие тело плотины.

Последние, по своим физико-механическим, химическим и водным свойствам могут быть подразделены

на три зоны: верхнюю — до глубины 5 м, среднюю — на глубине 5–7 м и нижнюю — на глубине 8–10 м.

Таблица 3

Дата взятия проб воды	В миллиграммах на литр						Сумма
	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	Ca^{++}	Mg^{++}	Cl^-	SO_4^{--}	HCO_3^-	
12.III	38,1	34,0	13,8	56,0	65,9	94,6	302,4
6.VI	146,0	65,7	28,2	220,0	129,6	186,0	775,5
27.I	249,0	85,6	48,2	400,0	171,8	256,2	1210,8



Фиг. 2. Распределение воднорастворимых солей в грунтах тела плотины по глубине.

Масштаб: горизонтальный — 1 см = 1 м эквив.

вертикальный — 1 см = 1 м

а — $\text{Na} + \text{K}$, б — Ca , в — Mg , г — Cl , д — SO_4 , е — HCO_3

Физико-механические свойства грунтов каждой зоны несколько отличны друг от друга, что иллюстрируется данными таблицы 4.

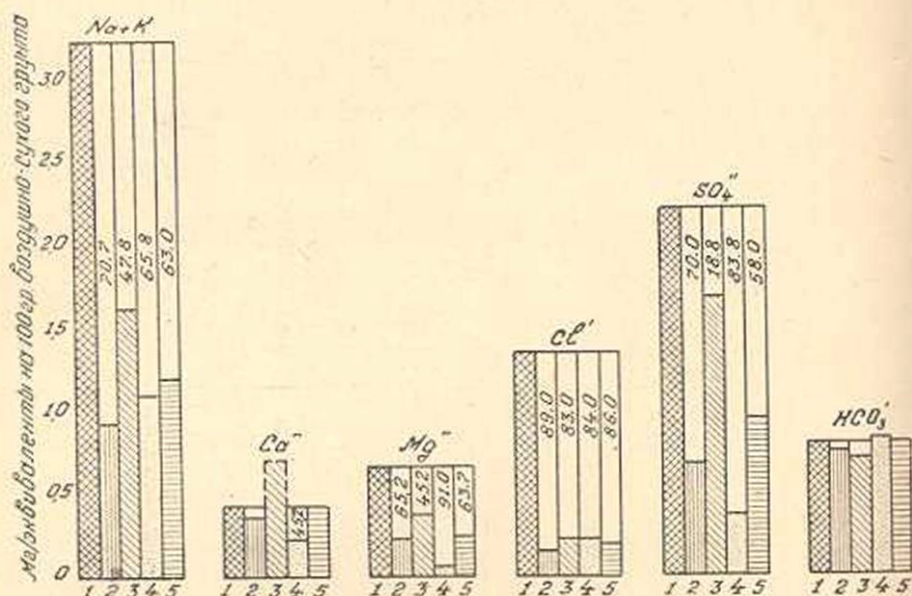
Таблица 4

Вид определения	Грунты в плотине					Грунты карьера по всему разрезу			сигнатура пикетаж г/м	
	на глубине в м			по всему разрезу		сред.	макс.	мин.		
	1-4	5-7	8-10	сред.	макс.					
Грануло- метри- ческий состав в %	>0,25 мм	6	6	10	7	11	2	5	2	18/9*
	0,25-0,10	8	8	17	10	21	4	5	3	"
	0,10-0,05	21	18	28	21	28	17	22	12	"
	0,05-0,01	30	29	21	28	32	34	41	26	"
	0,01-0,002	16	16	12	15	18	21	30	16	"
<0,002 мм	19	23	12	19	23	22	26	15	"	"
Естественная влажность в %	24	24	21	23	29	18	20	14	51/19	
Объемный вес влаж. грунта	1,96	1,97	2,03	1,97	2,07	1,75	1,92	1,67	54/13	
Объемный вес скелета грунта	1,60	1,61	1,70	1,61	1,74	1,49	1,56	1,44	"	
Удельный вес	—	—	—	2,70	2,74	2,71	2,73	2,69	8/10	
Пористость в %	41	40	37	40,6	46	44,6	46	42	"	
Степень водонасыщения	0,85	0,91	0,96	0,89	1,00	0,58	0,67	0,47	52/25	
Предел текучести	29	33	27	30	38	34	38	30	"	
Предел пластичности	16	16	14	16	18	18	20	15	8/12	
Липкость, в г/см ²	97	130	97	105	130	135	220	80	"	

* Числитель—грунты в плотине, знаменатель—карьерные грунты.

Из таблицы 4 видно, что грунты, слагающие тело плотины, по сравнению с карьерными грунтами, обладают меньшим количеством глинистых и пылеватых частиц, большей естественной влажностью, большей плотностью, меньшими показателями текучести и липкости и немного большими углами внутреннего трения.

Последнее наглядно иллюстрируется данными таблицы 5.



Фиг. 3. Распределение химических ингредиентов в карьерных лессовидных суглинках и в грунтах действующей плотины

Масштаб: 4 см = 1 мг эквивалент.

1. Суглинки лессовидные в карьере
2. Грунты в плотине на интервале 1—4 м
3. Грунты в плотине на интервале 5—7 м
4. Грунты в плотине на интервале 8—10 м
5. Грунты в плотине, средние значения, на интервале 1—10 м
6. 70,7, 47,8 и т. п. выщелочено химических ингредиентов в %

Таблица 5

	Грунты в плотине (16)*				Карьерные грунты (10)*			
	φ_1°	φ_2°	C_1	C_2	φ_1°	φ_2°	C_1	C_2
Сред.	22°38'	16°58'	0,05	0,027	20°20'	15°14'	0,041	0,017
Макс.	25,00	19,00	0,19	0,110	22,00	16,30	0,170	0,030
Миним.	21,30	16,00	0,00	0,00	19,00	13,00	0,005	0,005

где φ_1° и C_1 — угол трения и сцепление по максимальному сдвигающему усилию,

φ_2° и C_2 — то же, по предельному равновесию.

* (16) и (10) — количество исследованных образцов с нарушенной структурой.

Физико-механические свойства суглинков		
11	Предел пластичности	27%
12	Угол внутреннего трения	20°
13	Сцепление	0,25 кг/см ²

Большое сходство состава этих суглинков с украинскими дает основание считать, что они, надлежащим способом уложенные в водоподпорные плотины и дамбы, будут работать хорошо и долговечно.

Институт „Гидроэнергопроект“

Поступило 14-II-1951

Ն. Ի. Կիրիլենկո

ԱՄԲԱՐՏԱԿԻ ՄԵՋ ԼՅՈՍԱՆՄԱՆ ԳՐՈՒՆՏՆԵՐԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ՆՐԱՆՑ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԹԱՑՔՈՒՄ

U U Φ Ω Φ Ω $\vdash$ U

1926 թվին Ուկրաինայում կառուցվել է մի ամբարանակ 10 մ բարձրությամբ և 250 մ երկարությամբ:

Ամբարտակը կառուցված է փոշեկերպ և լյութանման՝ բաց դեղնաշագանակադուլն կավավազներով:

1946 թվին հեղինակի տեխնիկական ղեկավարությամբ ուսումնասիրված են ամբարտակը կազմող գրունտների ֆիզիկական և քիմիական հատկությունները: Համեմատությամբ համար ուսումնասիրված են նաև հանքավայրերից վերցրած գրունտների հատկությունները:

Այդ առումնասիրությունների շնորհիվ պարզված է, որ ամբարտակը կազմող գրունտից քան տարվա ընթացքում ողողված են, $\text{Cl}' - 86\%$, $\text{Mg}'' - 64\%$, $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - 63\%$ և $\text{SO}_4'' - 58\%$, մինչդեռ Ca^{++} -ի և HCO_3' -ի քանակը գործնականորեն չի փոխվել:

Ամբարտաղի քաան տարվա աշխատանքի ընթացքում գրուանների
կյալունության (ամբուության) քանակական ցուցանիշները բարձրացել են:

